

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - CAMPUS DE CASCAVEL

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *GYROPSYLLA*
SPEGAZZINIANA (LIZER & TRELLES, 1917) (HEMÍPTERA: *PSYLLIDAE*)**

IONETE LÚCIA MILANI BARZOTTO

CASCAVEL - PR

2010

IONETE LÚCIA MILANI BARZOTTO

**ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *GYROPSYLLA*
SPEGAZZINIANA (LIZER & TRELLES, 1917) (HEMÍPTERA: *PSYLLIDAE*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em **Engenharia de Sistemas Agroindustriais**.

Orientador: Prof. Dr. Luís F. A. Alves

Co-orientadora: Profa. Dra. Lúcia H. P. Nóbrega

CASCADEL - PR

2010

IONETE LÚCIA MILANI BARZOTTO

“Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles, 1917) (Hemíptera: Psyllidae)”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação “*Stricto Sensu*” em Engenharia Agrícola, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Sistemas Agroindustriais, **aprovada** pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Luís F. A. Alves
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Renato Cassol de Oliveira
Colegiado de Agronomia, FAG

Prof. Dr. Divair Christ
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Cascavel, 02 de julho de 2010

BIOGRAFIA

Ionete Lúcia Milani Barzotto

Data de nascimento: 09/06/1967

Naturalidade: Santo Antonio do Sudoeste - PR

Possui graduação em Farmácia e Bioquímica pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1991) e pós-graduação em Marketing e Propaganda pela UNIVEL de Cascavel (2005). Desde março de 2001 até o presente momento é Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *campus* de Cascavel.

“Se o homem entende que é digno daquilo pelo qual lutou tanto,
então se transforma em um instrumento de Deus.
Ajuda a Alma do Mundo e entende por que está aqui”
(Paulo Coelho).

“Movimentar-se é importante, mas o mais importante é manter o entusiasmo inicial,
persistir e não se render, apesar das dificuldades.
Porque vamos ter tropeços no caminho.
O sucesso não está em não cair, mas em saber levantar-se e continuar”
(Paulo Coelho).

*Dedico e ofereço este trabalho aos meus pais, Izidoro e Maria,
por seu amor incondicional, pelo apoio e exemplo de vida.
Também, ao meu marido, Jorge,
e aos meus filhos, Bruno e Vinícius, meus amores.*

AGRADECIMENTOS

Nada na vida conquistamos sozinhos. Sempre precisamos de outras pessoas para alcançar os nossos objetivos. Muitas vezes um simples gesto pode mudar a nossa vida e contribuir para o nosso sucesso.

Agradeço a todas as pessoas que, de uma maneira ou outra, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

À minha família, pelo apoio, incentivo, orgulho e confiança em mim depositada, e pela compreensão durante as minhas ausências, quando não pude lhes dar a devida atenção.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, pela oportunidade de excelente aprendizado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Francisco Alves, pela orientação e oportunidade de aprendizado.

A todos os professores e funcionários do programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola (PGEAGRI).

Aos meus colegas de laboratório, em especial ao André, Roger, Thiago, Vítor, Marina e Andréia, pelo auxílio nos experimentos, pela dedicação, amizade, carinho e agradável convivência.

À Andréia Bonini, pelo auxílio na análise estatística e demais atividades.

Ao André Fanti, por ter cedido suas fotos e pelo auxílio durante esses anos.

À Erva-mate Laranjeiras e ao Sr. Eugênio Khrun, por terem cedido suas áreas para coleta do material para a pesquisa.

Às Professoras da UNIOESTE: Especialmente à Simone Menegatti Oliveira, pelo companheirismo e amizade; à Poliana Menoli, que me auxiliou ministrando aulas, Theresa Cristina, pela moagem dos pós e a Livia Temponi, pela confecção das exsiccatas.

RESUMO

ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE *GYROPSYLLA* *SPEGAZZINIANA* (LIZER & TRELLES, 1917) (HEMÍPTERA: PSYLLIDAE)

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta de importância econômica para o Brasil, principalmente para os estados da região Sul, onde se concentram a produção e consumo. As folhas são industrializadas visando ao preparo de chás, chimarrão, pó solúvel, bem como à obtenção de princípios ativos farmacêuticos e cosméticos. A *Gyropsylla spegazziniana* (Hemiptera: Psyllidae) é considerada uma das principais pragas da erva-mate, pois causa hipertrofia de folhas novas, dando origem ao sintoma conhecido com 'ampola-da-erva-mate', estrutura que abriga as ninfas, que se alimentam neste local, até próximo da fase adulta. As folhas danificadas geralmente caem e reduzem o rendimento da cultura. Sendo a erva-mate consumida praticamente *in natura*, o uso de agroquímicos não é recomendado. O emprego de plantas inseticidas é alternativa para o controle das pragas desta cultura, já que não oferecem riscos ao ambiente nem ao ser humano. Assim, o objetivo do presente trabalho foi testar a eficiência de extratos de *Eucalyptus* spp., *Azadirachta indica*, *Melia azedarach*, *Cymbopogon citratus*, *Chrysanthemum* spp., *Trichilia pallida*, *Leucaena leucocephala*, *Chenopodium ambrosioides* e *Annona squamosa* no controle de *G. spegazziniana*, em condições de laboratório. Para fazer uma seleção inicial, foram testados extratos etanólicos a 25%, aquosos a 20%, e um produto comercial à base de sementes de neem (Organic neem®), a 10% e foram selecionados os que causaram, no mínimo, 50% de mortalidade. O controle não recebeu tratamento algum. Os extratos foram pulverizados prévia e posteriormente à infestação dos insetos-teste nas mudas ou galhos de erva-mate. Na primeira etapa, o único tratamento eficiente, na pulverização prévia foi o extrato aquoso a 20% de *Chrysanthemum* spp. (85%). Os extratos alcoólicos a 25%, com a utilização do mesmo método demonstraram melhores resultados: *A. squamosa* (93,6%), *T. pallida* (90,4%), *C. citratus* (58,2%), *Eucalyptus* spp (51,6%) e *M. azedarach* (64,5%). No método de pulverização posterior, o *Eucalyptus* spp, e a *M. azedarach* aquosos, com 77,7% e 70,5% respectivamente, demonstraram potencial para controle do inseto. A *L. leucocephala* (100%), *Chrysanthemum* spp (85,5%), *C. citratus* (55,5%), *A. squamosa* (51,6%), *C. ambrosioides* (55,5%) alcoólicos foram os mais eficazes. Após a diluição a 10%, apenas o extrato de *C. citratus* alcoólico e o produto comercial, com o método de pulverização posterior, demonstraram potencial inseticida, com mortalidade acima de 50%.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, ampola-da-erva-mate, plantas inseticidas.

ABSTRACT

INSECTICIDAL ACTIVITY OF PLANT EXTRACTS ON *GYROPSYLLA SPEGAZZINIANA* (LIZER & TRELLES, 1917) (HEMÍPTERA, *PSYLLIDAE*)

The Paraguay tea (*Ilex paraguariensis*) is a plant of economic importance to Brazil, mainly to the southern states, where most production and consumption. The leaves are industrialized aiming at preparing tea, mate, soluble powder, and the obtaining of active pharmaceuticals and cosmetics. The *Gyropsylla spegazziniana* (Hemíptera: *Psyllidae*) is considered a pest of Paraguay tea, since it causes hypertrophy of new leaves, giving rise to a symptom known as "Paraguay tea bulb", a structure that houses the nymphs, which feed this site until close to adulthood. The damaged leaves usually fall and reduce crop yield. As the Paraguay tea is consumed practically 'in natura', the use of chemicals is not recommended. The use of insecticidal plants is an alternative for pest control of this culture as it does not pose risks to the environment or to humans. The objective of this study was to test the efficiency of extracts of *Eucalyptus spp.*, *Azadirachta indica*, *Melia azedarach*, *Cymbopogon citratus*, *Chrysanthemum spp*, *Trichilia pallida*, *Leucaena leucocephala*, *Chenopodium ambrosioides* and *Annona squamosa* for the control of *G. spegazziniana* in laboratory conditions. In order to do an initial screening were tested ethanol extracts of 25% aqueous to 20%, and a commercial product based on neem seed (Organic Neem ®), 10%, and selected the ones that caused at least 50 % mortality. The control does not receive any treatment. The extracts were sprayed prior and subsequent to infestation of insects on test plants or twigs of Paraguay tea. In the first stage, the only effective treatment in prior spray was 20% aqueous extract of *Chrysanthemum spp* (85%). The alcoholic extracts of 25%, using the same method showed better results: *A. squamosa* (93.6%), *T. pallida* (90.4%), *C. citratus* (58.2%), *Eucalyptus spp* (51.6%) and *M. azedarach* (64.5%). In the method of spraying later, *Eucalyptus spp*, and *M. azedarach* aqueous, with 77.7% and 70.5% respectively, showed potential for insect control. *L. leucocephala* (100%), *Chrysanthemum spp* 85.5%), *C. citratus* (55.5%), *A. squamosa* (51.6%), *C. ambrosioides* (55.5%) alcoholics were more effective. After dilution to 10%, only the extract of *C. citratus* alcoholic and the commercial product, with the method of spraying later showed potential insecticidal, with a mortality rate above 50%.

Key-words: *Ilex paraguariensis*; Paraguay tea bulb; insecticidal plants.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	3
1.1	Objetivo Geral..... 3
1.2	Objetivos Específicos 3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
1.3	A Cultura da Erva-mate 4
1.4	Gyropsyla Spegazziniana 6
1.4.1	Biologia, caracterização e danos 6
1.5	Controle das Pragas 8
1.5.1	Controle químico 8
1.5.2	Controle cultural 9
1.5.3	Controle físico..... 10
1.5.4	Controle biológico 10
1.5.5	Inseticidas botânicos 11
1.5.5.1	Principais classes de metabólitos secundários 13
1.5.5.2	Famílias botânicas com atividades inseticidas mais utilizadas..... 16
MATERIAL E MÉTODOS	19
1.6	Espécies Botânicas 19
1.7	Obtenção dos Insetos..... 19
1.8	Obtenção dos Extratos 20
1.8.1	Extratos aquosos 20
1.8.2	Extratos alcoólicos..... 20
1.9	Metodologia Geral Aplicada a Todos os Experimentos..... 21
1.9.1	Aplicação prévia à infestação 21
1.9.2	Aplicação posterior à infestação 22
1.10	Bioensaios 23
1.10.1	Avaliação dos adjuvantes - Bioensaio 1..... 23
1.10.2	Avaliação dos extratos aquosos na concentração de 20% e dos extratos alcoólicos na concentração de 25% - Bioensaio 2 23

1.10.3	Avaliação dos extratos aquosos e alcoólicos na concentração de 10% - Bioensaio 3.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....		25
1.11	Avaliação dos Adjuvantes - Bioensaio 1	25
1.12	Avaliação dos Extratos Aquosos na Concentração de 20% e dos Extratos Alcoólicos na Concentração de 25% - Bioensaio 2.....	25
1.13	Avaliação dos Extratos Aquosos e Alcoólicos na Concentração de 10% - Bioensaio 3.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		36
CONCLUSÕES		37
REFERÊNCIAS		38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Porcentagem média de mortalidade de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> , pulverizados com adjuvantes prévia e posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).....	25
Tabela 2	Porcentagem média de mortalidade de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> por extratos vegetais aquosos a 20% e alcoólicos a 25%, pulverizados previamente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).....	26
Tabela 3	Porcentagem média de mortalidade de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> por extratos vegetais aquosos a 20% e alcoólicos a 25%, pulverizados posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).....	28
Tabela 4	Porcentagem média de mortalidade de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> por extratos vegetais aquosos a 10%, pulverizados previamente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).....	30
Tabela 5	Porcentagem média de mortalidade de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> por extratos vegetais alcoólicos a 10%, pulverizados previamente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).....	31
Tabela 6	Porcentagem média de mortalidade de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> por extratos vegetais aquosos e pelo produto comercial a 10%, pulverizados posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).....	32
Tabela 7	Porcentagem média de mortalidade de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> por extratos vegetais alcoólicos a 10%, pulverizados posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Gyropsylla spegazziniana</i> : a) ninfa recém eclodida, b) ninfa de 5º ínstar, c) inseto adulto, d) planta atacada pelo inseto, e) detalhe da galha.	7
Figura 2	Gaiolas teladas de garrafa PET usadas para manutenção das mudas tratadas.	21
Figura 3	Gaiolas teladas de madeira usadas para manutenção das mudas tratadas.	22
Figura 4	Avaliação diária de mortalidade acumulada de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> para estratégia de pulverização prévia em extratos aquosos a 10%.....	30
Figura 5	Avaliação diária de mortalidade acumulada de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> para estratégia de pulverização prévia em extratos alcoólicos a 10%.....	32
Figura 6	Avaliação diária de mortalidade acumulada de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> para estratégia de pulverização posterior em extratos aquosos a 10%.....	33
Figura 7	Avaliação diária de mortalidade acumulada de <i>Gyropsylla spegazziniana</i> para estratégia de pulverização posterior em extratos alcoólicos a 10%.	35

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma planta nativa da América do Sul, usada na alimentação humana há séculos, fazendo parte do hábito alimentar, das relações comerciais e da caracterização política dos estados da região sul do Brasil. É considerada uma cultura importante, chegando a caracterizar um ciclo econômico e a ocupar o segundo lugar em produtos exportados pelo Brasil, no início do século XX. Além do consumo tradicional, na forma de chimarrão e de chá, existem possibilidades de utilização da erva-mate em campos industriais, por exemplo, para fabricação de refrigerantes, cervejas, corantes, conservantes, sorvetes, balas, chicletes, medicamentos e cosméticos (presença de cafeína, teobromina e flavonoides). Possui ação bactericida, antioxidante e estimulante, dentre outras.

Segundo o IBGE (2009), em 2008 a produção de erva-mate colhida nos ervais nativos no Brasil totalizou 225,957 t de folhas, sendo o Paraná o maior produtor (156,444 t ou 69,3% do total nacional), seguido por Santa Catarina (40.559 t), Rio Grande do Sul (28,603 t) e Mato Grosso do Sul (352 t). O consumo, por outro lado, concentra-se no Rio Grande do Sul, com 65% do total, seguido do Paraná com 17%, Santa Catarina com 12% e Mato Grosso do Sul com 3%.

Um dos desafios do cultivo é em relação às pragas agrícolas, não sendo permitida, no Brasil, a utilização de inseticidas para seu controle, uma vez que a erva-mate é consumida praticamente *in natura* e os resíduos de tais produtos podem se concentrar no produto final, além de poluírem o ambiente e intoxicarem o aplicador, causarem desequilíbrios populacionais, eliminando inimigos naturais e selecionando insetos-praga resistentes.

Pelo fato de a erva-mate ter perdido seu caráter extrativista nas últimas décadas, assumindo a forma de cultura intensiva em grandes áreas em regime de monocultura, surgiram alterações em todo o complexo biológico associado, incluindo-se os artrópodes, havendo informações da existência de mais de uma centena de espécies observadas na cultura, algumas consideradas importantes pragas.

A simplificação dos ecossistemas tende a gerar impactos que favorecem algumas espécies de insetos fitófagos, em detrimento de seus inimigos naturais, ao contrário do que ocorre nos ambientes naturais, onde há uma diversidade de plantas que garantem a existência de uma gama de artrópodes associados. Nesse contexto, destaca-se *Gyropsylla spegazziniana* (ampola-da-erva-mate), que nos cultivos comerciais da erva-mate, passou a ocorrer em populações elevadas e a provocar danos e perdas na produção.

É inegável a preocupação crescente com o meio ambiente, dessa forma, o uso de extratos vegetais ressurge como uma opção para o manejo integrado de pragas e que, associado a outras práticas, pode contribuir para a redução de doses e aplicações de inseticidas químicos sintéticos, que apresentam problemas aos organismos benéficos e ao meio ambiente.

Considerando a importância econômica e ambiental da cultura da erva mate, realizou-se este estudo com o objetivo de gerar alternativas econômicas e ecologicamente viáveis para o controle da praga em questão, entre as quais se inserem os extratos vegetais com ação inseticida.

OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Avaliar, em laboratório, a atividade de extratos vegetais sobre a ampola-da-erva-mate.

1.2 Objetivos Específicos

- Verificar o efeito de extratos vegetais aquosos e alcoólicos sobre a ampola da erva-mate;
- Verificar o efeito de aplicação direta ou efeito residual de extratos aquosos e alcoólicos sobre a ampola-da-erva-mate.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.3 A Cultura da Erva-mate

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil., 1822) é uma espécie nativa das regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, concentrando-se, no Brasil, nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul (GRIGOLETTI JÚNIOR; SANTOS & AUER, 1997; ALVES, *et al.*, 2000). Nos países vizinhos do Brasil essa planta ocorre, principalmente, na Argentina, na Província de Misiones e em parte da Província de Corrientes e no Paraguai, em pequena parte da província de Tucumã (TOMKIEL, 2007).

O mate já era conhecido e consumido pelos indígenas antes da chegada dos portugueses ao Brasil em 1500, contudo, foram os jesuítas que introduziram técnicas para seu cultivo. Após assimilarem o seu uso, os colonizadores passaram a explorar economicamente os ervais nativos e, posteriormente, ervais cultivados. Criou-se um considerável aparato empresarial envolvendo a produção da erva-mate, seu beneficiamento, transporte e comercialização (LEITE, 2002; BONDARIK; KOVALESKI & PILATTI, 2006).

Apesar de existirem entre 550 a 660 espécies de *Ilex*, cerca de 150 a 170 delas ocorrem no Brasil e destas, somente três espécies são exploradas comercialmente, sendo: *Ilex angustifolia* (erva-mate Periquita); *I. amara* e a *I. paraguariensis* St. Hil., também conhecida como erva-mate Argentina, que é a mais cultivada no Brasil, no Paraguai e Argentina (ANUÁRIO, 2000).

De acordo com EMBRAPA (2010), a exploração da erva-mate constitui-se numa atividade agrícola de grande importância, devido às características ambientais (quando plantada em curvas de nível, contribui no combate à erosão do solo); sociais (pelo grande número de empregos diretos, e indiretos em toda a cadeia produtiva) e econômicas (por ser a principal atividade de muitos produtores e municípios, rendendo diretamente mais de R\$ 2,8 bilhões de reais anuais).

A erva-mate, em estado natural, é uma espécie umbrófila, de crescimento lento ou moderado, típica das florestas maduras, onde pode atingir densidade de centenas de indivíduos por hectare (SOARES & IEDE, 1997; BORGES; LÁZZARI & LÁZZARI, 2003). Devido a estas características, tradicionalmente foi explorada de árvores nativas, de forma desorganizada, sem visão preservacionista e desprovida de técnicas silviculturais pertinentes. Conseqüentemente, com a implantação de novas áreas de cultivo de trigo e soja na década de 1970, muitos ervais desapareceram (IEDE & MACHADO, 1989; SOARES & IEDE, 1997; LEITE, 2002).

A escassez de matéria-prima para a produção de chimarrão e chás durante os anos 1980 e o aumento na oferta de produtos feitos a partir da erva-mate, como resultado da pesquisa na área de alimentos, fizeram com que essa planta passasse a ser cultivada, em monocultura, alterando as características do seu ecossistema (DÍAZ, 1997; SOARES & IEDE, 1997).

Estas técnicas de cultivo, por um lado aumentaram a disponibilidade de matéria-prima e, por outro, propiciaram a maior oferta de alimento para os insetos fitófagos associados ao erval (DÍAZ, 1997; CHIARADIA; MILANEZ & ZIDKO, 2002).

É importante ressaltar que nos ambientes naturais ocorre uma diversidade de espécies vegetais e animais, os insetos fitófagos se mantêm em níveis populacionais que permitem um equilíbrio dinâmico. A simplificação desses ecossistemas oferece maior quantidade de alimento a algumas espécies de insetos que aumentam consideravelmente seu número, em contrapartida, elimina a diversidade de plantas que serviriam de alimento e refúgio aos seus inimigos naturais (IEDE, 1985; DÍAZ 1997, BORGES; LÁZZARI & LÁZZARI, 2003). Torna-se evidente que, para o sucesso do cultivo da erva-mate, é necessário o aprimoramento de técnicas para adaptação às novas condições de cultivo, dentre elas o controle de pragas.

Também CARPANEZZI (1995) concluiu que espécies evoluídas, como as umbrófilas, quando cultivadas em locais abertos ficam sujeitas a estresses fisiológicos e, conseqüentemente, mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças. No mesmo contexto, TRUJILLO (1995) constatou que o aumento da densidade nas plantações de erva-mate propiciou incremento das populações das principais pragas e fez que as secundárias atingissem níveis alarmantes.

Nessa nova condição, em ambiente simplificado, sob constante desequilíbrio, muitos problemas de ordem fitossanitária surgiram nas lavouras de erva-mate. Insetos que outrora ocorriam em baixos níveis populacionais tiveram seu número abruptamente aumentado e tornaram-se pragas, com destaque para os insetos e ácaros (ALVES *et al.*, 2000; LEITE, 2002; BORGES; LÁZZARI & LÁZZARI, 2003). Nesse contexto, destaca-se a ampola-da-erva-mate, *Gyropsyla spegazziniana* (Lizer & Trelles) (Hemíptera: *Psyllidae*), pela frequência de seus surtos e pela aparente severidade de seus danos (LEITE, 2002).

1.4 Gyropsyla Spegazziniana

1.4.1 Biologia, caracterização e danos

Os psílídeos são insetos pequenos, semelhantes a pequenas cigarrinhas e de hábito sugador (GALLO *et al.*, 2002). *G. spegazziniana* é específica da cultura da erva-mate, sendo considerada uma das principais pragas. É encontrada tanto em viveiros de produção de mudas, como em ervais nativos e implantados (IEDE & MACHADO, 1989; PENTEADO, 1995; PENTEADO; IEDE & LEITE, 2000; CHIARADIA; MILANEZ & ZIDKO, 2002).

Os adultos desse inseto possuem o corpo semelhante ao das cigarras, embora seu tamanho seja reduzido, alcançando, aproximadamente, 3,0 mm de comprimento e 0,8 mm de largura. Estes hemípteros, geralmente, são de coloração verde-clara, mas alguns indivíduos podem ter coloração amarelada (CHIARADIA; MILANEZ & SABEDOT, 2000). As fêmeas, além de maiores (em média 2,6 mm de comprimento e os machos 2,2 mm), distinguem-se por apresentarem o ovipositor bem desenvolvido no último segmento abdominal. Seu aparelho bucal é do tipo sugador, as antenas apresentam o comprimento do corpo, as asas são membranosas e as pernas posteriores são adaptadas para saltar (IEDE & MACHADO, 1989; PENTEADO, 1995; LEITE, 2002; GALLO *et al.*, 2002) (Figura 1c). A alimentação do inseto se faz pela sucção da seiva elaborada do floema que contém açúcares, hormônios e aminoácidos da planta (RIBEIRO, 2005).

Reproduzem-se sexuadamente, sendo que as fêmeas adultas fazem as posturas em brotações, na nervura central das folhas, onde ficam agrupados os ovos. Antes da oviposição, introduzem o aparelho bucal e inoculam saliva, que é tóxica à planta, causando hipertrofia às bordas, então, desenvolvem-se em proporções desiguais, formando uma galha ou cartucho. Esta estrutura, conhecida como ampola da erva-mate (Figura 1d, 1e), que abriga os ovos e ninfas (Figura 1a, 1b), que sugam continuamente a seiva neste local até próximo à fase adulta. Em, aproximadamente, 38,7 dias a galha abre, liberando as ninfas, seca e cai (CHIARADIA; MILANEZ & SABEDOT, 2000; LEITE, 2002).

Os ovos são elípticos, pedunculados, translúcidos e de coloração esbranquiçada ou amarelada. As ninfas apresentam o corpo achatado dorso-ventralmente, variando a coloração de amarelada ao amarelo-esverdeado, conforme se desenvolvem, e apresentam a coloração vermelha nos olhos em todos os ínstares (CHIARADIA; MILANEZ & SABEDOT, 2000; LEITE & ZANOL, 2001; LEITE, 2002) (Figura 1a, 1b). No desenvolvimento pós-embrionário, verificam-se quatro a cinco ínstares, com duração aproximada de sete dias cada, completando seu desenvolvimento em 28 dias. A ninfa de último ínstar abandona a galha e desloca-se para a parte abaxial da folha, onde permanece até a emergência do adulto. No quinto ínstar as ninfas apresentam um tarsômero, tecas alares com venação e

coloração verde clara (SABEDOT *et al.*, 2001; LEITE, 2002; CHIARADIA; MILANEZ & ZIDKO, 2002) (Figura 1b).

Os machos têm longevidade de 28 a 43,7 dias e as fêmeas de 15,2 a 19,9 dias, o ciclo de vida para os machos é de 82,4 dias e para as fêmeas de 53,9 dias. O período completo, desde ovo até adulto é de $27,29 \pm 0,18$ dias até 38,7 dias (CHIARADIA; MILANEZ & SABEDOT, 2000; LEITE & ZANOL, 2001; LEITE, 2002) (Figura 1c).

Conseqüentemente, as plantas não se desenvolvem, obrigando-se a dispender maiores quantidades de reservas nutricionais para emissão de novas brotações. Além disso, a queda das folhas deformadas reduz o rendimento da cultura. A infestação de *G. spegazziniana* pode contribuir para o aumento da quantidade de partículas de insetos no produto final, o que pode desqualificá-lo e diminuir seu preço (IEDE & MACHADO, 1989; PENTEADO, 1995; CHIARADIA; MILANEZ & SABEDOT, 2000; LEITE *et al.*, 2007).

A distribuição de adultos de *G. spegazziniana* está associada à condição de brotação das árvores, necessária à postura, que ocorre do início da primavera até meados do outono (entre setembro e abril) (GALLO *et al.*, 2002; BORGES; LÁZZARI & LÁZZARI, 2003; LEITE *et al.*, 2007).

A temperatura também exerce forte influência sobre a população da ampola, de forma que são necessários $399,52$ graus dia^{-1} para o ciclo biológico se completar, podendo ocorrer até oito gerações anuais do inseto, sendo sua temperatura base de $10,4$ °C (CHIARADIA; MILANEZ & ZIDKO, 2002).

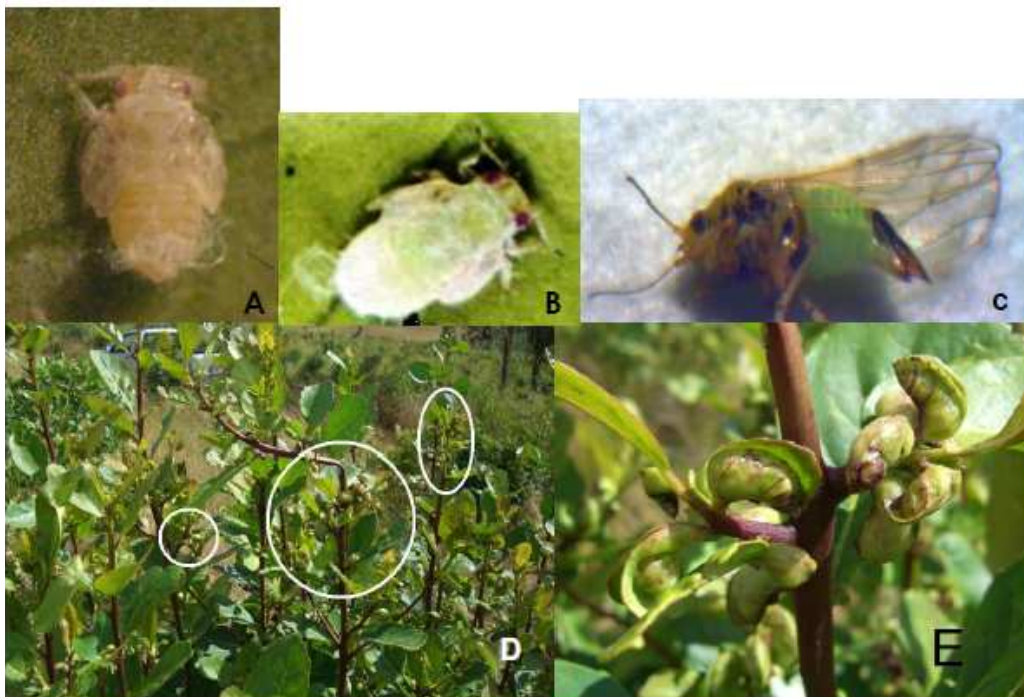


Figura 1 *Gyropsylla spegazziniana*: a) ninfa recém eclodida, b) ninfa de 5^o ínstar, c) inseto adulto, d) planta atacada pelo inseto, e) detalhe da galha.

Fotos: André Fanti (2009).

Outros fatores ambientais também podem contribuir para o aumento da severidade dos danos do inseto à cultura da erva-mate. O aumento da área de plantio com erva-mate, o adensamento das plantas e a formação de povoamentos puros causaram rápido aumento populacional de muitas espécies de insetos (PENTEADO, 1995). Nesse sentido, BORGES, LÁZZARI & LÁZZARI (2003) comprovaram que no erval nativo há menor incidência de pragas que no adensado e menor ocorrência das espécies de insetos.

TRUJILLO (1995), estudando um agrossistema ervateiro de alta densidade na Argentina, recomendou otimizar a densidade das plantações, permitindo maior penetração de luz e circulação de ar e balancear as formulações de fertilizantes químicos solúveis, diminuindo os teores de nitrogênio ao indispensável, aumentando o de potássio. O autor afirmou, também, que o balanceamento desses nutrientes é importante para evitar, em tempo, o fenômeno da trofobiose. Segundo essa teoria, todo organismo vegetal fica vulnerável a infestação de pragas e doenças quando aminoácidos livres e açúcares redutores estão presentes em excesso no sistema metabólico (VILANOVA & SILVA JUNIOR, 2009).

RIBEIRO (2005), estudando a influência da adubação nitrogenada na incidência de *G. spegazziniana* em erva-mate cultivada, concluiu que de 200 a 300 kg de sulfato de amônio ha⁻¹, para uma população de 1667 plantas com idade de 1,5 e 2,5 anos, foram as mais promissoras para produção de biomassa, porém, nas parcelas com esse nível de adubação, houve maior quantidade de dano da ampola.

1.5 Controle das Pragas

1.5.1 Controle químico

A despeito da importância da praga, não há no Brasil nenhum produto registrado para o controle da ampola (BRASIL, 2009). Na Argentina, por outro lado, recomenda-se o uso de 100 a 150 mL de dimetoato, metildemeton e endosulfan, preparados em 100 L⁻¹ de água (BURTNIK, 2009).

De acordo com GRIGOLETTI JÚNIOR, AUER & MASCHIO (1996), como medida de controle de muitas pragas, a maioria dos viveiristas emprega, predominantemente, o controle químico, muitas vezes utilizado, indiscriminadamente, variando o número e o intervalo de aplicação.

Segundo PENTEADO, IEDE & LEITE (2000), a utilização de inseticidas tem sido uma prática frequente e a eficiência desses produtos é desconhecida. Da mesma forma,

LEITE (2002) afirma que, no caso da ampola-da-erva-mate, é comum serem feitas várias aplicações de inseticidas, devido ao elevado número de gerações anuais.

Além disso, encontra-se a recomendação de Paration metílico e calda sulfocálcica (300 a 600 g de sulfato de cobre + 150 a 300 g de cal virgem para cada 100 L de água), para o controle da ampola-da-erva-mate (AMBIENTE BRASIL, 2009).

A ausência de princípios ativos registrados para a cultura é argumento mais do que suficiente para eliminar o uso dos inseticidas, uma vez que impossibilita a elaboração do receituário agrônomo. A falta de testes de eficiência específicos torna, no mínimo, discutível a eficácia da aplicação destes produtos, que os torna mais prejudiciais que aliados (SOARES & IEDE, 1997).

Como a matéria-prima obtida da erva-mate são as folhas utilizadas em infusões e como não há inseticidas registrados para a cultura, deve-se ter cuidado na escolha destes para futuros registros, tendo-se em vista que os resíduos podem causar sérios problemas à saúde humana. Deve-se, também, escolher produtos de baixa toxicidade, de curto poder residual e, de preferência, seletivos aos inimigos naturais, a fim de evitar o desequilíbrio do meio ambiente (IEDE & MACHADO, 1989).

1.5.2 Controle cultural

O controle da *G. spegazziniana* pode ser feito pela poda dos brotos atacados, que também é necessária para manter o vigor, a forma e a qualidade das plantas. Contudo, deve-se ter o cuidado para evitar podas exageradas, pois podem prejudicar o metabolismo normal das plantas (DA CROCE, 2000; DÍAZ, 1997; IEDE & MACHADO, 1989; PENTEADO, 1995). Nesse sentido, RIBEIRO (2005) recomenda que a poda seja efetuada com moto-serra e que, na poda de formação, diminuam-se as ponteiros e galhos longos, visando melhorar as condições fitossanitárias da planta. Este autor também recomenda que a erva-mate não seja colhida no verão, devido à presença da ampola e, conseqüentemente, os seus resíduos na matéria-prima, o que aumenta os compostos nitrogenados, pela composição do inseto (quitina).

De maneira geral, PENTEADO (1995), GRIGOLETTI JÚNIOR, SANTOS & AUER (1997) e DÍAZ (1997) concordam que entre os aspectos mais importantes que devem ser observados para se obter plantas mais resistentes ao ataque de insetos estão: a seleção de árvores para coleta de sementes, ou seja, selecionar aquelas que apresentam boas condições fitossanitárias; observação das recomendações para o plantio, como preparo do solo, época de plantio e adubação adequada; evitar a poda excessiva e situações de alta densidade, diversificando o ambiente e possibilitando a manutenção da população de insetos fitófagos em níveis populacionais baixos; monitoramento da cultura, utilizando

principalmente medidas preventivas, garantindo a obtenção de um produto de boa qualidade e livre de agrotóxicos.

1.5.3 Controle físico

As armadilhas coloridas têm sido utilizadas frequentemente para o monitoramento de insetos, porém também têm sido recomendadas para uso em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), como é o caso da mosca-branca do tomateiro, *Bemisia tabaci* (FERNANDES *et al.*, 2009).

Na erva-mate, algumas pesquisas têm sido realizadas, com a utilização de armadilhas luminosas e/ou coloridas, visando, principalmente, a obtenção de subsídios para implementar o MIP de *G. spegazziniana*, a partir de seu monitoramento populacional.

Nesse sentido, PRAT KRICUN (1986) utilizou armadilhas amarelas tipo Möerick, enquanto CHIARADIA & MILANEZ (1997) estudaram a atratividade da ampola-da-erva-mate por armadilhas de diferentes cores e concluíram pela eficiência de bandejas de cor vermelha instaladas sobre as filas de árvores, em suportes de madeira de 1,40 m de altura, contendo água e detergente.

CHIARADIA, MILANEZ & SABEDOT (2000) afirmam que adultos da ampola são também atraídos por armadilhas luminosas, equipadas com lâmpada ultravioleta modelo F-15, T-12. LEITE *et al.* (2007) desenvolveram a armadilha colorida Gyrotrap 95[®], utilizada posteriormente por BORGES & LAZZARI (2008), para estudo desse hemíptero na cultura.

1.5.4 Controle biológico

Em se tratando de inimigos naturais da *G. spegazziniana*, SOARES (1994) e DÍAZ (1997) registraram a ocorrência de strepsípteros parasitoides, no Brasil e na Argentina. Ainda na Argentina, SAINI & DE COLL (1993) e DÍAZ (1997) citam como predadores os coccinélídeos, crisopídeos, formicídeos e ácaros predadores.

Larvas de *Syrphidae* têm sido relatadas como importantes predadores de ninfas no interior das galhas, também no Brasil (CHIARADIA; MILANEZ & SABEDOT, 2000; BORGES & LAZZARI, 2008).

Ainda no Brasil, LEITE *et al.* (2007), com o objetivo de determinar a dinâmica populacional da praga e dos seus inimigos naturais com potencial para uso no controle, verificaram com maior frequência hemerobídeos, crisopídeos e coccinélídeos, além de larvas de sirfídeos, tripés predadores, strepsípteros, aranhas e ácaros predadores apresentando sincronia com o período de maior incidência da ampola.

Em relação aos entomopatógenos, SOSA-GÓMEZ, KITAJIMA & ROLON (1994) relataram que, em plantios de erva-mate, em Gobernador Virasoro - Província de Corrientes, Argentina, níveis de infecção de até 90% do fungo *Zoophthora radicans* (Brefeld) sobre adultos da ampola-da-erva-mate. No Brasil, ALVES, LEITE & OLIVEIRA (2009) relataram esta mesma associação, em um erval em Cascavel, PR, com níveis semelhantes de ocorrência na população, sendo os únicos registros de entomopatógenos sobre a ampola.

1.5.5 Inseticidas botânicos

A utilização de inseticidas botânicos é uma técnica utilizada há séculos e a prática persiste até hoje, com mais de 2000 espécies de plantas conhecidas por suas propriedades inseticidas. Em todas as regiões do mundo, a utilização de plantas com fins medicinais, assim como inseticidas na agricultura, são hábitos comuns e arraigados na cultura popular (ROEL, 2001; GALLO *et al.*, 2002; VIEGAS JÚNIOR, 2003).

O advento dos inseticidas químicos e seu sucesso e as variações na eficiência do controle, devido às diferenças na concentração do ingrediente ativo entre plantas e, principalmente, o baixo efeito residual que apontava a necessidade de várias aplicações em períodos curtos, fez com que os inseticidas vegetais fossem gradativa e quase totalmente substituídos pelos sintéticos (VIEGAS JÚNIOR, 2003; COSTA; SILVA & FIÚZA, 2004, NASCIMENTO *et al.*, 2008). A introdução de novos compostos e o consumo de agrotóxicos geraram um círculo vicioso: quanto mais se usava maiores eram os desequilíbrios provocados e maior a necessidade de uso, em doses mais intensas, de formulações cada vez mais tóxicas, não garantindo o controle, a curto e médio prazo (CARRARO, 1997; VIEIRA & FERNANDES, 1999).

Por outro lado, a agricultura convencional tem falhado constantemente, os retornos esperados não foram alcançados, pois o objetivo era somente a produtividade, deixando de lado princípios do equilíbrio ecológico, como: a estabilidade dos sistemas agrícolas, a conservação dos recursos naturais (água, solo e ar) e a qualidade dos alimentos (CARRARO, 1997). O uso indiscriminado de produtos químicos tem acarretado a presença de altos níveis de resíduos tóxicos nos alimentos, desequilíbrio biológico, contaminações ambientais, intoxicações de pessoas e animais, ressurgência de pragas, surtos de pragas secundárias e o aparecimento de populações de insetos resistentes, sendo que a utilização de aleloquímicos extraídos de plantas é uma alternativa para atenuar esses problemas (TRINDADE *et al.*, 2000).

O retorno à busca de novos inseticidas naturais surgiu da capacidade de adaptação da natureza à sistemática de controle de insetos imposta pelo homem e à própria reflexão sobre a relação inseto-planta que, dessa forma, determinou um respeito maior pelos mecanismos naturais de adaptação (VIEIRA & FERNANDES, 1999).

Atualmente, há uma reformulação no modo de vida, as pessoas procuram uma forma mais saudável de viver, com valores naturais e ecológicos reforçados, na determinação de novos preceitos, em todas as áreas do conhecimento científico e no cotidiano das pessoas. Na alimentação, produtos de boa qualidade com menos agrotóxicos são exigências constantes da população mais esclarecida (EMBRAPA, 2009). É inegável, também, a preocupação crescente com o meio ambiente e, por essa razão, o conhecimento de plantas inseticidas vem despertando a atenção dos pesquisadores, para o desenvolvimento de meios alternativos para o controle de pragas, em que se incluam os inseticidas de origem vegetal (MACHADO; SILVA & OLIVEIRA, 2007, DEQUECH *et al.*, 2008).

As plantas produzem uma grande diversidade de compostos químicos, resultado, ao longo de sua evolução, da necessidade de desenvolverem sua própria defesa química contra o ataque de herbívoros e microrganismos, garantindo a sua sobrevivência. Tais compostos são conhecidos como metabólitos secundários das plantas e, por terem atividade, após estudos específicos, vêm sendo utilizados como medicamentos antibióticos ou anti-inflamatórios, inseticidas, repelentes etc. (VIEIRA & FERNANDES, 1999; DEQUECH *et al.*, 2008; SAITO, 2009).

Os inseticidas botânicos, na forma de extratos vegetais, são produtos derivados de plantas, as quais (por inteiro ou somente parte dela) são secas e moídas até serem reduzidas a pó ou têm seus produtos derivados extraídos por solventes aquosos ou orgânicos (DEQUECH *et al.*, 2008). Para se obter um bom desempenho na ação das plantas, elas devem ser secas em seguida à colheita, visto que já a partir daí inicia-se o processo de degradação enzimática, que leva à degradação dos compostos; a secagem deve ser feita de maneira individualizada, para que não haja mistura de compostos voláteis, nunca a uma temperatura superior a 40 °C e, após a secagem, devem ser guardadas ao abrigo da luz, umidade, poeira e insetos. O período de armazenamento deve ser o menor possível, pois, com o tempo, podem ocorrer perdas na quantidade e/ou qualidade dos princípios ativos (SIMÕES, 2007).

Os fitoextratos podem causar outros efeitos, além da mortalidade na fase imatura ou adulta dos insetos. Já foram constatados em estudos efeitos variados, como repelência, alterações na oviposição, no desenvolvimento, no sistema hormonal, morfogenéticas, no comportamento sexual, esterilização dos adultos, inibição da alimentação ou deterrência e redução do consumo alimentar. Alguns extratos de plantas possuem ação inseticida aguda ou crônica (HERNANDEZ & VENDRAMIM, 1997; SOUZA & VENDRAMIM, 2000; GALLO *et al.*, 2002; COSTA; SILVA & FIÚZA, 2004; MACHADO; SILVA & OLIVEIRA, 2007; DEQUECH *et al.*, 2008, RIBEIRO *et al.*, 2009).

ROEL (2001) e GALLO *et al.* (2002) afirmam que, para causar a morte do inseto, geralmente, são necessárias concentrações muito elevadas e que os efeitos são menos intensos e mais duradouros em dosagens menores, sendo que o objetivo principal do uso de

extratos vegetais é reduzir o crescimento da população de pragas. Esses efeitos podem variar de acordo com a espécie vegetal testada, forma de extração, espécie do inseto e fase em que ele é mais suscetível. Ainda, os aleloquímicos extraídos podem possuir características insetistáticas, não apresentando ação aguda contra insetos-praga, mas poderão, no final de uma geração, reduzir a população da praga para níveis aceitáveis (TORRES; BARROS & OLIVEIRA, 2001). A parte do vegetal utilizada na produção do fitoextrato é muito importante, pois os compostos secundários não estão distribuídos uniformemente nas diferentes partes das plantas (SOUZA & VENDRAMIM, 2000).

A utilização de extratos de plantas inseticidas traz vantagens, quando comparada ao uso de produtos sintéticos. É uma ação prática e menos agressiva ao meio ambiente e ao homem, pois são obtidos de recursos renováveis e são rapidamente degradáveis. O desenvolvimento de resistência a essas substâncias pelos insetos é um processo lento. Os extratos podem ser produzidos facilmente pelos agricultores, para serem aplicados em pequenas áreas de cultivo, diminuindo os custos de produção, tornando seu uso adequado à agricultura sustentável e contribuindo para o aprimoramento da qualidade de vida das populações envolvidas (MACHADO; SILVA & OLIVEIRA, 2007; DEQUECH *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2009).

Deve-se ressaltar, também, que os produtos naturais extraídos de plantas são fontes de substâncias, na sua grande maioria, compatíveis com programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), tanto em cultivos comerciais quanto na agricultura agroecológica (TORRES; BARROS & OLIVEIRA, 2001; FAZOLLIN *et al.*, 2002; MACHADO; SILVA & OLIVEIRA, 2007; SANTIAGO *et al.*, 2008).

De um modo geral, podem ser reconhecidas duas abordagens quanto à utilização de plantas/substâncias inseticidas. Na primeira, a atividade é reconhecida, os compostos são isolados, identificados e, posteriormente, sintetizados em larga escala. Nesse processo, há a possibilidade de alterações químicas em grupos funcionais responsáveis pela atividade, de forma a acentuar os efeitos desejados ou diminuir a toxicidade, quando houver. No segundo caso, uma vez identificada a atividade inseticida em alguma espécie vegetal, sua utilização se dá na forma de extrato vegetal bruto (YANG & TANG, 1988).

1.5.5.1 Principais classes de metabólitos secundários

Há, aproximadamente, 308.000 espécies de plantas terrestres conhecidas e os insetos herbívoros são responsáveis por cerca de 360.000 espécies, ou seja, 26% de todas as espécies. Esse número restrito de insetos que utilizam plantas como fonte alimentar, sugere que elas possuem determinados aspectos que reduzem o ataque dos insetos (MENEZES, 2005). De fato, as plantas sintetizam uma imensa variedade de metabólitos, classificados em primários e secundários. Os metabólitos primários são essenciais ao

crescimento e desenvolvimento e são utilizados universalmente, enquanto que os secundários são extremamente diversos e variáveis e garantem a sobrevivência do organismo no seu *habitat* natural (MAIRESSE, 2005). Os metabólitos secundários diferem também dos primários (aminoácidos, carboidratos, nucleotídeos e lipídios) por apresentarem distribuição restrita nas plantas. Existem, aproximadamente, 170 mil metabólitos secundários conhecidos atualmente (CHEMNETBASE, 2010).

Os terpenos, os compostos fenólicos e os nitrogenados formam as três principais classes de metabólitos secundários das plantas, utilizados na defesa contra estresses bióticos e abióticos (MAIRESSE, 2005).

As substâncias extraídas são, principalmente, rotenoides, piretroides, quassinoides, alcaloides, limonoides, terpenoides, saponinas, furanocumarinas e cromenos (VIEIRA & FERNANDES, 1999; NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Os terpenos constituem a maior classe de produtos secundários e são separadas em cinco subclasses mais importantes: monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos e politerpenos (MAIRESSE, 2005). Geralmente são insolúveis em água e atuam como toxinas e como dissuadores para muitos insetos. Altas temperaturas os decompõem em isoprenos, por isso são denominados de isoprenoides. O mais conhecido dos monoterpenos é o piretro, que ocorre em folhas e flores de várias espécies do gênero *Chrysanthemum* (ou *tanacetum*) – *Asteraceae*. Está presente em maior quantidade na espécie *cinerariaefolium*. A atividade inseticida do crisântemo pode ser devida à presença de piretrinas. Esses compostos são ésteres e são denominados de piretrina I e piretrina II, jasmolina I e jasmolina II, cinerina I e cinerina II. Diversos produtos sintéticos foram desenvolvidos a partir da estrutura química do piretro, pois ele se mostrou foto-instável (COSTA; SILVA & FIÚZA, 2004; MENEZES, 2005; MAIRESSE, 2005; MORENO *et al.*, 2009). A grande vantagem, que impulsionou a utilização e pesquisas que perduram até nossos dias, é a menor toxicidade dos piretroides para mamíferos, dentre todos os inseticidas em uso, ao contrário do que se observa em relação aos insetos. Os piretroides agem por ingestão ou contato e matam os insetos por interrupção de seus impulsos nervosos, sendo efetivos contra a maioria dos insetos sugadores (HILLOCK & BOLIN, 2009).

Os limonoides pertencem ao grupo dos triterpenos. Essas substâncias podem ter ação tóxica, via penetração na cutícula do inseto (efeito de contato), via sistema respiratório (efeito fumigante) e via aparelho digestório (efeito de ingestão) (IBRAHIM *et al.*, 2001). Os limonoides são, provavelmente, os maiores representantes da classe dos terpenos com atividade inseticida. São também conhecidos como meliacinas e suas principais fontes são espécies das famílias *Meliaceae*, *Rutaceae* e *Cneoraceae*. Os limonoides interferem no crescimento e na inibição da alimentação dos insetos (VIEIRA & FERNANDES, 1999). A azadiractina é isolada de várias plantas da família *Meliaceae* e tem sua ocorrência restrita a três espécies: *Azadirachta indica* A. Juss, *Melia toosendan* Sieb. & Zucc. e *M. azedarach* L.

(VIEGAS JÚNIOR, 2003; COSTA; SILVA & FIÚZA, 2004) e interfere no funcionamento das glândulas endócrinas que controlam a metamorfose em insetos, impedindo o desenvolvimento da ecdise e apresentando atividade fago-inibidora (VIEIRA & FERNANDES, 1999). Os extratos dessa família apresentam muitos outros ingredientes ativos, dentre eles salanina, melantriol e nimbina. Por esse motivo, a probabilidade de um inseto desenvolver resistência é bastante reduzida, pois inúmeros mecanismos são afetados ao mesmo tempo (GARCIA, 2009).

Dentre as promissoras moléculas deste grupo estão as acetogeninas, exclusivas da família das anonáceas. O efeito do fruto-do-conde pode ser devido à presença dessas acetogeninas, como a anonina ou anonacina, asimicina, bulatacina, bulatacinona e escuamocian, presentes em maior quantidade nas sementes (FERAS; LIU & MCLAUGHLIN, 1999; CORDEIRO; PINTO & RAMOS, 2000). De uma maneira geral, as acetogeninas têm ação de intoxicação sobre os insetos via ingestão alimentar, inibição de crescimento, oviposição e ação repelente. Essas substâncias podem ser extraídas das folhas, das raízes ou sementes em vários solventes, dentre eles a água e o etanol (CORDEIRO; PINTO & RAMOS, 2000; MAIRESSE, 2005).

Compostos fenólicos são produtos secundários que contêm o grupo fenol, muito importante na defesa contra herbívoros, a maioria deriva da fenilalanina. Alguns são solúveis em solventes orgânicos, outros são ácidos orgânicos e glicosídeos solúveis em água e há aqueles que são grandes polímeros insolúveis. Na classe dos fenilpropenos, dentre os mais conhecidos está o eugenol, encontrado em grande quantidade nas mirtáceas. Os flavonoides, uma das maiores classes de metabólitos secundários em plantas, envolvem um grupo de compostos polifenólicos complexos, dentre eles a isoflavona, são encontrados principalmente nas leguminosas e possuem muitas atividades biológicas inseticidas. Nas gramíneas, são muito comuns compostos fenólicos que tem ação deterrente contra insetos (MAIRESSE, 2005). Neste grupo, entram também os taninos, que são compostos polifenólicos naturais, distribuídos em plantas superiores. Reduzem, significativamente, o crescimento e a sobrevivência de insetos, uma vez que inativam enzimas digestivas e criam um complexo de tanino-proteínas de difícil digestão (PANSERA, *et al.*, 2003; MAIRESSE, 2005; CAVALCANTE; MOREIRA & VASCONCELOS, 2006). A presença de taninos flavofênicos foi observada na *L. leucocephala* por CAVALCANTE, MOREIRA & VASCONCELOS (2006).

Na categoria dos compostos nitrogenados estão os bem conhecidos anti-herbívoros, encontrados em mais de 20% das plantas superiores, como os alcaloides, os glicosídeos cianogênicos, que produzem ácido cianídrico, os glicosinolatos, que produzem toxinas voláteis e os aminoácidos não-proteicos. Muitas proteínas de plantas inibem a digestão de herbívoros, como, por exemplo, algumas leguminosas que sintetizam inibidores de alfa-amilase. Os inibidores de proteinase e outras substâncias de defesa, geralmente, não

estão presentes continuamente nas plantas, mas são sintetizadas somente após o ataque do herbívoro ou patógeno (MAIRESSE, 2005). Alcaloides são ácidos não-proteicos e, como seu nome indica, são alcalinos e solúveis em água. São classificados como tóxicos qualitativos, pois agem mesmo em pequenas quantidades. São particularmente tóxicos para insetos e, frequentemente, causam sua morte (MELLO & SILVA-FILHO, 2002). Os glicosídeos cianogênicos são amplamente distribuídos no reino vegetal e encontrados em leguminosas, gramíneas e espécies de *Rosaceae*. Encontrados principalmente em *Brassicaceae* e famílias relacionadas, os produtos da degradação dos glicosinatos atuam na defesa das plantas, como toxina e repelente alimentar para herbívoros. Os aminoácidos não-proteicos exercem sua toxicidade de duas formas: bloqueando a síntese ou a absorção de aminoácidos proteicos. Como a canavanina, podem ser equivocadamente incorporados em proteínas produzindo, nos herbívoros, proteínas não funcionais, pois sua estrutura terciária ou seu sítio ativo é desfeito (TAIZ & ZEIGER, 2004).

1.5.5.2 Famílias botânicas com atividades inseticidas mais utilizadas

Existem algumas plantas cujos princípios ativos foram exaustivamente estudados e experimentados (SAITO, 2009). Dentre as famílias botânicas mais utilizadas atualmente, como fonte de aleloquímicos, destacam-se *Meliaceae*, *Solanaceae*, *Leguminosae*, *Rutaceae*, *Asteraceae*, *Annonaceae*, *Lamiaceae* e *Canellaceae* (VIEIRA & FERNANDES, 1999; TRINDADE *et al.*, 2000, TORRES; BARROS & OLIVEIRA, 2001).

A família *Meliaceae*, da qual fazem parte a *A. indica* (neem), a *M. azedarach* (cinamomo) e a *Trichilia pallida* Sw. (trichilia), vem sendo amplamente estudada no controle de vários insetos de importância econômica e tem demonstrado ser eficaz. Dentre os insetos testados, destacam-se *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleóptera: *Bruchidae*) (OLIVEIRA & VENDRAMIM, 1999); *Plutella xylostella* L. (Lepidóptera; *Plutellidae*) (TORRES; BARROS & OLIVEIRA, 2001; BOIÇA JÚNIOR *et al.*, 2005; DEQUECH *et al.*, 2009), *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidóptera; *Noctuidae*) (BOGORNÍ & VENDRAMIM, 2003; LIMA *et al.*, 2008), *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidóptera; *Gelechiidae*) (BRUNHEROTTO & VENDRAMIM, 2001; VENDRAMIM & THOMAZINI, 2001) e lagartas de *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidóptera: *Pieridae*) (RIBEIRO *et al.*, 2009). Há estudos também visando ao controle dos ácaros, como o ácaro verde da mandioca (*Mononychellus tanajoa*) (Bondar) (Acari: *Tetranychidae*) (GONÇALVES *et al.*, 2001).

Em Hemíptera, estudos têm demonstrado efeitos positivos em relação ao neem. SUTHERLAND, BAHARALLY & PERMAUL (2002), em experimentos de campo com produtos comerciais, demonstraram sua eficácia na redução de danos de *Oebalus poecilus* (Dallas) (Hemíptera: *Pentatomidae*). ABUDULAI, SHEPARD & SALIFU (2003) avaliaram o produto comercial Neemix® 4.5 EC contra *Nezara viridula* (L.) e seus resultados mostraram

redução dos danos da praga. Frente à *Bemisia tabaci* biótipo B, NERI *et al.* (2006) testaram extratos aquosos das folhas de neem, nas concentrações de 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, e concluíram que todas as concentrações causaram repelência e reduziram a oviposição de adultos de mosca-branca em meloeiro, porém, as maiores concentrações foram mais eficientes. Ainda em relação à mosca-branca, SOUZA & VENDRAMIM (2000, 2001) comprovaram a bioatividade de extratos aquosos de *M. azedarach*, *T. pallida* e *A. indica* para *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B, sendo que os extratos provocaram mortalidade na fase de ovo e ninfal do inseto. BLEICHER, GONÇALVES & SILVA (2007) compararam o efeito de extratos aquosos de folhas e de sementes de neem e uma formulação à base de azadiractina Neemazal®, com o inseticida buprofezin. Estes autores demonstraram que a azadiractina foi eficiente em todas as doses causando redução de até 98% na média de ninfas vivas. Quando aplicado acima de 24 ppm (partes por milhão), o composto apresentou desempenho semelhante ao inseticida químico testado. Os extratos de sementes reduziram significativamente a média de ninfas vivas, não diferindo da ação do inseticida padrão. Os extratos de folha não foram eficientes no controle de ninfas vivas.

Contra afídeos, a ação do neem foi comprovada contra *M. persicae* (Suizer), para *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) e *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell) (LOWERY, 2009; LOWERY & ISMAN, 1994), *Aphis gossypii* Glover (SANTOS *et al.* 2004) e também para *Myzus persicae* (Sulzer) (VENZON *et al.*, 2007).

Estudos com o psilídeo da goiabeira foram realizados por OLIVEIRA *et al.* (2009), que verificaram a eficiência do silício e do óleo de neem, comparativamente ao imidacloprid.

WEATHERSBEE & MACKENZIE (2005) publicaram trabalho sobre os efeitos biológicos de um inseticida baseado no neem, contendo 4,5% de azadiractina. O inseticida foi avaliado em relação ao psilídeo asiático dos citros (*Diaphorina citri* Kuwayama), e mostrou-se eficaz.

Especificamente em relação à erva-mate, TOMKIEL (2007) realizou experimento em erval para testar a atividade do óleo de sementes de neem sobre *G. spegazziniana* em campo. Para o experimento, foram selecionadas 30 plantas com presença de ampolas nas quais se aplicou o produto. Verificou-se que, após sete dias da aplicação a 5 e a 10%, o extrato de neem alcançou uma média de 48,13% de mortalidade.

Na família das Mirtáceas insere-se o eucalipto, cuja designação refere-se a mais de 700 espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*. A Atividade repelente de *E. citriodora* Hook foi demonstrada para *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleóptera: *Curculionidae*) (PROCÓPIO *et al.*, 2003), e inseticida, quando extratos da planta foram aplicados na forma de vapor (ALMEIDA; GOLDFARB & GOUVEIA, 1999). Em relação ao caruncho-do-feijão, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003), no controle de *Microtheca ochroloma* (Coleóptera: *Chrysomelidae*) (DEQUECH *et al.*, 2008) e de lagartas

de *A. monuste orseis* (RIBEIRO *et al.*, 2009), o eucalipto mostrou-se promissor para redução dos danos ocasionados por essas importantes espécies-pragas.

A leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) é um arbusto ou árvore da família *Leguminosae*, sendo considerada uma planta com potencial para uso em controle de insetos. CAVALCANTE, MOREIRA & VASCONCELOS (2006) e VASCONCELOS, GONDIM JÚNIOR & BARROS (2006) testaram o extrato em mosca-branca, que se mostrou promissor para o controle alternativo de *B. tabaci*.

Estudos indicam que *Chenopodium ambrosioides* L. (*Chenopodiaceae*), conhecida como erva de santa maria, provocam mortalidade no pulgão dos citros, *Toxoptera citricida* (Hemiptera: *Aphididae*) (SILVA *et al.*, 2009). Provocam, também, repelência e mortalidade total e nenhuma oviposição de adultos do caruncho-do-feijão, *A. obtectus*, utilizando-se o pó de partes aéreas da planta (MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003) e mortalidade de adultos do gorgulho-do-milho, *S. zeamais*, com o pó da planta inteira incluindo os frutos (PROCÓPIO *et al.*, 2003; TAVARES & VENDRAMIM, 2005) e possuem efeito inseticida sobre a fase imatura do inseto (TAVARES & VENDRAMIM, 2005). BOIÇA JÚNIOR *et al.* (2005) verificaram que a mortalidade larval de *P. xylostella* (L.) foi afetada pelo extrato de *C. ambrosioides* em 70,8%.

SAITO *et al.* (2004), estudando a atividade deterrente alimentar da família *Annonaceae*, à qual pertence o fruto-do-conde (*Annona squamosa*, L.), utilizando *S. frugiperda* e *Anticarsia gemmatilis* Hubner como insetos-testes, observaram que as folhas de *Annona cornifolia* St. Hil. e as folhas e o caule de *Annona dioica* St. Hil. apresentaram alguma atividade sobre os insetos. LEATEMIA (2004) conduziu experimentos usando *A. squamosa* sobre *P. xylostella* e concluiu que o mesmo é um candidato promissor ao desenvolvimento de inseticidas botânicos.

A espécie *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. (*Poaceae*) é conhecida popularmente por mais de 20 nomes, dentre estes capim-limão. LIMA *et al.* (2008) e SALGADO *et al.* (2009) propuseram a investigação dos efeitos do óleo essencial de folhas de capim-limão, *C. citratus*, no comportamento do pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) e constataram que o óleo essencial de capim-limão apresentou-se como inseticida repelente/deterrente para o mesmo.

O *Chrysanthemum cinerariifolium* (crisântemo), da família *Asteraceae*, foi utilizado por ALMEIDA, GOLDFARB & GOUVEIA (1999) para controle do inseto adulto *Sitophilus* spp., testando seu extrato sem e com álcool, ambos obtendo efeitos de mortalidade de 98,25 e 95,25%, respectivamente.

Considerando-se que essas plantas apresentaram alguma atividade sobre diversos insetos, indicando seu potencial inseticida, estudos visando avaliar o efeito contra a ampola devem ser realizados, podendo trazer uma alternativa para seu controle.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biotecnologia da UNIOESTE, *campus* de Cascavel, em sala climatizada ou câmara incubadora, ambas com condições controladas de temperatura e luminosidade (26 °C e fotofase de 12 horas).

1.6 Espécies Botânicas

Foram selecionadas nove espécies vegetais, com base em informações bibliográficas, quanto à sua atividade inseticida: *Eucalyptus spp.* (eucalipto), *Azadirachta indica* (A. Juss) (neem), *Melia azedarach* L. (cinamomo), *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. (capim-limão), *Chrysanthemum spp.* (crisântemo), *Trichilia pallida* Swartz (triquilia), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. (leucena), *Chenopodium ambrosioides* L. (erva-de-santa-maria) e *Annona squamosa* L. (fruto-do-conde). As plantas foram identificadas e preparadas exsicatas para sua preservação junto ao Herbário da Unioeste, *campus* de Cascavel.

Após a seleção das estruturas (folhas ou flores), as plantas foram levadas ao laboratório para remoção dos detritos, lavadas em água corrente e espalhadas para serem secas em temperatura ambiente por, aproximadamente, 15 dias. Em seguida, foram trituradas em moinho de facas até a obtenção de um pó fino (ALMEIDA; GOLDFARB & GOUVEIA, 1999; SANTIAGO *et al.*, 2008; QUINTELA & PINHEIRO, 2009). Os pós obtidos foram identificados e armazenados separadamente, de acordo com a espécie vegetal, em recipientes de vidro hermeticamente fechados, envoltos em papel alumínio, ao abrigo da luz e de temperaturas elevadas, até sua utilização no preparo dos extratos, por não mais que três meses.

Foi utilizado também um produto comercial, Organic neem[®], um composto à base de óleo de neem.

1.7 Obtenção dos Insetos

Ramos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) com ampolas fechadas foram coletados de ervais comerciais na cidade de Cascavel e colocados num recipiente com água, no interior de gaiolas teladas com medidas de 60 cm x 40 cm x 40 cm (A x L x C), e mantidas

em sala climatizada (26 °C e fotofase de 12 horas). Após dois dias de incubação, os insetos foram coletados, com auxílio de um pincel, com base nas características citadas no item 3.2.1.

1.8 Obtenção dos Extratos

Optou-se pela utilização das folhas da maioria das espécies vegetais selecionadas para o estudo, com exceção do crisântemo, do qual se utilizaram as flores.

Como não se conhecia os efeitos desses extratos em relação à ampola, escolheu-se a concentração de 20% para os aquosos e 25% para os alcoólicos, pois inicialmente se desejava selecionar plantas com potencial de ação contra os insetos, para depois fazer estudos com concentrações menores.

1.8.1 Extratos aquosos

Utilizando-se metodologia descrita por VENDRAMIM & THOMAZINI (2001) e por VASCONCELOS, GONDIM JÚNIOR & BARROS (2006), foram preparados extratos aquosos na concentração de 20%. Inicialmente, para serem utilizados na triagem, todos os extratos foram preparados numa proporção de 20 g de cada pó, 80 g de água destilada (peso por peso) e 0,01% do espalhante adesivo Tween 80[®]. Para o processo de extração, as suspensões aquosas foram agitadas em agitador mecânico marca Fisatom 715, durante 5 minutos a 1500 rpm (rotações por minuto). Em seguida, foi feita a maceração da suspensão com água destilada, por 24 h, sendo agitada uma vez, após um período de 12 horas. O macerado foi filtrado em tecido *voil* dobrado cinco vezes, e armazenado em frasco hermeticamente fechado, recoberto por papel alumínio, identificado e armazenado a $\pm 5^{\circ}\text{C}$, até sua utilização, por período não superior a uma semana.

1.8.2 Extratos alcoólicos

Os extratos foram preparados na concentração de 25%, adaptando-se a metodologia de ALMEIDA, GOLDFARB & GOUVEIA (1999). Assim, amostras de 50 g de cada pó foram adicionadas em béquer contendo 200 mL de etanol P.A. a 95,5% (peso por volume). A mistura sofreu turbólise em agitador mecânico, durante 5 minutos a 1500 rpm. Em seguida, o recipiente foi fechado com filme PVC (policloreto de vinila) transparente e incolor. Após identificação, a maceração foi feita por 48 horas, sendo o material agitado uma vez no

período e depois filtrado em tecido *voil* dobrado cinco vezes, obtendo-se, assim, o extrato o qual foi identificado e guardado em vidros hermeticamente fechados em geladeira, na temperatura de $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, até ser utilizado, por um período não superior a um mês.

1.9 Metodologia Geral Aplicada a Todos os Experimentos

1.9.1 Aplicação prévia à infestação

Visando avaliar o efeito residual dos adjuvantes e dos extratos sobre a ampola, foram realizados ensaios com aplicação prévia dos produtos sobre as mudas, em relação à infestação dos insetos.

Assim, quatro mudas de erva-mate com aproximadamente dez folhas totalmente expandidas foram pulverizadas com auxílio de um aparelho aerógrafo da marca Sagyma SW775, acoplado a um compressor de fluxo contínuo de ar, com pressão constante de 10 lb de saída, a uma distância de 10 cm das mudas, sendo 2 mL para cada repetição e colocadas para secar. Em seguida, foram transferidas 15 ninfas de 5^a instar ou adultos recém emergidos da ampola e as plantas foram arranjadas dentro de recipientes de garrafa PET (Politereftalato de etileno), sendo três repetições para cada tratamento (Figura 2). A testemunha não sofreu tratamento algum. As gaiolas foram mantidas em sala climatizada ($26 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas). A avaliação foi realizada 24, 48 e 72 h após a aplicação do produto, pela contagem de adultos mortos.



Figura 2 Gaiolas teladas de garrafa PET usadas para manutenção das mudas tratadas.

Foto: André Fanti (2009).

1.9.2 Aplicação posterior à infestação

No sentido de avaliar o efeito do contato direto dos adjuvantes e dos extratos sobre a ampola, foram realizados ensaios com aplicação dos produtos diretamente sobre os insetos em ramos de erva-mate.

Para tal, tomaram-se galhos coletados em erval comercial da região de Cascavel, foram retiradas ampolas formadas e folhas excedentes, de forma que os ramos permanecessem com, aproximadamente, 10 folhas contendo ninfas de 5^o ínstar e adultos de ampola recém-emergidos (ainda imóveis). Em seguida, os ramos foram arranjados em erlenmeyers contendo água e fechados por filme de PVC, sendo então, se necessário, transferidos mais insetos até completar 15 por ramo, obtidos conforme descrito no item 4.2.

A pulverização dos extratos sobre os ramos foi realizada com auxílio de um aparelho aerógrafo da marca Sagyma SW775, acoplado a um compressor de fluxo contínuo de ar, com pressão constante de 5 lb de saída, a uma distância aproximada de 20 cm, sendo em média 1 mL para cada repetição. Os insetos foram transferidos para o interior de gaiolas teladas de 60 cm x 40 cm x 40 cm (A x L x C) (Figura 3), mantidas em sala climatizada ($26 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas). A testemunha não sofreu tratamento algum. Para cada tratamento foram feitas três repetições.

A avaliação foi realizada 24, 48 e 72 h após a aplicação do produto, pela contagem de adultos mortos.



Figura 3 Gaiolas teladas de madeira usadas para manutenção das mudas tratadas.

Foto: André Fanti (2009).

1.10 Bioensaios

1.10.1 Avaliação dos adjuvantes - Bioensaio 1

Para avaliar eventuais efeitos da água, do álcool e do Tween 80®, quanto à possível ação sobre os insetos, foram realizados testes preliminares, com aplicação prévia e posterior dos mesmos nos insetos. Assim, foram constituídos os seguintes tratamentos: solução de álcool P.A. a 10% em água destilada, solução de Tween a 0,01% em água destilada, álcool P.A. (pró-análise) a 75%, água destilada e testemunha, sem tratamento algum, aplicando-se prévia e posteriormente à infestação, conforme item 4.4.

O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições para cada tratamento, sendo cada gaiola considerada uma repetição. Os dados foram previamente corrigidos pela fórmula de Schneider-Orelli (ALVES; LEITE & OLIVEIRA, 2009) e submetidos à análise de variância (teste F - ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (ambos a 5% de probabilidade), utilizando o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000).

1.10.2 Avaliação dos extratos aquosos na concentração de 20% e dos extratos alcoólicos na concentração de 25% - Bioensaio 2

Para uma triagem inicial, os extratos foram preparados com água destilada na concentração de 20% para os aquosos e 25% para os alcoólicos, aplicando-se prévia e posteriormente à infestação, conforme item 4.4. Após a análise dos resultados, foram selecionados os extratos que causaram no mínimo 50% de mortalidade, sendo esse resultado considerado adequado para utilização no controle de pragas.

Considerando que o objetivo foi selecionar extratos com potencial para posterior utilização no controle *G. spegazziniana*, os dados obtidos foram corrigidos pela fórmula de Schneider-Orelli (ALVES *et al.*, 2010), conforme segue abaixo:

$$\text{Mortalidade corrigida} = \frac{(\% \text{ mortalidade no tratamento} - \% \text{ mortalidade controle}) \times 100}{100 - \% \text{ mortalidade no controle}}$$

Em seguida, foram selecionados aqueles que causaram, no mínimo, 50% de mortalidade.

1.10.3 Avaliação dos extratos aquosos e alcoólicos na concentração de 10% - Bioensaio 3

Com base nos resultados obtidos no Bioensaio 2, foram realizados novos ensaios, adotando-se os mesmos procedimentos do item 4.4, sendo preparados extratos alcoólicos e aquosos, conforme descrito no item 4.3, contudo, foram diluídos com água destilada para a concentração de 10%, por ser esta a concentração limite do ponto de vista econômico.

Além dos isolados selecionados, a partir da avaliação preliminar, incluiu-se o óleo de sementes de neem, comercializado sob o nome de Organic Neem[®] (80% óleo de neem e 20% adjuvantes), considerado padrão de comparação de atividade inseticida contra a praga, uma vez que em estudo prévio, mostrou-se eficiente na redução de formas imaturas (TOMKIEL, 2007).

O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, com 3 repetições para cada tratamento, sendo cada gaiola considerada uma repetição. Os dados obtidos foram previamente corrigidos pela fórmula de Schneider-Orelli (ALVES *et al.*, 2010) e submetidos à análise de variância (teste F - ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (a 5% de probabilidade), utilizando-se programa estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.11 Avaliação dos Adjuvantes - Bioensaio 1

Verificou-se que a solução de álcool a 75% causou mortalidade significativamente maior que o observado na testemunha (17,7%). Os outros tratamentos não se diferenciaram entre si, quando aplicados sobre as folhas, indicando efeito residual do álcool sobre os insetos (Tabela 1). Contudo, quando foram aplicados diretamente sobre os insetos, verificou-se a sua fragilidade, uma vez que todos os tratamentos empregados, incluindo a água destilada, tiveram efeito sobre os insetos.

Vale ressaltar que houve certa variação entre as repetições, o que causou elevado valor do Coeficiente de Variação.

Tabela 1 Porcentagem média de mortalidade de *Gyropsylla spegazziniana*, pulverizados com adjuvantes prévia e posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).

Tratamentos	Aplicação pré-infestação	Aplicação pós-infestação
Testemunha	0,0 b	0,0 b
Água destilada	0,0 b	2,3 ab
Tween	4,7 ab	9,0 a
Álcool P.A. 75%	17,7 a	10,0 a
p-valor	0,0086	0,0194
CV (%)	86,60	49,49

Notas: - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância;
- Os dados originais foram transformados em $\arcseno\sqrt{x}$.

1.12 Avaliação dos Extratos Aquosos na Concentração de 20% e dos Extratos Alcoólicos na Concentração de 25% - Bioensaio 2

Observou-se que, na aplicação prévia à infestação, dentre os extratos aquosos e alcoólicos avaliados, houve maior atividade dos alcoólicos (Tabela 2), indicando que estes extratos tendem a ser mais eficazes do que os aquosos na extração de substâncias secundárias de plantas.

HAMMAD *et al.* (2005), ao aplicarem extratos aquosos, acetônicos, etéricos e metanólicos de folhas de *M. azedarach* nas concentrações de 2, 20 e 200 mg mL⁻¹ sobre ninfas de *B. tabaci*, constataram que todos os extratos as afetaram, no entanto, na maior

concentração os extratos orgânicos foram mais eficazes do que os aquosos, sendo os metanólicos os mais eficientes. Esse resultado sugere que os componentes bioativos tenham sido extraídos mais eficientemente com solventes orgânicos. Os extratos, com ou sem a presença do solvente álcool etílico, podem interferir nos resultados, provocando índices de mortalidade maior no inseto (ALMEIDA; GOLDFARB & GOUEIA, 1999). No entanto, o uso de extratos aquosos, para obtenção de compostos hidrossolúveis presentes nos vegetais, pode proporcionar um método fácil, natural e econômico de manejo de insetos (HERNÁNDEZ & VENDRAMIM, 1997).

Ressalta-se que dentre os extratos aquosos, o que foi preparado à base de crisântemo teve a maior ação inseticida, alcançando 85%. Em relação aos alcoólicos, os extratos de capim-limão, eucalipto e cinamomo alcançaram mortalidades intermediárias, já o fruto-do-conde e a trichilia demonstraram percentuais acima de 90%.

Tabela 2 Porcentagem média de mortalidade de *Gyropsylla spegazziniana* por extratos vegetais aquosos a 20% e alcoólicos a 25%, pulverizados previamente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).

Tratamentos	Extratos Aquosos (%)	Extratos Alcoólicos (%)
Testemunha	0,0	0,0
Capim-limão	0,0	58,2
Eucalipto	0,0	51,6
Cinamomo	22,8	64,5
Fruta do conde	0,0	93,6
Leucena	0,0	29,0
Erva santa maria	0,0	41,9
Trichilia	14,4	90,4
Neem	25,6	6,4
Crisântemo	85,0	41,9

A atividade inseticida do crisântemo ocorreu, provavelmente, devido à presença de piretrinas, obtidas de flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trevir.) Vis. Esses compostos são ésteres, formados pela combinação de dois ácidos denominados: piretrina I e piretrina II ou jasmolina I e jasmolina II ou cinerina I e cinerina II e por três alcoóis, piretrolona, cinerolona e jamolona. As piretrinas agem por contato ou ingestão. Por contato, essas substâncias afetam o sistema nervoso central, causando rapidamente a morte dos insetos, derrubando-o instantaneamente, efeito chamado de *knockdown* (MENEZES, 2005). As moléculas do grupo I são ésteres do ácido crisantêmico e as do grupo II são ésteres do ácido pirétrico. Apesar de as piretrinas do grupo I serem lipofílicas, as do grupo II, especialmente a jasmolina, apresentam uma boa solubilidade em água, chegando a 125,6 mg mL⁻¹ de água (KASCHERES & CUNHA, 1989; HIRATA, 1995; PASCUAL-VILLALOBOS, 1996), o que pode explicar seu bom desempenho na aplicação prévia com extratos aquosos.

Os constituintes das folhas do fruto-do-conde, provavelmente, possuem maior solubilidade em álcool, pois tanto na estratégia de pulverização prévia (93,6%) quanto na

posterior (51,6%) obtiveram-se bons resultados. O efeito do fruto-do-conde pode ser devido à presença de acetogeninas, como a anonina ou anonacina, asimicina, bulatacina, bulatacinona e escuamocian, presentes em maior quantidade nas sementes (FERAS; LIU & MCLAUGHLIN, 1999; CORDEIRO; PINTO & RAMOS, 2000). A anonina tem propriedade citotóxica, agindo sobre a cadeia respiratória celular, por isso provoca 70% de mortalidade em alguns insetos, como o *Aedes aegypti* (CORDEIRO; PINTO & RAMOS, 2000). De uma maneira geral, as acetogeninas têm ação de intoxicação sobre os insetos via ingestão alimentar, inibição de crescimento, oviposição e também possui ação repelente. Essas substâncias podem ser extraídas das folhas, das raízes ou sementes em vários solventes, dentre eles a água e o etanol.

O cinamomo demonstrou efetividade de 64,5% na estratégia de pulverização prévia (Tabela 2) e de 70,5% na estratégia de pulverização posterior (Tabela 3), utilizando-se respectivamente álcool e água como líquidos extratores, corroborando o trabalho de HAMMAD *et al.* (2001), que consideraram que extratos aquosos e metanólicos mostraram efeitos comparáveis contra adultos da mosca-branca, indicando uma eficácia similar dos dois solventes na extração dos componentes bioativos de *M. azedarach*. Testando a mesma planta, SCHUSTER *et al.* (2009) verificaram que o extrato aquoso dos frutos (12%) e das folhas (20%) de cinamomo causou taxa de mortalidade de 87,5% e 92,5%, respectivamente, em pulgão *Aphis gossypii* (Hemiptera: *Aphididae*). Estudos anteriores realizados por SOUZA & VENDRAMIM (2001), utilizando concentrações menores (3%) em extratos aquosos de *M. azedarach* e também de *T. pallida*, sobre ovos e ninfas da mosca-branca (*B. tabaci*), no entanto, não surtiram bons resultados.

A trichilia demonstrou atividade inseticida apenas na estratégia de pulverização prévia, com o extrato alcoólico (90,4%). ROEL (1998) estudou o efeito de diferentes concentrações de extratos orgânicos (acetônico e metanólico) de ramos e folhas de *T. pallida* na mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* e constatou que, no que se referem aos ramos, os dois extratos foram igualmente ativos, enquanto que em relação às folhas, o extrato acetônico apresentou maior atividade que o metanólico. ROEL & VENDRAMIM (2006), verificando o efeito residual do extrato acetato de etila da planta sobre o mesmo inseto, detectaram que, além de ter efeito residual, o extrato causa mortalidade e atrasa o desenvolvimento tanto em lagartas recém-eclodidas como naquelas alimentadas a partir dos 10 dias de idade, o que pode indicar maior solubilidade dos componentes em solventes orgânicos. O conhecimento sobre os componentes químicos responsáveis pela atividade inseticida de *T. pallida* ainda é escasso, mas se acredita que compostos do grupo de terpenoides, que incluem a hirtina e as triquilinas, estejam envolvidos (SOUZA, 2004).

Na comparação dos extratos aplicados posteriormente à infestação, repetiu-se a tendência anterior, entre os isolados avaliados, de maior atividade daqueles obtidos com álcool. Nesse sentido, deve ser dado destaque aos extratos aquosos de eucalipto e

cinamomo, enquanto que nos alcoólicos os extratos mais eficientes foram de leucena, crisântemo, capim-limão, erva de santa maria e fruto-do-conde (Tabela 3).

Tabela 3 Porcentagem média de mortalidade de *Gyropsylla spegazziniana* por extratos vegetais aquosos a 20% e alcoólicos a 25%, pulverizados posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).

Tratamentos	Extratos Aquosos (%)	Extratos Alcoólicos (%)
Testemunha	0,0	0,0
Capim-limão	16,6	55,5
Eucalipto	77,7	11,1
Cinamomo	70,5	3,3
Fruto do conde	7,2	51,6
Leucena	36,6	100,0
Erva Santa Maria	40,5	55,5
Trichilia	0,0	0,0
Neem	26,1	48,3
Crisântemo	0,0	85,5

Os componentes das folhas das plantas com presença de óleo essenciais, como é o caso do capim-limão e do eucalipto, são solúveis no álcool, no éter de petróleo, no benzeno e nos solventes orgânicos e praticamente insolúveis em água (MAIRESSE, 2005). Percebe-se que, entre os extratos aquosos, o de eucalipto causou mortalidade de 77% (Tabela 3), o que, provavelmente, se deva à presença do tensoativo Tween 80® (polissorbato), que apresenta atividade emulsionante, o que pode ter formado uma emulsão com os componentes lipofílicos da planta, que podem ter sido arrastados pela água. Ainda, nos extratos aquosos do capim-limão são encontrados taninos e flavonoides, classes de metabólitos secundários, nas quais podem estar presentes importantes substâncias de defesa (MAIRESSE, 2005). O óleo de eucalipto foi testado por MAREGGIANI, RUSSO & ROCCA (2008), sobre *A. gossypii* e, durante a primeira hora de avaliação, obtiveram resultados de 55 a 100% de atividade inseticida. Os autores atribuíram essa eficácia à presença de 1,8 cineol.

CAVALCANTE, MOREIRA & VASCONCELOS (2006) perceberam que *L. leucocephala*, na forma de extrato aquoso, provocou aumento da mortalidade de ovos e ninfas de *B. tabaci*, de acordo com a concentração do extrato (3, 5, 7 e 10%), tendo atingido, em alguns tratamentos, 75% de mortalidade sobre as ninfas. Os autores relatam que esse efeito pode ter ocorrido devido aos taninos flavofênicos, presentes na plantas, que reduzem, significativamente, o crescimento e a sobrevivência de insetos, pois inativam enzimas digestivas e criam um complexo de taninos-proteínas de difícil digestão. Nesse experimento, contrariamente, o extrato aquoso de leucena provocou baixa ou nenhuma mortalidade, dependendo da estratégia de aplicação. Na aplicação prévia nenhuma mortalidade foi verificada e na posterior, verificou 36,6% de mortalidade (Tabela 2). Já na estratégia de aplicação pós-infestação, com o extrato etílico o resultado foi de mortalidade total (Tabela 3), no entanto, não se encontrou trabalho relacionado para comparação.

Em relação ao neem, apesar da reconhecida atividade inseticida, no presente estudo não o extrato alcançou 30% de atividade. Acredita-se que esse fato se deva à utilização das folhas da planta, cuja concentração de azadiractina, ainda que presente, está em menor proporção do que nas sementes, tal como discutido por MARTINEZ (2002). Também SILVA, BLEICHER & ARAÚJO (2003), para controle de *Bemisia argentifolii* em meloeiro, concluíram que os extratos de sementes, a 1; 2; 4; 8 e 16 g por 100 mL de neem reduziram significativamente a média de ninfas vivas, não diferindo da ação do inseticida padrão, porém, os extratos de folha não foram eficientes no controle de ninfas.

Deve-se ressaltar que, apesar da presença do ativo em menor concentração, as folhas, em determinadas épocas do ano, são abundantes e poderiam se constituir em matéria-prima para um eventual inseticida, caso o percentual de mortalidade fosse adequado.

Ainda, MORDUE (Luntz) & NISBET (2000) afirmaram que insetos de diferentes ordens reagem diferentemente em relação à ação da azadiractina, sendo a Lepidóptera extremamente sensível e a Coleóptera e a Hemíptera menos sensíveis a ela.

No caso do crisântemo, as substâncias arrastadas podem ter sido as piretrinas do grupo I, que são lipofílicas, justificando o efeito inseticida elevado, com o extrato etílico nessa concentração (Tabela 3).

Constatou-se que o número de extratos com eficácia foi maior na pós-infestação do que na pré-infestação, quando se avaliaram os extratos aquosos. E, em alguns extratos alcoólicos, tanto na aplicação prévia quanto na posterior, os resultados foram similares, como no fruto-do-conde e no capim-limão. Esses efeitos podem ter ocorrido devido ao fato de que alguns dos componentes inseticidas, presentes nas plantas estudadas, podem apresentar múltiplos mecanismos de ação, como o efeito de contato (que pode ser residual, onde o ingrediente ativo aplicado num determinado local permanece em dosagens letais para um organismo alvo por um tempo prolongado ou o efeito instantâneo – *knockdown* – em que o efeito sobre o organismo que se quer combater é imediato); por ingestão, em que o ativo penetra no organismo alvo por via oral, para tanto, no caso de insetos sugadores, o produto deve ter ação sistêmica; e fumigante, em que o inseticida alcança o organismo alvo na forma de vapor, através de suas vias respiratórias.

1.13 Avaliação dos Extratos Aquosos e Alcoólicos na Concentração de 10% - Bioensaio 3

Verificou-se que, dentre os extratos aquosos e também o óleo de sementes de neem, aplicados previamente à infestação, este último apresentou maior atividade contra os

insetos, alcançando 45% de mortalidade, enquanto que o extrato de crisântemo causou a mortalidade de apenas 24,6% (Tabela 4).

Tabela 4 Porcentagem média de mortalidade de *Gyropsylla spegazziniana* por extratos vegetais aquosos a 10%, pulverizados previamente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).

Tratamentos	Mortalidade
Testemunha	00,0 b
Crisântemo	24,6 a
Organic neem®	45,0 a
p-valor	0,0016
CV (%)	33,01

Notas: - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;
- Dados originais foram transformados em $\arcseno\sqrt{x}$.

A ação do óleo de neem e do crisântemo foi semelhante, visto que houve um pico maior no primeiro dia, com 21 (46,6%) e 17 (37,7%) insetos afetados, respectivamente, e houve pouca alteração nos outros dois dias de avaliação, evidenciando o mecanismo de ação instantâneo, que pode ter ocorrido por absorção (contato), apesar da baixa eficácia nessa concentração (Figura 4).

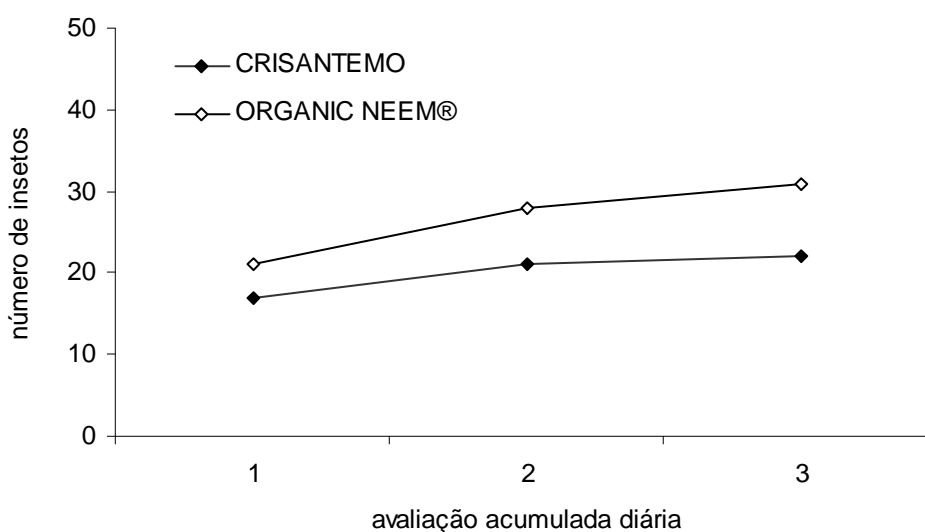


Figura 4 Avaliação diária de mortalidade acumulada de *Gyropsylla spegazziniana* para estratégia de pulverização prévia em extratos aquosos a 10%.

Em relação aos extratos alcoólicos, todos os pulverizados previamente à infestação apresentaram baixa atividade, não provocando mortalidade de 50% (Tabela 5). Ainda assim, ressalta-se a ação do capim-limão e do fruto-do-conde, cuja atividade atingiu, respectivamente, 46 e 42%, provavelmente devido à diluição dos componentes secundários ocorrida neste experimento, em relação ao experimento de avaliação em concentrações mais elevadas.

Tabela 5 Porcentagem média de mortalidade de *Gyropsylla spegazziniana* por extratos vegetais alcoólicos a 10%, pulverizados previamente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).

Tratamentos	Mortalidade
Testemunha	00,0 b
Cinamomo	20,3 a
Eucalipto	22,0 a
Trichilia	29,0 a
Fruto do conde	42,0 a
Capim-limão	46,3 a
p-valor	0,0005
CV (%)	25,15

Notas: - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;
 - Dados originais foram transformados em $\arcseno\sqrt{x}$.

Dentre as famílias botânicas, as *Meliaceae*s vêm se destacando como uma das mais estudadas, devido ao número de espécies com bioatividade e a eficiência dos seus extratos. Diversos autores obtiveram resultados positivos em relação ao cinamomo (SOUZA & VENDRAMIM, 2000; BRUNHEROTTO & VENDRAMIM, 2001; TORRES; BARROS & OLIVEIRA, 2001; MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003; MARCOMINI *et al.*, 2009; MARONEZE & GALLEGOS, 2009; MIGLIORINI; LUTINSKI & GARCIA, 2010) e a *Trichilia* (ROEL *et al.*, 2000a; ROEL *et al.*, 2000b; TORRECILLAS & VENDRAMIM, 2001; VENDRAMIM & THOMAZINI, 2001; SOUZA & VENDRAMIM, 2001; BOGORNÍ & VENDRAMIM, 2003; BOIÇA JÚNIOR *et al.*, 2005). Entretanto, no presente estudo, as referidas plantas não alcançaram resultados significativos que justifiquem seu uso nessa concentração.

Verificou-se que o capim-limão apresentou atividade inseticida desde o primeiro dia, persistindo o efeito em proporções menores, mas constantes, visto que no primeiro dia morreram 15 (33,3%), no segundo 9 (20%) e no terceiro 6 (13,33%) insetos. O cinamomo matou 5 (11,15%) no primeiro dia e nenhum no segundo, com 8 insetos mortos, alcançou um pico no terceiro dia (40%), demonstrando efeito residual, com relativa lentidão. O fruto-do-conde, a *trichilia* e o eucalipto reduziram sua eficácia entre o 2º e o 3º dias, demonstrando seus melhores resultados nos primeiros dias de leitura, com maior número de insetos mortos (25, 20 e 17, respectivamente), evidenciando ação de contato (Figura 5).

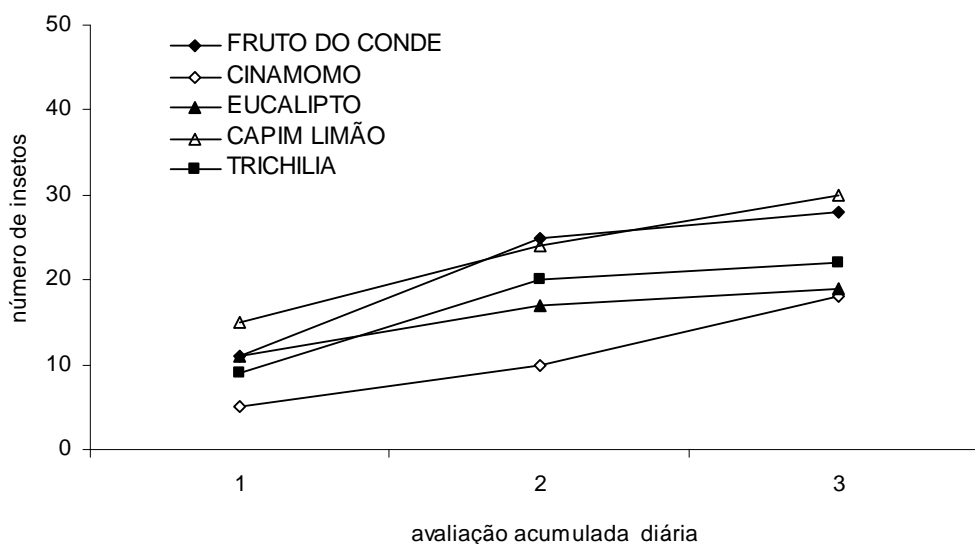


Figura 5 Avaliação diária de mortalidade acumulada de *Gyropsylla spegazziniana* para estratégia de pulverização prévia em extratos alcoólicos a 10%.

Quando os extratos foram aplicados posteriormente à infestação, apenas o produto comercial demonstrou positividade intermediária, diferindo estatisticamente da testemunha.

Vale ressaltar que o coeficiente de variação com valor de 69,89 demonstra grande diferença de mortalidade entre as repetições (Tabela 6).

Tabela 6 Porcentagem média de mortalidade de *Gyropsylla spegazziniana* por extratos vegetais aquosos e pelo produto comercial a 10%, pulverizados posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).

Tratamentos	Mortalidade
Testemunha	0,0 b
Eucalipto	9,0 b
Cinamomo	23,5 a
Organic neem	60,7 a
p-valor	0.0039
CV (%)	69.89

Notas: - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;

- Dados originais foram transformados em $\arcseno\sqrt{x}$.

AZEVEDO *et al.* (2005), utilizando Natuneem[®], produto à base de óleo de neem, obtiveram resultados semelhantes, sobre ninfas de *B. tabaci* (66,5%). TOMKIEL (2007), testando em campo o produto comercial DalNeem[®], obteve um resultado próximo ao obtido nesse experimento (48,13%), com a concentração de 10%, sobre a *G. spegazziniana*.

O cinamomo e o eucalipto tiveram comportamentos semelhantes, tendo picos de mortalidade no 3º dia (11 insetos, 26,6% e 12 insetos, 24,4%), indicando efeito residual e/ou deterrente. Diferentemente, o Organic neem apresentou no primeiro dia taxas de mortalidade maiores, sendo 18 (40%), 8 (17,7%) e 2 (4,4%), no primeiro, segundo e terceiro

dias, respectivamente, demonstrando seu efeito de contato imediato sobre a ampola-da-erva-mate (Figura 6).

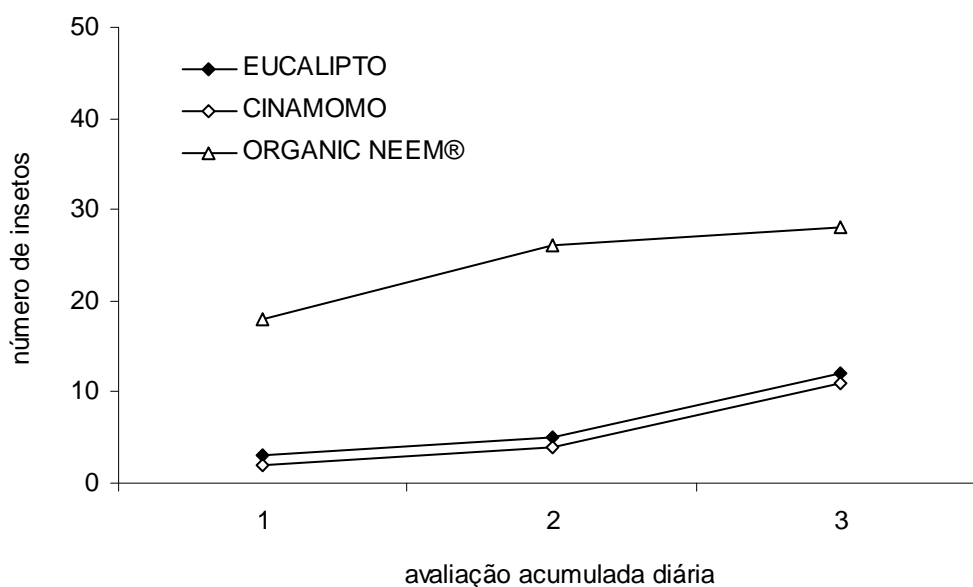


Figura 6 Avaliação diária de mortalidade acumulada de *Gyropsylla spegazziniana* para estratégia de pulverização posterior em extratos aquosos a 10%.

Na avaliação dos extratos alcoólicos aplicados posteriormente à infestação, com exceção do capim-limão, os demais extratos causaram mortalidade inferior a 50%, não demonstrando a eficácia desejada (Tabela 7).

MIRANDA *et al.* (2009) avaliaram o extrato etílico de flores crisântemo na concentração de 0,5%, 1%, 2%, 4%, pulverizando-o sobre ninfas de mosca-branca (*Bemisia tuberculata* Bondar) (Hemiptera: *Aleyrodidae*), em folhas de mandioca e concluíram que, nessas concentrações, o crisântemo não causou mortalidade significativa.

Tabela 7 Porcentagem média de mortalidade de *Gyropsylla spegazziniana* por extratos vegetais alcoólicos a 10%, pulverizados posteriormente à infestação (temperatura = 26 °C; fotofase de 12 horas).

Tratamentos ¹	Mortalidade
Testemunha	0,0 d
Erva santa maria	1,8 d
Crisântemo	0,0 d
Fruto do conde	27,0 bc
Leucena	41,0 b
Capim-limão	70,3 a
p-valor	0.000
CV (%)	18,6

Notas: - Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância;
 - Dados originais foram transformados em $\arcseno\sqrt{x}$.

GAZOLA *et al.* (2009), conduzindo experimento similar, nas mesmas concentrações e com o mesmo líquido extrator, constataram que, sobre o percevejo de renda da mandioca, *Vatiga manihotae* (Hemíptera: *Tingidae*), o crisântemo também não foi eficaz.

Vale ressaltar que, neste experimento, foi utilizada uma concentração mais elevada em relação aos autores citados acima e, mesmo assim, não se obteve mortalidade.

Confirma-se a solubilidade em álcool de ativos presentes no extrato de capim-limão, visto que, com o líquido extrator etanólico, obtiveram-se resultados significativamente superiores, em relação aos demais e à testemunha (Tabela 7). Dentre outras substâncias, são encontrados no capim-limão o citral, mirceno, flavonoides, alcaloides e triterpenos, o que lhe confere atividades inseticidas, tal como discutido por RAJAPAKSE & VAN EMDEN (1997).

É provável, que nesse extrato se tenha quantidade expressiva de óleos essenciais da planta que sabidamente têm ação inseticida. Essa atividade de óleos essenciais pode ocorrer de diversas formas, causando mortalidade, deformações, deterrência e repelência em diferentes estágios de desenvolvimento. LIMA *et al.* (2008), utilizando o óleo das folhas de capim-limão sobre o pulgão-da-couve, *Brevicoryne brassicae* (L.), perceberam que o extrato provocou efeito repelente/deterrente. A atividade inseticida foi relatada para o óleo essencial de *C. citratus* contra larvas do mosquito da dengue *A. aegypti*, o qual se mostrou promissor (FURTADO *et al.* 2005). SANTOS, PASIN & VELHO (2010), testando extratos aquosos da mesma planta, na concentração de 50%, no controle da lagarta *Dione Juno Juno* (CR., 1779) (Lepidóptera: *Nymphalidae*), verificaram que os mesmos foram efetivos.

Na concentração de 10%, a erva de santa maria manteve uma mortalidade regular, com 4 (8,8%), 1 (2,2%) e 3 (6,6%) insetos mortos, respectivamente, nos três dias de leitura; o fruto-do-conde teve seu pico de mortalidade no 2º dia, com 8 insetos mortos (24,4%); a leucena e o capim-limão demonstraram maior eficácia no terceiro dia com 13 (29%) e 10 insetos mortos (22,2%), respectivamente. Esses resultados indicam uma ação mais lenta, que pode ter sido deterrente e/ou residual (Figura 7).

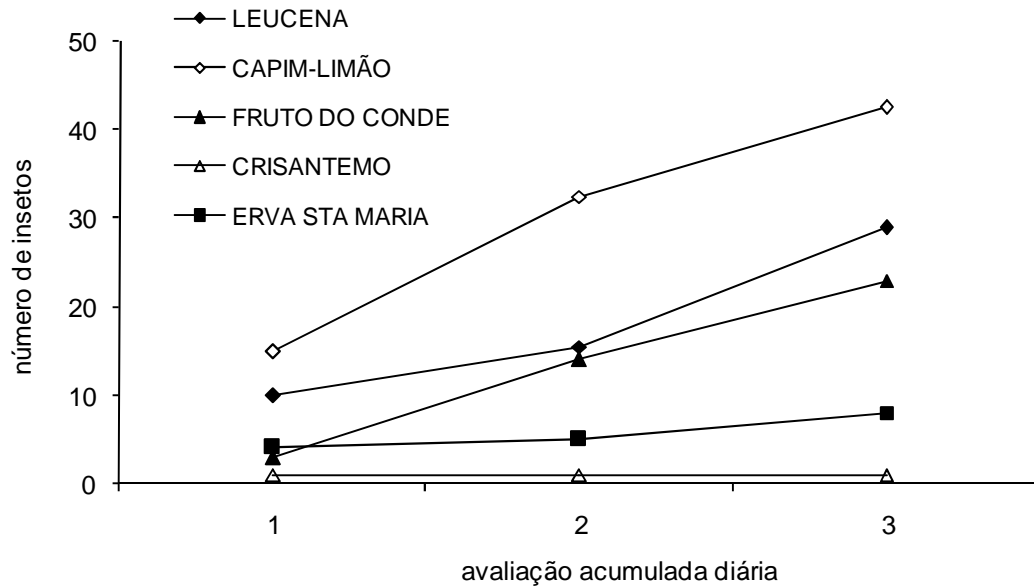


Figura 7 Avaliação diária de mortalidade acumulada de *Gyropsyla spegazziniana* para estratégia de pulverização posterior em extratos alcoólicos a 10%.

De fato, são muitas as variáveis que podem interferir nos resultados de um experimento, desde o horário, o local da coleta, a parte utilizada das espécies vegetais, a forma de tratamento, o modo de extração e a concentração dos extratos, o líquido extrator utilizado e, ainda, a forma de aplicação e a suscetibilidade do inseto em estudo.

TAVARES & VENDRAMIM (2005) afirmam que os resultados obtidos em seu trabalho sugerem que os compostos com atividade inseticida presentes em *C. ambrosioides* não podem ser extraídos por meio de solventes de alta polaridade, devendo-se dar prioridade a solventes de média ou baixa polaridade (como clorofórmio e hexano). Além disso, os mesmos autores afirmam que PETERSON *et al.* (1989) isolaram quatro frações a partir de extratos hexânico e etanólico de frutos de *C. ambrosioides*, e constataram efeito inseticida em relação a adultos de *S. zeamais* e *T. castaneum*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, para a maioria das espécies, todas as partes da planta possuem ingrediente efetivo, porém, a concentração é mais alta nas sementes. Essa concentração depende também das condições ambientais, época de colheita e do tratamento durante o processamento, bem como das condições de secagem e armazenamento (MARTINEZ, 2002). Para utilização nestes experimentos, as plantas foram tratadas seguindo-se recomendações farmacotécnicas, no entanto, a coleta ocorreu em diferentes épocas do ano, visto que se optou por coletas periódicas, pois o prazo de validade dos pós não é muito longo (não mais que três meses). Da mesma forma, o crisântemo foi adquirido de floriculturas, periodicamente.

Embora os resultados sejam positivos, há necessidade de ampliar esses estudos, utilizando-se outros solventes e outras partes das plantas. O presente estudo foi conduzido em laboratório, e, além de os insetos terem sido manipulados, utilizaram-se gaiolas para sua manutenção, esses fatos podem ter interferido negativamente nos resultados obtidos, tendo em vista a fragilidade dos mesmos. Assim, recomenda-se, que estudos posteriores em campo sejam realizados, para confirmação dos resultados obtidos aqui.

Ainda poderão ser testados outros efeitos em diferentes ínstares, pois, de acordo com SOUZA (2004), os ínstares iniciais são mais sensíveis, bem como podem ser testados outros efeitos desses solventes sobre ovos.

Assim, também devem ser estudados os prováveis efeitos translaminares e de translocação sobre a atividade inseticida, pois, nem sempre, a aplicação atinge diretamente o corpo do inseto e pode não ocorrer ação residual, pelo contato do inseto com superfícies tratadas.

O cinamomo, a leucena, o fruto do conde, o eucalipto e o capim-limão são plantas comuns na Região Sul do Brasil e, por seus compostos inseticidas também estarem presentes nas folhas, tornam-se espécies mais promissoras, pela maior disponibilidade de material para preparo de extratos e pela maior sustentabilidade de sua retirada sem comprometimento da planta.

Estudos quanto à toxicidade desses componentes para o ser humano, bem como quanto à palatabilidade seriam importantes, da mesma forma.

CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, pode-se concluir que:

1. Os extratos aquosos têm baixa atividade inseticida em relação aos extratos alcoólicos;
2. A forma de aplicação dos extratos interfere na ação, assim como a concentração e o líquido extrator selecionados;
3. Os extratos alcoólicos de fruto-do-conde, leucena e capim-limão, além do produto comercial à base de óleo de sementes de neem a 10%, têm maior ação inseticida e potencial para utilização no controle da praga.

REFERÊNCIAS

- ABUDULAI, M.; SHEPARD, B. M.; SALIFU, A. B. Field evaluation of a neem (*Azadirachta indica* A. Juss) based formulation Neemix® against *Nezara viridula* (L.) (Hemíptera: *Pentatomidae*) in cowpea. **International Journal of Pest Management**. London, v. 49, n. 2, p.109–113, 2003.
- ALMEIDA, F. A. C.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA J. P. G. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus spp.* **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.
- ALVES, L. F. A.; LEITE, L. G.; OLIVEIRA, D. G. P. Primeiro Registro de *Zoopthora radicans* (Brefeld) (Entomophthorales: *Entomophthoraceae*), sobre adultos da ampola da erva-mate (*Gyropsylla spegazziniana* Lizer & Trelles) (Hemíptera: *Psyllidae*), no Brasil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 5, p. 697-698, 2009.
- ALVES, L. F. A.; SANTANA, D. L. Q., NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, R. C. Ácaros fitófagos da erva-mate: situação atual e perspectivas de controle. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, 3, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 39-42.
- ALVES, S. B.; HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; REYES, A. E. L. **Utilização de fórmulas para correção de mortalidade**. Disponível em: <<http://www.lef.esalq.usp.br/cm/intro.php>>. Acesso em: 10 jun. 2010.
- AMBIENTE BRASIL. **Silvicultura da erva-mate: pragas e doenças**. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/silvicultura/silviculturadaerva-mateiipragasedoenças.html>. Acesso em: 8 maio 2009.
- ANUÁRIO Brasileiro da Erva-Mate**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 79 p. 2000.
- AZEVEDO, F. R.; J. A. GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; LIMA, M. A. A. Eficiência de produtos naturais para o controle de *bemisia tabaci* biótipo b (Hemíptera: *aleyrodidae*) em meloeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 73-79, 2005.
- BLEICHER, E.; GONÇALVES, M. E. C.; SILVA, L. Efeito de derivados de neem aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 110-113, 2007.
- BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia spp.* sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: *Noctuidae*) em milho. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2003.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; TORRES, A. L.; CHAGAS FILHO, N. R. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: *Plutellidae*) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 45-50, 2005.
- BONDARIK, R.; KOVALESKI, J. L.; PILATTI, L. A. A produção de erva-mate e a iniciação industrial do Paraná. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 19, 2006. Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: DEADM/UEPG, 2006. p. 1-8.

BORGES, L. R., LÁZZARI, S. M. N.; LÁZZARI, F. A. Comparação dos sistemas de cultivo nativo e adensado de erva mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil., quanto à ocorrência e flutuação populacional de insetos. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 563-568, 2003.

BORGES, L. R.; LAZZARI, S. M. N. Flutuação populacional de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer y Trelles) (Hemíptera: *Psyllidae*) em dois sistemas de cultivo de erva-mate, *Ilex paraguariensis* A. ST.-HIL. (*Aquifoliaceae*). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 563-568, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS. **AGROFIT - Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 5 maio 2009.

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidóptera: *Gelechiidae*) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 455-460, 2001.

BURTNIK, O. J. Manual del Pequeño Yerbatero Correntino. INTA, AER Santo Tomé, Corrientes, Argentina. 58p. 2003. Disponível em: <<http://www.inta.gov.ar/mercedes/info/Pubdiversas/Manual%20INTAdeYerba.pdf>>. Acesso em maio 2009.

CARPANEZZI, A. A. Cultura do mate no Brasil: conflitos e lacunas. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. (Ed.), **Erva-mate: biologia e cultura no cone sul**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 1995. p. 43-47.

CARRARO, G. **Agrotóxico e meio ambiente: uma proposta de ensino de ciências e química**. UFRGS, Instituto de Química (Campus do Vale) Área de Educação Química. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1997.

CAVALCANTE, G. M.; MOREIRA, A. F. C.; VASCONCELOS, S. D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca-branca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 9-14, 2006.

CHEMNETBASE. **Dictionary of organic compounds**. Disponível em: www.chemnetbase.com. Acesso em: 14 maio 2010.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M. Atratividade de armadilhas coloridas a *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer, 1917) (Homóptera: *Psyllidae*). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n: 2 p. 183-185, 1997.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; SABEDOT, S. M. Caracterização e danos da ampola-da-erva-mate. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 13, p. 50-53, 2000.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; ZIDKO, A. Estimativa das gerações anuais de *Gyropsylla spegazziniana* (LIZER, 1917) em função de sua exigência térmica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 385-391, 2002.

CORDEIRO, M. C. R.; PINTO, A. C. Q.; RAMOS, V. H. V. O cultivo da pinha, fruta do conde ou ata no Brasil. **Circular Técnica EMBRAPA Cerrados**, Planaltina, n. 9, p. 10-11, 2000.

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P.; FIÚZA, L. M.. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo, RS, v. 26 n. 2, p. 173-185, 2004.

DA CROCE, D. M. **Cadeias produtivas de Santa Catarina**: Erva-mate. Florianópolis: Epagri, 2000. 41 p.

DEQUECH, S. T. B.; EGEWARTH, R.; SAUSEN, C. D.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. P. Ação de extratos de plantas na oviposição e na mortalidade da traça-das-crucíferas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 551-554, 2009.

DEQUECH, S. T. B.; SAUSEN, C. D.; LIMA, C. G.; EGEWARTH, R. Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: *Chrysomelidae*), em laboratório. **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 41-46, 2008.

DÍAZ, C. F. Perspectivas del manejo integrado de plagas em yerba mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1º; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2ª, 1997, Curitiba, PR, **Anais...** Curitiba, PR, 1997. p. 371-389.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Circular técnica n. 28**. Disponível em: http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/circular tecnica/ct_28/introducao.htm. Acesso em: 10 mar. 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo da erva-mate**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Erva-mate/CultivodaErvaMate/index.htm>. Acesso em: 10 mar. 2010.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; LIMA, A. P.; ARGOLO V. M. **Avaliação de plantas com potencial inseticida no controle da vaquinha-do-feijoeiro (*Ceratomyxa tingomarianus* Bachyné)**. Rio Branco: EMBRAPA, 2002. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; n. 37, 42 p.).

FERAS, Q. A.; LIU, X.; MCLAUGHLIN, J. L. Annonaceous acetogenin: Recent progress. **Journal of Natural Products**. Washington, DC, v. 62, p. 504-540, 1999.

FERNANDES, F. L.; FERNANDES, M. E. S.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, R. M.; SANTOS, C. I. M. Armadilhas para captura de mosca branca e parasitoide em tomateiro: redução de inseticidas no fruto. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer. Goiânia, v. 7, p. 1-9, 2009.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para *Windows* versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, p. 255-258, 2000.

FURTADO, R. F.; LIMA, M. G. A.; ANDRADE NETO, M.; BEZERRA, J. N. S.; SILVA, M. G. V. Atividade larvicida de óleos essenciais contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: *Culicidae*). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 34, n. 5, p. 843-847, 2005.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTTO, C. **Entomologia agrícola**, Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GARCIA, J. L. M. **O nim indiano**: o bioprotetor natural. Série Agricultura Alternativa. Junho. 2000. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/doc/nim.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2009.

GAZOLA, D.; BELLON, P. P. RHEINHEIMER, A. R.; MIRANDA, A. M.; SCHERER, W. A.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L. F. A. Efeito do Extrato de Crisântemo sobre o Percevejo de Renda da Mandioca *Vatiga manihotae* (Hemiptera: *Tingidae*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 2541-2544, 2009.

GONÇALVES, M. E. C.; OLIVEIRA, J. V.; BARROS, R.; TORRES, J. B. Efeito de Extratos Vegetais sobre Estágios Imaturos e Fêmeas Adultas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: *Tetranychidae*). **Neotropical Entomology**, Piracicaba, n. 30, v. 2, p. 305-309, 2001.

GRIGOLETTI JR, A. J.; AUER, C. G.; MASCHIO, L. M. A. Doenças em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) na região sul do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 32, p. 43-51, 1996.

GRIGOLETTI JR, A. J.; SANTOS, A. F.; AUER, C. G. Doenças da erva mate no Brasil. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Curitiba, PR, 1997. **Anais...** Curitiba - PR, 1997. p. 359-370.

HAMMAD, E. M. A.; NEMER, N. M.; HAWI, Z. K.; HANNA, L. T. Responses of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, to the chinaberry tree (*Melia azedarach* L.) and its extracts. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 137, p. 79-88, 2005.

HAMMAD, E. M. A.; ZOUR NAJIAN, H.; TALHOUK, S. Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adults of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Hom., *Aleyrodidae*). **Journal Applied Entomology**, Warwick, v. 125, p. 483-488, 2001.

HERNÁNDEZ, C. R.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de *Meliaceae* sobre *Spodoptera frugiperda*. **Revista Agricultura**, Piracicaba, v. 72, p. 305-318, 1997.

HILLOCK, D.; BOLIN, P. Earth-kind gardening series botanical pest controls. **Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets**. Disponível em: <http://osufacts.okstate.edu>. Acesso em: 21 maio 2009.

HIRATA, R. Piretroides: Estrutura química e atividade biológica. **Química Nova**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 368-374, 1995.

IBHAIM, M. A.; KAINULAINEN, P.; AFLATUNI, A.; TIILIKKALA, K.; HOLOPAINEN, J. K. Inseticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: With special reference to limonene and its suitability for control of insect pests. **Agricultural and food science in Finland**. Finland, v. 10, p. 243-259, 2001.

IEDE, E. T. Considerações sobre a entomo-fauna da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: SEMINÁRIO SOBRE PERSPECTIVAS FLORESTAIS, SILVICULTURA DA ERVA-MATE, 10, 1985, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Florestas, 1985. p. 111-117. (Documento 15).

IEDE, E. T.; MACHADO, D. C. Pragas da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) e seu controle. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 18/19, p. 51-60, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: http://www.google.com.br/search?sourceid=navclient&hl=pt-BR&ie=UTF-8&rlz=1T4ADBR_pt-BRBR309BR310&q=ibge+2009. Acesso em: 03 abr. 2009.

KASCHERES, C.; CUNHA, I. B. S. Piretroides como uma classe de inseticidas. Aplicação, desenvolvimento químico e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 272-281, 1989.

LEATEMIA, J. A. Efficacy of crude seed extracts of *Annona squamosa* against diamondback moth, *Plutella xylostella* L. in the greenhouse. **International Journal of Pest Management**, Londres, v. 50, n. 2, p. 129-133, 2004.

LEITE, M. S. P. **Biologia e determinação do dano de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer y Trelles, 1919) (Hemíptera, Psyllidae) na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hílare)**. 2002. 84 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - UFPR. Curitiba, 2002.

LEITE, M. S. P.; ZANOL, K. M. R. Biologia e morfologia de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer y Trelles) (Hemíptera, Psyllidae) **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 30, n. 1, 2, 3, 4, p. 19-34, 2001.

LEITE, M. S. P.; ZANOL, K. M. R.; IEDE, E. T.; PENTEADO, S. R. C. Flutuação populacional de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer y Trelles) (Hemíptera, Psyllidae) e de seus inimigos naturais em erva-mate no município de São Mateus do Sul, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**. São Paulo, v. 51, n. 4, p. 520-523, 2007.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; VIEIRA, S. S.; MELO, B. A.; FILGUEIRAS, C. C. Composição dos óleos essenciais de anis-estrelado *Illicium verum* L. e de capim-limão *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf: avaliação do efeito repelente sobre *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemíptera: Aphididae). **BioAssay**. Piracicaba, v. 3, n.8, p. 1-6, 2008.

LOWERY, D. T. **Effects of extracts from Neem, *Azadirachta Indica* (A. Juss.), on aphids (Homóptera: Aphididae) with respect to their control**. 1992. Plant Science. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2429/3023>; UBC Retrospective Theses Digitization Project [http://www.library.ubc.ca/archives/retro_theses/]. Acesso em: 27 maio 2009.

LOWERY, T.; ISMAN, M. B. Insect growth regulating effects of neem extract and azadirachtin on aphids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. Bélgica, v. 72, n. 1, p. 77-84, 1994.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, E. M. M. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 103-106, 2007.

MAIRESSE, L. A. S. **Avaliação da bioatividade de extratos de espécies vegetais enquanto excipientes de aleloquímicos**. 2005, 330 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MARCOMINI, A. M.; ALVES, L. F. A.; BONINI, A. K.; MERTZ, N. R.; SANTOS, J. C. Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de nim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleóptera, Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 3, p. 409-416, 2009.

MAREGGIANI, G., RUSSO, S.; ROCCA, M. Eucalyptus globulus (*mirtaceae*) essential oil: efficacy against aphis gossypii (Hemíptera: aphididae), an agricultural pest. **Revista Latino-americana de Química**, Monterrey, v. 36, n. 1, p. 16-21, 2008

MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquosos de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imaturas e reprodutivas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 537-550, 2009.

- MARTINEZ, S. S. **O nim - *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção.** Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. 142 p.
- MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleóptera: *Bruchidae*) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Piracicaba, v. 32, n. 1, p. 145-149, 2003.
- MELLO, M. O.; SILVA-FILHO, M. C. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 71-81, 2002.
- MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola.** Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 2005, 58 p. (Documento 205).
- MIGLIORINI, P.; LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Eficiência de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (Geramr, 1824) (Coleóptera: *Chrysomelidae*), em laboratório. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 83-89, 2010.
- MIRANDA, A. M.; BELLON, P. P. RHEINHEIMER, A. R.; SCHERER, W. A.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L. F. A.; PINTO JUNIOR, A. S.; HACHMANN, T. L. Utilização de extrato de crisântemo no controle da mosca-branca (*Bemisia tuberculata* Bondar) (Hemíptera: *Aleyrodidae*) em mandioca. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 2521–2524, 2009.
- MORDUE (LUNTZ), A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its actions against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.
- MORENO, S. C.; SILVERIO, F. O.; PICANÇO, M. C.; ALVARENGA, E. S.; SILVA, V. F.; CAMPOS, M. R.; Toxicidade de novos piretroides brasileiros sobre o curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latreille) (Lepidóptera: *Pieridae*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. **Resumos...** Maringá, PR, 2008. ABH. p. S4147s4153 (CD – ROM). Disponível em: www.abhorticultura.com.br/. Acesso em: 26 maio 2009.
- NASCIMENTO, F. J.; DINIZ FILHO, E. T.; MESQUITA, L. X.; OLIVEIRA, A. M.; PEREIRA, T. F. C. Extractos vegetales en el control de plagas. **Revista Verde**. Mossoró, v.3, n.3, p. 01-05, 2008.
- NERI, D. K. P.; GÓES, G. B.; MARACAJÁ, P. B; MEDEIROS, D. C. Efeito do extrato aquoso de nim sobre *bemisia tabaci* biótipo b (gennadius) (Hemíptera: *Aleyrodidae*), em meloeiro. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 48-53, 2006.
- OLIVEIRA M. D.; CONCEIÇÃO, J. L. A.; BARBOSA, F. R.; LIMA, L. L. Controle do psilídeo-da-goiabeira (trlozoida LIMBATA) com silício, nim e Imidacloprido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 2008, Uberlândia, MG. **Resumos...** ID: 840-2, nov. 2008. Disponível em: http://www.cpatna.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB2016.pdf. Acesso em: maio 2009.
- OLIVEIRA, J. V., VENDRAMIM, J. D.: Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleóptera: *Bruchidae*) em sementes de feijoeiro. **Anais Sociedade Entomológica Brasileira**. Londrina, v. 28, n. 3, p.549-555, 1999.
- PANSERA, M. R.; SANTOS, A. C. A.; PAESE, K.; WASUM, R. ROSSATO, M.; ROTA, L. D.; PAULETTI, G. F.; SERAFINI, L. A. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 13, n. 1 p. 17-22, 2003.

PASCUAL-VILLALOBOS M. J. Avaliação da actividade insecticida de extractos vegetales de *Chrysanthemum coronarium*. **Boletim de Previdência Vegetal e Plagas**, v. 22, n. 2, p. 411-420, 1996.

PENTEADO, S. R. C. Principais pragas da erva-mate e medidas alternativas para seu controle. In: WINGE, H.; FERREIRA, A. G.; MARIATH, J. E. A.; TARASCONI, L. C. (Ed.), **Erva-mate: biologia e cultura no Cone sul**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 1995. p. 109-120.

PENTEADO, S. R. C.; IEDE, E. T.; LEITE, M. S. P. **Pragas da erva mate: perspectivas de controle**. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2º; REUNIÃO TÉCNICA DA ERVA MATE, 3ª, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Edição dos Organizadores, 2000. p. 27-38. 488 p. Coord. Por Helga Winter.

PRAT KRICUN, S. D. Informe sobre investigaciones realizadas no período de 1984-85: **INTA. E. E. A. Cerro Azul**, Misiones, 1986. 32 p. (Miscelanea, 15).

PROCÓPIO, S. O.; VENDRAMIM, J. D. RIBEIRO JÚNIOR, J. I. SANTOS, J. B. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação à *Sitophilus zeamais* mots. (Coleóptera: *Curculionidae*) **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 27, n. 6, p. 1231-1236, 2003.

QUINTELA, E. D.; PINHEIRO, P. V. Redução da oviposição de bemisia tabaci (Genn.) biótipo B (Hemíptera: *Aleyrodidae*) em folhas de feijoeiro tratadas com extratos botânicos. **BioAssay**, Piracicaba, v. 4, n. 8, p. 1 -10, 2009.

RAJAPAKSE, R.; VAN EMDEN, H. F. Potential of tour vegetable oils tem botanicals powers for reducing infestation of cowpeas by *callosobruchus maculates*, *C. chinesis* and *C. rhodessianus*. **Journal of Ethnopharmacology**, London, v. 33, n.1, p. 56-68, 1997.

RIBEIRO, L. P.; BIERMANN, A. C.; DORNELES, M. P.; DEQUECH, S. T. B. Efeito de extratos de plantas inseticidas sobre a preferência alimentar de *Ascia monuste orseis* (Lepidóptera: *Pieridae*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17; ENCONTRO DE POS-GRADUAÇÃO, 10. Pelotas, RS, 2008. **Anais...** UFPEL, 2008. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_00623.pdf. Acesso em: 22 maio 2009.

RIBEIRO, M. M. **Influência da adubação nitrogenada na Incidência de Gyropsylla spegazziniana (Hemíptera: Psyllidae) praga da erva-mate cultivada**. 2005. 151 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ROEL, A. R. **Efeito de extratos orgânicos de Trichilia pallida Swartz (Meliaceae) na sobrevivência e desenvolvimento de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae)**. 1998. 115 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 1998.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 1, n. 2, p. 43-50, 2001.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito residual do extrato acetato de etila de Trichilia pallida Swartz (Meliaceae) para lagartas de diferentes idades de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidóptera: Noctuidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, 2006.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Atividade tóxica de extratos orgânicos de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-808, 2000a.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (*Meliaceae*) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 53-58, 2000b.

SABEDOT, S. M.; MILANEZ, J. M.; GARCIA, F. R. M.; CHIARADIA, L. A. Biologia de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer, 1917) (Hemíptera: *Psyllidae*) em laboratório. **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 30, n. 1, 2, 3, 4, p. 19-34, 2001.

SAINI, E. D.; DE COLL, O. R. **Enemigos naturales de los insectos y ácaros perjudiciales al cultivo de la yerba mate en la Argentina**. Montecarlo: INTA. E. E. A., 1993. 32 p.

SAITO, M. L. **As plantas praguicidas**: alternativa para o controle de pragas da agricultura. EMBRAPA - Meio Ambiente. Jaguariúna, 2004. Disponível em http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Saito_plantasID-xWZZuffPN5.pdf. Acesso em: 4 maio 2009.

SAITO, M.; POTT, A.; FERRAZ, J. M. G.; NASCIMENTO, R. S. Avaliação de plantas com atividade deterrente alimentar em *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) e *Anticarsia gemmatalis*, HUBNER **Pesticidas**: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba, v. 14, p. 1-10, 2004.

SALGADO, A. P. S.; CARDOSO, M. G.; LIMA, R. K.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. **Bioatividade do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.), sobre pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) (SBQ)**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30. Águas de Lindóia – SP, 2007. Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T1083-2.pdf>. Acesso em: 23 maio 2009.

SANTIAGO, G. P.; PÁDUA, L. E. M.; SILVA, P. R. R.; CARVALHO, E. M. S.; MAIA, C. B. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (Lepidóptera: *Noctuidae*) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 32, n. 3, p. 792-796, 2008.

SANTOS, E.; PASIN, L. A.; VELHO, N. C. Estudo do efeito do extrato de arruda (*R. graveoleons* L.), capim-limão (*C. citratus* s.) e confrei (*Symphilum* sp. L) no controle da lagarta *Dione J. Juno* (CR., 1779) (Lepidóptera: *Nymphalidae*). In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 6, 2006. Universidade do Vale do Paraíba. **Anais on line**. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/inic/inic/02/INIC0000201_ok.pdf. Acesso em: 2 jun. 2010.

SANTOS, T. M.; COSTA, N. P.; TORRES, A. T.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Effect of neem extract on the cotton aphid. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 11, p. 1071-1076, nov. 2004.

SCHUSTER, M. Z.; ROHDE, C.; BROETTO, D.; SZYMCZAK, L. S. Efeito Inseticida de Extrato aquoso de cinamomo e macela em pulgão *Aphis gossypii* (Hemíptera: *Aphididae*) em pepino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v. 4 n. 2, p. 2416-2419, 2009.

SILVA, L. D.; BLEICHER, E.; ARAÚJO, A. C. Eficiência de azadiractina no controle de mosca-branca em meloeiro sob condições de casa de vegetação e campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 198-201, 2003.

SILVA, M. P. L.; ALVES, L. S.; CARVALHO, R. S.; SILVA, F. Bioatividade de extrato aquoso de *Chenopodium ambrosioides* L., no controle de *Toxoptera citricida* (Hemíptera: *Aphididae*) em citros. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Porto Alegre, RS, v. 4, n. 2, p. 543-545, 2009.

SIMÕES, C. M. O. (ORG.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS; Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 2007.

SOARES, C. M. S. Ocorrência de *Halictophagus* sp. (Strepsíptera: *Halictophagidae*), parasitoide de adultos de *Gyropsylla spegazziniana* (Homóptera: *Psyllidae*). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4, Gramado, 1994. **Anais...** Gramado: EMBRAPA-CPACT, 1994. p. 237.

SOARES, C. M. S.; IEDE, E. T. Perspectiva para o controle da broca-da-erva-mate *Hedypathes betulinus* (Klug, 1825) (Col.: *Cerambycidae*). In: CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, Curitiba, PR, 1997. **Anais...** Curitiba - PR, 1997. p. 391-400.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; KITAJIMA, E. W.; ROLON, M. E. First records of entomopathogenic diseases in the Paraguay tea agroecosystem in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 7, p. 378-382, 1994.

SOUZA, A. P. **Atividade inseticida e modo de ação de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B**. 2004. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2004.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemíptera: *Aleyrodidae*). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 133-137, 2001.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro **Bragantia**, Campinas, SP, v. 59, n. 2, p. 173-179, 2000.

SUTHERLAND, J. P.; BAHARALLY, V., PERMAUL, D. Use of the botanical insecticide, neem to control the small rice stinkbug *Oebalus poecilus* (Dallas, 1851) (Hemíptera: *Pentatomidae*) in Guyana Entomotrópica antes/formerly **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 17, n. 1, p. 97-101, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAVARES, M. A. G. C.; VENDRAMIM, J. D. Atividade inseticida da erva-de-santa-maria *Chenopodium ambrosioides* L. (*Chenopodiaceae*) em relação à *Sitophilus zeamais* mots., 1855 (Col.: *Curculionidae*). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 51-55, 2005.

TOMKIEL, M. V. **Atividade de extrato aquoso de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer Y Treles, 1917) em campo**. 2007. 31 f. TCC (Graduação em Biologia) - UNIPAR, Cascavel, PR, 2007.

TORRECILLA, S. M.; VENDRAMIM, J. D. Extrato aquoso de ramos de *Trichilia pallida* e o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 27-31, 2001.

TORRES, A. I. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. V. Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidóptera: *Plutellidae*). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 151-156, 2001.

TRINDADE R. C. P.; MARQUES, I. M. R.; XAVIER, H. S.; OLIVEIRA, J. V. Extrato metanólico da amêndoa da semente de nim e a mortalidade de ovos e lagartas da traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 407-413, 2000.

TRUJILLO, M. R. Agrossistema yerbateiro de alta densidad: plagas e enemigos naturales. In: WINGE, H., FERREIRA, A. G., MARIATH, J. E. A., TARASCONI, L. C. (Ed.). **Erva-mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 1995. p. 129-134.

VASCONCELOS, G. J. N.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; BARROS, R. Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1353–1359, 2006.

VENDRAMIM, J. D; THOMAZINI, A. P. B. W. Traça *Tuta absoluta* (Meyrick) em cultivares de tomateiro tratadas com extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, 2001.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; PALLINI, A.; FIALHO, A.; PEREIRA, C. J. Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopis connexa* **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 627-631, 2007.

VIEGAS JÚNIOR C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B. Plantas inseticidas. In: SIMÕES, C. M. O. (Coord.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 1999. p. 739-754.

VILANOVA, C.; SILVA JUNIOR, C. D. A teoria da trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 1, p. 39-50, 2009.

WEATHERSBEE, A. A.; MCKENZIE, C. L. Effect of a neem biopesticide on repellency, mortality, oviposition, and development of *diaphorina citri* (Homóptera: Psyllidae). **Florida Entomologist**. v. 88, n. 4, 2005.

YANG, R. Z.; TANG, C. S. Plants used for pest control in China: A literature review. **Economic Botany**, Nova York, v. 42, n. 3, p. 376-406, 1988.