



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAMILA RENATA GONÇALVES MARQUES

**MORTALIDADE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER)
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) POR ÓLEO DE NEEM E
CITRONELA**

CAMILA RENATA GONÇALVES MARQUES

**MORTALIDADE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER)
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) POR ÓLEO DE NEEM E
CITRONELA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr.Maurício Ursi Ventura

Londrina
2010

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central
da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M357m Marques, Camila Renata Gonçalves.
Mortalidade de *alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera : Tenebrionidae)
por óleo de neem e citronela / Camila Renata Gonçalves Marques. –
Londrina, 2010.
35 f. : il.

Orientador: Maurício Ursi Ventura.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2010.
Inclui bibliografia.

1. Inseticidas vegetais – Teses. 2. Óleo de neem (*Azadirachta indica*) –
Teses. 3. Óleo de citronela – Teses. 4. Ave – Doenças – Teses. 5. Tenebrionidae
– Pragas – Controle – Teses I. Ventura, Maurício Ursi. II. Universidade
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 632.937

CAMILA RENATA GONÇALVES MARQUES

**MORTALIDADE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER)
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) POR ÓLEO DE NEEM E
CITRONELA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ayres de Oliveira Menezes Junior –
UEL

Prof. Dr. João Antonio Cyrino Zequi – UNIFIL

Prof. Dr. Amarildo Pasini – UEL

Prof. Dr. Francisco de Assis Marques – UFPR

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
Orientador
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 23 de fevereiro de 2010.

DEDICATÓRIA

Ao meu marido Antonio, meus pais Elvira e Sérgio, meu irmão Victor, minha avó Cacá meus sogros Ivone e Antonio e especial ao meu avô Elízio (in memorian).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me ajudado a concluir o mestrado, sendo minha força nos momentos de ansiedade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura por ter me acolhido como sua orientada e por toda ajuda, paciência e incentivo.

Ao professor Ayres Menezes pelo apoio, atenção, ajuda e por aceitar o convite e fazer parte da banca.

Aos professores Amarildo Pasini, João Zequi e Francisco Marques pelas contribuições e por fazerem parte da banca.

Agradeço ao programa de pós-graduação em Agronomia e a todos os professores, principalmente ao quarteto fantástico da entomologia Prof. Maurício, Ayres, Amarildo e Pedro Neves.

Ao Sr. Anísio Vechio pela contribuição ao estudo deixando seu aviário a disposição e a seus funcionários pela ajuda nas coletas de cascudinho.

A Dr. Marila Szczepanik pela atenção e por mandar seus artigos e o capítulo de seu livro via correio diretamente da Polônia.

Ao meu marido Antonio por estar sempre do meu lado me apoiando.

Aos meus pais, meu irmão, minha avó, meus sogros e demais familiares por todo apoio e incentivo.

A todos os amigos do laboratório de Comportamento de Insetos, em especial Adriana, Aline, Odair, Leonardo, Eder e Rafael. Agradeço a amiga e agregada do laboratório Dáfila. E ao amigo chileno Ernesto Lema (incentivador-mor) Muito Obrigada, sem vocês este trabalho não teria sido concluído.

A amiga e pesquisadora do Iapar Patrícia Santoro pelas contribuições dadas ao trabalho.

Aos amigos do laboratório de entomologia principalmente Davi Tramontina, Kelly, Junio e Humberto.

Enfim a todos que contribuíram para este trabalho de alguma forma.

Muito Obrigada!

"Devemos ser a mudança que queremos ver no mundo." Ghandi

MARQUES, C.R.G. **Mortalidade de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)** por óleo de neem e citronela. 2010. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

O Brasil está entre os maiores produtores de carne de frango sendo o maior exportador. Assim avicultura de corte representa para o Brasil, um importante segmento agroindustrial. Entre as principais pragas associadas a esta atividade está o cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). O controle desta praga é difícil e é realizado através de pulverizações de inseticidas químicos. Este estudo tem por objetivo avaliar o efeito inseticida de diferentes concentrações do óleo de neem e do óleo essencial de citronela associados ou não sobre *A. diaperinus*. Para os testes foram coletados insetos adultos da cama de frango de um aviário comercial de Londrina, Paraná. Os insetos foram acondicionados em número de 100, por repetição, em placas de acrílico (9 cm Ø). Foram realizados três bioensaios nos quais foram pulverizados sobre os insetos 0,4 mL de calda por repetição. Após as aplicações, os insetos foram mantidos em câmara climatizada (25 ± 1°C e fotofase de 12 horas). As avaliações de mortalidade acumulada dos insetos foram realizadas no primeiro, quinto e décimo dia após a pulverização dos tratamentos. Para o primeiro bioensaio os tratamentos foram óleo de neem (NeemAzal-T/S) com 10 g/litro de azadiractina A nas concentrações 1%, 3%, 5%, 7% e 9% e água como testemunha. No segundo bioensaio os tratamentos foram óleo de citronela nas concentrações 5%, 10%, 15% e 20%, sabão de coco (10g/litro) e água como testemunha. Para o terceiro bioensaio os tratamentos foram óleo de neem e citronela nas concentrações de 1 e 3% associados ou não, e detergente neutro biodegradável como emulsificante (presente em todos os tratamentos contendo citronela). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições para o primeiro e segundo bioensaios e sete para o terceiro. Realizou-se análise de variância. Nos dois primeiros testes as médias foram submetidas ao teste F e regressão de grau 1 ou 2 a $p < 0,05$. Para o terceiro experimento, as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os valores de mortalidade acumulada nos dez dias de avaliação foram corrigidos pela fórmula de Shneider e Orelli (1947). Os dados foram submetidos ao método de Koppenhofer et al. (2000) que avalia a interação dos agentes de controle através do teste qui-quadrado. As maiores mortalidades ocorreram 24 horas após as pulverizações. Para o óleo de neem a mortalidade acumulada nos dez dias de avaliação foi de 59% na concentração de 9% e para o óleo de citronela foi de 81% na concentração de 20%. No experimento de associação dos óleos o tipo de interação dos agentes de controle foi apenas aditiva. As maiores mortalidades foram obtidas nos tratamentos contendo óleo de neem+citronela e detergente a 3% (88,86%) e óleo de citronela + detergente a 3% (75,29%).

Palavras-chave: Óleo de neem. Óleo de citronela. Controle alternativo. *Azadirachta indica*. *Cymbopogon* sp.

MARQUES, C.R.G. **Mortality of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae)** by neem and citronella oil. 2010. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ABSTRACT

Poultry production is an important segment of agribusiness in Brazil. The main pest associated with this activity is the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). The control of this pest is difficult and is accomplished by spraying of chemical insecticides. This study aims to evaluate the insecticidal effect of different concentrations of neem oil and essential oil of citronella associated or not on *A. diaperinus*. Adult insects were collected from a commercial poultry house in Londrina, Paraná. The insects were separated from the poultry litter, 100 individuals were placed on acrylic plates (9 cm Ø). Three bioassays were conducted in which were sprayed on the insects 0.4 ml per treatment. After the applications, the insects were kept in B.O.D. (25 ± 1 ° C and photophase of 12 hours). Assessments of cumulative mortality of the insects were held in the first, fifth and tenth days after spraying treatments. For the first bioassay treatments were neem oil (Neem Azal-T / S, Azadirachtin A 10 g/l) at concentrations of 1%, 3%, 5%, 7% and 9% and water as control. For the second bioassay treatments were citronella oil 5%, 10% 15% and 20%, coconut soap (10g/litro) and water as control. For the third bioassay treatments were neem oil and citronella 1 and 3% associated or not, and biodegradable detergent as emulsifier (present in all treatments with citronella). The experimental design was completely randomized with six replicates for the first and second experiments and seven for the third. Carried out analysis of variance. In the first two tests, the means were tested with F test and regression of grade 1 or 2 $p < 0.05$. For the third experiment, the means were compared by Tukey test ($p < 0,05$). The cumulative mortality within ten days of assessment were corrected by the formula of Schneider and Orelli. Data were submitted to the method of Koppenhöfer et al. (2000) that evaluates the interaction of the control agents using the chi-square. The highest mortality occurred 24 hours after spraying. For neem oil a cumulative mortality in the ten-day trial was 59% at a concentration of 9% and citronella oil was 81% at a concentration of 20%. In the experiment of association of the oils type, the interaction was additive. The highest mortality was obtained in treatments containing oil of citronella and neem + detergent 3% (88.86%) and citronella oil + detergent 3% (75.29%).

Keywords: Neem oil. Citronella oil. Alternative control. *Azadirachta indica*. *Cymbopogon sp*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 AVICULTURA	10
2.2 CASCUDINHO	10
2.2.1 Morfologia, Ciclo de Vida e Hábitos	11
2.2.2 Danos e Importância Econômica.....	12
2.2.3 Controle.....	13
2.3 PLANTAS INSETICIDAS	14
2.3.1 Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	16
2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS	18
2.4.1 Óleo de Citronela (<i>Cymbopogon winterianus</i> e <i>C. nardus</i>).....	19
REFERÊNCIAS	20
ARTIGO A – ASSOCIAÇÃO DE ÓLEO DE NEEM E CITRONELA NO CONTROLE DE <i>Alphitobius diaperinus</i> (PANZER) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)	27
RESUMO	27
ABSTRACT.....	28
INTRODUÇÃO	28
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A avicultura nacional caracteriza-se pelo alto nível tecnológico sendo uma atividade economicamente importante ao país, pois absorve grande parte da produção de grãos, além de ser fonte de emprego e renda a muitas famílias. A atividade ocupa posição privilegiada em relação a outras atividades pecuárias desenvolvidas no Brasil, com nível de produtividade internacional comparada a dos países mais desenvolvidos do mundo. O Brasil é o 3º maior produtor mundial de carne de frango e o maior exportador. A produção brasileira se concentra principalmente nos estados da região sul do país.

Um dos maiores problemas da atividade avícola são as pragas, em especial o coleóptero *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Tenebrionidae), conhecido como cascudinho, que causa sérios prejuízos ao avicultor, principalmente por serem vetores de patógenos transmissores de doenças às aves.

Até o momento, medidas de controle do cascudinho vêm sendo pouco eficientes se utilizadas isoladamente, ou não viáveis ao avicultor, sendo o manejo integrado desta praga uma saída para seu controle.

O principal controle da praga é realizado principalmente com inseticidas sintéticos, porém devido aos efeitos indesejáveis da aplicação dos mesmos, como intoxicações e a seleção de pragas resistentes, existe a necessidade de desenvolvimento de métodos alternativos, como o uso de plantas inseticidas.

O óleo de neem e de citronela vêm sendo estudados com resultados promissores para o controle de pragas dentro de um manejo integrado de pragas.

Desta maneira, este estudo tem por objetivo avaliar o efeito do óleo de neem e do óleo essencial de citronela, associados ou não, no controle de *A. diaperinus*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AVICULTURA

Com a contínua expansão da Avicultura, o Brasil vem conquistando espaços cada vez maiores no mercado externo (ABEF, 2008).

A avicultura de corte representa para o Brasil, um importante segmento agroindustrial, por ser uma atividade dinâmica e avançada tecnologicamente. A atividade concentra-se principalmente na Região Sul do Brasil, com destaque para as regiões oeste e sudoeste do estado do Paraná (ALVES et al., 2004).

A produção total de carne de frango em 2008 foi de 10,9 milhões de toneladas, destes aproximadamente 75% da produção se concentra nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O Brasil é o 3º maior produtor mundial de carne de frango e o maior exportador, com 33% de sua produção no ano de 2008 (ABEF, 2008).

Muitas pragas estão associadas a esta atividade como besouros, roedores, moscas e pássaros. A falta de controle das mesmas pode causar sérios prejuízos ao avicultor e a saúde do aviário. Com as dificuldades no controle de algumas destas pragas, o manejo integrado de pragas (integração de várias medidas para o controle de pragas) assume papel importante para a sanidade do aviário (CHERNAKI-LEFFER et al., 2001).

2.2 CASCUDINHO (*Alphitobius diaperinus*)

O cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), é umas das principais pragas associadas à avicultura. É encontrado em grandes quantidades nos aviários e causa sérios prejuízos econômicos à atividade avícola (CHERNAKI, 2004).

Embora sejam conhecidos inicialmente como praga secundária de farinhas, rações e grãos armazenados, estes insetos adaptaram-se às condições dos aviários (McALLISTER et al., 1995). O cascudinho foi introduzido em sistemas de produção animal através de ração contaminada com a praga (O' CONNOR, 1987).

Com a expansão avícola industrial e o sistema de criação em confinamento de aves, este inseto encontrou nos aviários e suas instalações, habitat ideal para seu desenvolvimento e multiplicação, tornando-se um problema mundial. As condições dos aviários, como temperatura, umidade, ventilação, água e alimento apropriado, favorecem a permanência e desenvolvimento do cascudinho (LÊ TORCH, 1979; SILVA et al., 2001). São encontrados em altas populações em “camas-de-frango” de corte, de matrizes, e também em fezes de poedeiras de ovos comerciais confinadas em gaiolas (MATIAS, 1995). Uma vez estabelecidos, multiplicam-se rapidamente (KHAN et al., 1998). Práticas agrícolas de utilização de cama de frango como adubo favorecem a dispersão da praga (LÊ TORCH, 1979).

2.2.1 Morfologia, Ciclo de Vida e Hábitos

O ciclo do cascudinho de ovo a adulto varia de 50 a 70 dias dependendo da temperatura. Os ovos de coloração branco leitosa são depositados na “cama” de frango (substrato de palhas de grãos ou resíduos de serrarias utilizados para acomodar as aves) ou em frestas das instalações em massa contendo aproximadamente 12 ovos. As larvas possuem tegumento marrom, bastante esclerotizado à medida que avançam no seu desenvolvimento, podendo as larvas de último ínstar medir até 13,8 mm de comprimento. Estas se desenvolvem passando por 5 a 9 ínstars com duração de 5 a 11 dias cada. As pupas medem de 6,4 a 6,7 mm de comprimento, são brancas no início da pupação, tornando-se posteriormente mais escuras em algumas partes do corpo. Os insetos adultos são de coloração castanha a negra e medem de 5,0 a 6,0 mm de comprimento e sua longevidade varia de três meses a um ano. O desenvolvimento ideal ocorre à temperatura de 32°C e a umidade em torno de 15%. (CHERNACKI-LEFFER; ALMEIDA, 2001a; CHERNACKI-LEFFER; ALMEIDA, 2001b). Uma fêmea pode

produzir acima de dois mil ovos a cada 42 dias a uma temperatura constante de 28°C (STEELMAN, 1996).

Possuem hábito noturno, e durante o dia abrigam-se sob a superfície da cama, junto a colunas e paredes ou sob os equipamentos, principalmente os comedouros onde se alimentam de ração das aves. A praga se alimenta de fungos, grãos, farinhas armazenadas, fezes, carcaças, carnes e órgãos internos de aves mortas ou moribundas (McALLISTER et al., 1995).

Adultos, larvas, pupas e ovos vivem sob a cama-de-frango, em equipamentos e em frestas dos pisos e paredes (CHERNAKI-LEFFER et al., 2001b) Devido a este comportamento, a praga consegue se refugiar a cada troca de “cama” o que contribui para um aumento populacional. Os ovos e as pupas são protegidos por estarem em frestas e orifícios no piso ou em equipamentos, já os adultos se refugiam em telhas, madeiras, base de pilares e também nas frestas. Desta forma, quando a “cama” nova é colocada, as larvas e adultos retornam rapidamente. Com isso já no primeiro ciclo de produção é registrado um alto nível de infestação, que tende a aumentar a cada novo lote de aves (MATIAS, 1995).

2.2.2 Danos e Importância Econômica

O cascudinho pode afetar a saúde e desenvolvimento das aves direta ou indiretamente. Estes insetos servem como alimento alternativo para as aves que ao ingeri-los tem sua conversão alimentar reduzida, devido à diminuição do consumo de ração balanceada, e conseqüentemente ingestão de menores quantidades de nutrientes. Além disso, as aves podem ter seu trato digestivo ferido pela praga podendo ocorrer hemorragias (AXTELL; ARENDS, 1990; DESPINS et al., 1994; McALLISTER et al., 1995; CHERNAKI-LEFFER et al., 2002). Esta praga pode perfurar também com suas mandíbulas a pele da base dos pés dos frangos, onde se alimentam do exudato sangüíneo, podendo também levar à morte pintinhos recém eclodidos (KUMAR, 1986). Cada pintinho pode ingerir, nos 10 primeiros dias de vida, 450 larvas desses besouros (CHERNAKI-LEFFER et al., 2002).

A larva e o adulto do cascudinho são descritos como vetores de patógenos em aviários, tais como, fungos *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp. e *Candida*

sp; bactérias, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Bacillus* sp., *Streptococcus* sp., *Micrococcus* sp., *Corynebacterium* sp., *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella* sp.; e protozoários, *Eimeria*; e vírus da leucose aviária, da Doença de Gumborro e Coronavírus (DE LAS CASAS; HAREIN; POMEROY, 1972; McDOUGALD; MATHIS, 1983; KARUNAMOORTHY; CHELLAPPA; ANANDAN, 1994; McALLISTER et al., 1995; GOODWIN; WALTMAN, 1996; REYNA; JESPERSEN, 1996; CHERNAKILEFFER et al., 2002).

2.2.3 Controle

As estratégias para o controle do cascudinho tem se mostrado ineficientes devido ao ciclo de vida curto do inseto e comportamento que favorece reinfestações, pois se abriga em fendas, rachaduras, abaixo dos comedouros e abaixo do solo, próximo aos pilares de sustentação dos galpões (CHERNAKILEFFER et al., 2001).

A maioria destas táticas de controle está baseada na utilização de inseticidas químicos de curto período residual, cuja utilização causa redução populacional temporária e é limitada pela presença constante das aves nos aviários, além da possibilidade de ocasionar o aparecimento de resistência na praga e causar intoxicações aos animais e ao homem (ALVES et al., 2004).

O controle químico é realizado através de pulverizações com inseticidas a cada saída das aves no final do lote, aplicado nas paredes, pilares, vigas, travessas e tesouras, muretas, beirais, caixas de ração e piso (CHERNAKILEFFER et al., 2001).

O uso indiscriminado e incorreto de agrotóxicos, o aparecimento de resistência aos produtos, os riscos de intoxicações, o tempo de carência para a colocação de novas aves nos aviários após as pulverizações químicas e o aumento do custo de produção são fatores que fazem com que novas alternativas de controle sejam necessárias (PRADO, 2007).

Assim, é de grande importância o estudo de métodos alternativos visando reduzir a utilização de inseticidas químicos (CRAWFORD; BROOKS; ARENDS, 1998).

Alguns métodos de controle alternativos ao químico vem sendo estudados para o cascudinho, como o uso de feromônios, pós-inertes (terra diatomácea) e agentes de controle biológico, como nematóides (*Steinernema feltiae*); ácaros (*Acarophenax mahunkai*) fungos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*) e bactérias (*Bacillus thuringiensis*) (STEINKRAUS; CROSS, 1993; ALVES; et al., 2005; ALVES, et al., 2006; RHODE et al., 2006; SANTORO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009).

Extratos e óleos de plantas também têm se mostrado eficientes no controle de *A. diaperinus* (PRADO, 2007; MARCOMINI et al., 2009).

Os métodos de controle de pragas devem considerar os princípios ecológicos e atender às necessidades da sociedade, através do manejo integrado de pragas com o uso simultâneo de diferentes técnicas de supressão populacional (CROCOMO, 1990).

2.3 PLANTAS INSETICIDAS

Os efeitos adversos do emprego de produtos com amplo espectro têm levado a uma busca contínua de alternativas menos tóxicas ao homem e ao meio ambiente (MOSCARDI, 1998). A crescente demanda mundial por alimentos livres de resíduos de agrotóxicos tem aumentado a busca pela agricultura orgânica e formas de produção mais eficientes, de baixo custo e que não agridam ao meio ambiente (CARVALHO, 2008).

Substâncias de origem vegetal apresentam vantagens aos agrotóxicos, pois tem persistência e acumulação reduzida ao meio ambiente, não deixam resíduos nos alimentos, são biodegradáveis, tem menor toxicidade a mamíferos e possuem compatibilidade com outros métodos de controle (VIEIRA; FERNANDES, 1999; VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

O uso de plantas no controle de pragas é uma prática muito antiga (GALLO et al.; 2002). Os primeiros compostos utilizados no controle de insetos pragas foram a nicotina extraída do fumo, *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), o piretro extraído do crisântemo, *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae), a rotenona extraída da *Derris* spp. (Fabaceae), a sabadina e outros alcalóides extraídos da

Shoenoecaulon officinale (Liliaceae) e a rianodina extraída da *Rhynchospora speciosa* (Flacourtiaceae) (LAGUNES; RODRÍGUEZ, 1989 apud CARVALHO, 2008).

Até 1940 os inseticidas derivados de plantas eram muito utilizados, principalmente o alcalóide nicotina extraído da planta *Nicotiana tabacum* e *N. rustica*. Com a Revolução Verde estes foram substituídos pelos inseticidas sintéticos, muito potentes e menos específicos no controle de pragas (VIEIRA; FERNANDES, 1999; VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

Com as conseqüências adversas do uso indiscriminado de agrotóxicos, como resistência de pragas, impactos ambientais, intoxicação do homem, contaminação de alimentos, alta persistência no ambiente, alto custo de pesticidas, e o avanço das ciências ecológicas que levam em consideração a relação inseto-planta respeitando os mecanismos naturais de adaptação, o interesse pelo uso de inseticidas naturais foi retomado juntamente com a busca por novas alternativas para serem incorporadas em programas de manejo integrado de pragas (VIEIRA; FERNANDES, 1999; COSTA; SILVA; FIUZA, 2004; VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

Os gêneros *Nicotiana* (Solanaceae), produtoras de nicotina e nornicotina; *Derris*, *Lonchocarpus*, *Tephrosia* e *Mundulea* (Leguminosae), produtoras de rotenóides, *Chrysanthemum* (Asteraceae), produtoras de piretrinas e *Azadirachta* (Meliaceae), produtoras de azadiractina são as principais plantas das quais são obtidas compostos com atividade inseticidas (VIEIRA; FERNANDES, 1999).

A pesquisa e o desenvolvimento devem levar em consideração a biodiversidade de novas substâncias ou classes de substâncias ativas para o controle de insetos (VIEIRA; FERNANDES, 1999; VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

Alguns efeitos de óleos e extratos vegetais sobre os insetos são alongamento de fases do ciclo biológico e a ocorrência de deformações e morte durante essas fases. Estudos têm demonstrado a eficiência de óleos vegetais e extratos de plantas como agentes de controle de insetos pragas (VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

Estudos realizados com óleo volátil de *Cunila angustifolia* demonstraram a ação inseticida deste óleo contra adultos e larvas de *A. diaperinus* nas concentrações de 5% e 10%. Em testes de laboratório o óleo apresentou eficiência de 100% no controle da praga em ambas as concentrações. Ensaios de

campo com o óleo em concentração 5%, pulverizado uma única vez após a colocação da cama de frango e pulverizado em duas vezes 15 dias após a primeira aplicação, também apresentou resultados satisfatórios no controle de adultos de *A. diaperinus* com eficiência de 70.64% e 77,73 % respectivamente (PRADO, 2007).

Os extratos diclorometânico e etanólico de folhas de *Melia azedarach* (Cinamomo), hexânico de ramos de *Chenopodium ambrosioides* (Erva-de-santa-maria), etanólico de folhas de *Ruta graveolens* (*arruda*) e óleo de neem (DalNeem®), na concentração de 10% também apresentaram propriedades inseticidas contra adultos de *A. diaperinus* em laboratório. Os extratos causaram mortalidade de 26,3, 32,5, 61,3% e 97,5% respectivamente (MARCOMINI et al., 2009).

2.3.1 Neem (*Azadirachta indica*)

A planta *Azadirachta indica* A. Juss., conhecida como neem, é uma árvore pertencente à família Meliaceae, de origem do sul e sudeste da Ásia. Ocorre em áreas tropicais e subtropicais da África, América e Austrália (SHMUTTERER, 1990).

Esta planta é reconhecida por apresentar propriedades inseticidas no controle de populações de várias espécies de pragas (MORDUE LUNTZ; NISBET, 2000; BURG; MAYER, 2001).

Muitos compostos com atividade antialimentares foram isolados do neem, como salanina, salanol, salannolacetato, 3-deacetilsalanina, azadiradion, 14-epoxyazaradion, gedunina, nimbinen e deacetylnimbinen, porém a Azadiractina é princípio ativo mais importante da planta que atua no controle de insetos de vários modos (SHMUTTERER, 1990; VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007). Apresenta propriedades deterrentes, anti-oviposição, anti-alimentar, reguladora de crescimento e esterilidade. É o principal componente responsável tanto por efeitos antialimentares e efeitos tóxicos aos insetos. As sementes são as mais importantes fontes de princípios ativos do neem com propriedades inseticidas podendo conter até 10g de Azadiractina por quilo (SHMUTTERER, 1990; ASCHER, 1993; MORDUE LUNTZ; NISBET, 2000).

Azadiractina é um limonóide (tetranortriterpenóide) pertencente à classe dos terpenóides, sendo os maiores representantes como substância inseticida (MORDUE LUNTZ; NISBET, 2000; VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007). Sua ocorrência é restrita em duas plantas da família Meliaceae, *Azadirachta indica* (neem) e *Melia azedarach* (santa-bárbara), sendo encontrada em maiores quantidades na árvore do neem. Interfere no funcionamento das glândulas endócrinas que controlam a ecdise do inseto e apresentam atividade fago-inibidora (VIEIRA; FERNANDES, 1999).

Szczepanik et al. (2005) observaram uma forte deterrência alimentar de α -methylenelactones extraída de terpenos naturais tanto para larvas como adultos de *A. diaperinus*.

O óleo de neem tem se mostrado eficiente no controle de *A. diaperinus*.

Tabassum et al. (1998) constataram que uma formulação de neem com butóxido de piperonila como agente sinergista (RB-a+PBO+Tx-100) apresentou propriedades inseticidas contra *A. diaperinus*. A formulação nas doses de 58,92 $\mu\text{g}/\text{cm}^{-2}$ e 117,8 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ causaram mortalidade de 50 e 70% de adultos de *A. diaperinus* respectivamente.

O óleo de neem NeemAzal-TS também afetou larvas de *A. diaperinus* inibindo fortemente a alimentação, crescimento e desenvolvimento da praga quando adicionado a ração na concentração de 0,01 e 0,1% (SZCZEPANIK, 2001).

Azevedo, 2008 testou o efeito do óleo de neem sobre *A. diaperinus* em amendoim armazenado. As concentrações de 3% e 4% foram eficientes contra o cascudinho causando mortalidade de 74,92 e 91,22%, respectivamente aos 90 dias de armazenamento provavelmente devido ao efeito de deterrência alimentar. O número de descendentes também diminuiu nos tratamentos com o neem, que teve ação na ecdise das larvas impedindo que o ciclo da praga se completasse.

Marcomini et al. 2009 avaliaram efeitos de diferentes concentrações de óleo de neem DalNeem® (0,1; 1; 5; 10%) sobre a mortalidade de *A. diaperinus* e constataram que o mesmo apresentou atividade inseticida a partir da concentração de 1%.

2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais ou voláteis são constituídos por uma mistura de 40 a 50 componentes de alta volatilidade. Os monoterpenos, sesquiterpenos ou fenilpropanóides são as principais classes químicas que constituem os mesmos.

São armazenados em glândulas específicas em diversos órgãos vegetais, como em folhas e raízes, e são responsáveis pelo odor das plantas aromáticas (VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

Os óleos essenciais podem ter atividade atraente, repelente e tóxica a insetos e microorganismos (SAITO, 2004). O uso no controle de pragas e doenças apresenta vantagens, pois apresentam menor risco de contaminação ambiental e humana e tem persistência reduzida no meio ambiente devido a sua alta volatilidade. Além disso, estes óleos possuem vários componentes ativos que atuam de forma sinérgica, o que dificulta a seleção de insetos resistentes (VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

O principal emprego atualmente visa a proteção de silos, casa de vegetação e galpões fechados para armazenamento de alimentos (VIEIRA, MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007).

Os óleos essenciais possuem ação rápida, sendo indicativos de ação neurotóxica, havendo evidências de interferência com o neuromodulador encontrado em invertebrados octopamina (excitatório) ou canais de cálcio GABAérgicos (ISMAN, 2006).

O efeito inseticida dos óleos essenciais podem ser potencializados quando utilizados em associação. Shen et al. (2006) verificaram que as propriedades inseticidas e repelentes dos óleos de *Artemisia princeps* e *Cinamomum camphora*, sobre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae), foram potencializados quando associados.

2.4.1 Óleo de Citronela (*Cymbopogon nardus* e *C. winterianus*)

O capim citronela (*Cymbopogon nardus* e *C. winterianus* Jowitt) é uma planta perene, originária do Ceilão, pertencente à família das Poaceas (SAHOO; DEBATA, 1995). O óleo essencial produzido em suas folhas caracteriza a planta como medicinal e aromática. É amplamente utilizada como repelente de insetos, para fins de perfumaria e desinfecção, pois possui ação fungicida e bactericida (CASTRO; RAMOS, 2003).

O óleo essencial de citronela é composto por monoterpenos e sesquiterpenos. Os compostos majoritários são os monoterpenos citronelal e geraniol (MAHALWAL; ALI 2002; CASTRO et al., 2007).

O óleo vem sendo estudado e utilizado para o controle de pragas por apresentar propriedades repelentes e inseticidas.

Verificando a bioatividade de várias concentrações do óleo essencial de *C. winterianus* sobre *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) e *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), os resultados obtidos por Al-Jabr (2006) mostraram que o óleo essencial de citronela apresentou ação inseticida para estas pragas. O mesmo efeito também foi constatado sobre *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão-caupi (RAJA; WILLIAN, 2008).

Paranagama et al (2004) avaliou a repelência e toxicidade dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *C. nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Alpinia calcarata* sobre *Sitophilus oryzae*. O óleo essencial de *C. citratus* foi o mais tóxico causando mortalidade de 100% de *S. oryzae*, seguido dos óleos de *C. nardus* e *C. zeylanicum* que foram igualmente tóxicos causando mortalidade de 65% e 58% respectivamente.

A associação do componente citronelal com os inseticidas cipermetrina (piretróide) e clorpirifós (organofosforado) vem sendo realizada para o controle de *A. diaperinus*. A associação visa o manejo de resistência da praga aos inseticidas sintéticos devido à combinação de diferentes modos de ação dos mesmos (SILVA et al., 2007; ALEXANDRE, 2008).

REFERÊNCIAS

- AL-JABR, A. M. Toxicity and repellency of seven plant essential oils to *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)**. v. 7, n. 1, p. 49-60, 2006.
- ALEXANDRE, T. M.; NEVES, P. M. O. J.; SANTORO, P. H.; ALVES, L. F. A. Controle associado de *Alphitobius diaperinus* com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* e inseticidas químicos. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 4, p. 481-489, out./dez. 2008.
- ALVES, L. F. A.; ALVES, V. F.; BRESSAN, D. F.; NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Ocorrência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em adultos de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) em aviários comerciais em Cascavel, PR. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 33, n. 6, p. 793-795, nov./dez. 2004.
- ALVES, L. F. A.; GASSEN, M. H.; PINTO, F. G. S.; NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Ocorrência Natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuilleman (Moniliales: Moniliaceae) Sobre o Cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), em Aviário Comercial de Cascavel, PR. Scientific Note. **Neotropical Entomology**. v. 34, n. 3, p. 507-510, maio 2005.
- ALVES, L. F. A.; BUZARELLO, G. D.; OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, S. B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, p. 115-118, 2006.
- ASCHER, K. R. S. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the Neem tree, *Azadirachta indica*. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology** . n. 22, p. 433-449. 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS. ABEF. **Relatório anual 2008**. Disponível em: <http://www.abef.com.br/portal/_clientes/abef/cat/Abef%20RA_4021.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2009.
- AXTELL, R. C.; ARENDS, J. J. Ecology and management of arthropod pest of poultry. **Annual Review of Entomology**, v. 35, p. 101-126, 1990.

AZEVEDO, A. I. B. **Bioatividade do óleo de nim sobre *Tribolium Castaneum* e *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim armazenado.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

BURG, I. N.; MAYER, P. H. **Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças.** Francisco Beltrão: Grafit, 2001. 153p.

CARVALHO, T. M. B. **Avaliação de extratos vegetais no controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Olygonychus* (Mc Gregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, tetranichidae) em cafeeiro.** 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CASTRO, L. O.; RAMOS, R. L. D. Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais. **Boletim Técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária,** Rio Grande do Sul, n. 11, mar. 2003.

CASTRO, H. G.; BARBOSA, L. C. A.; LEAL, T. C. A. B.; SOUZA, C. M.; NAZARENO, A. C. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* (L.) **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais,** Botucatu, v. 9, n. 4, p. 55-61, 2007.

CHERNAKI, A. M.; ALMEIDA, L. M. Exigências térmicas, período de desenvolvimento e sobrevivência de imaturos de *Alphitobius diaperinus* (panzer) (coleoptera: tenebrionidae). **Neotropical Entomology,** Londrina, PR, v. 30, n. 3, p. 365-368, set. 2001a.

_____. Morfologia dos estágios imaturos e do adulto de *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 18, n. 2, p. 351-363, 2001b.

CHERNAKI-LEFFER, A. M.; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N.; ALMEIDA, L. M. Controle do cascudinho. **Revista de Avicultura Industrial,** Porto Feliz, SP, ed. 1094, p. 22-25, nov. 2001.

CHERNAKI-LEFFER, A. M.; BIESDORF, S. M.; ALMEIDA, L. M.; LEFFER, E. V. B.; VIGNE, F. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no oeste do estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** Campinas, SP, v. 4, n. 3, p. 243-247, set./dez. 2002.

CHERNAKI, A. M. **Dinâmica populacional, estimativa da resistência a inseticidas e suscetibilidade do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) a inseticidas reguladores de crescimento e a fungos entomopatogênicos.** 2004. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

CRAWFORD, P. J.; BROOKS, W. M.; ARENDS, J. J. Efficacy of field-isolated strains of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) as microbial control agents of the lesser mealworm (Coleoptera: tenebrionidae). **Journal of Economic Entomology**. v. 91, n. 6, p. 1295-1301, 1998.

CROCOMO, W. B. O que é manejo de praga. In: _____. **Manejo integrado de pragas**. São Paulo: Unesp, 1990. p. 9-34.

DE LAS CASAS, E.; HAREIN, P. K.; POMEROY, B. S. Bacteria and fungi within the lesser mealworm collected from poultry brooder houses. **Environmental Entomology**, v. 1, n. 1, p. 27-30. 1972.

DESPINS, J. L.; AXTELL, R. C.; RIVES, D. V.; GUY, J. S.; FICKEN, M. D. Transmission of enteric pathogens of turkeys by darkling beetle larva (*Alphitobius diaperinus*). **Journal of Applied Poultry Research**. n. 3, p. 61-65, 1994.

DESPINS J. L.; AXTELL, R. C. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science**. v. 74, p. 331-336, 1995.

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

GOODWIN, M. A.; WALTMAN, W. D. Transmission of Eimeria, viruses, and bacteria to chicks: darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) as vectors of pathogens. **Journal of Applied Poultry Research**, n. 5, p. 51-55, 1996.

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

JESPERSEN, J. B. Litter beetles as disease reservoirs. **Danish Pest Infestation Laboratory Annual Report**, p. 63-64, 1996.

KARUNAMOORTHY, G.; CHELLAPPA, D. J.; ANANDAN, R. The life history of *Suburula brumpti* in the beetle *Alphitobius diaperinus*. **Indian Veterinary Journal** v. 71, p. 12-15, 1994.

KHAN, B. A.; DAY, P. A.; GOONEWARDENE, L. A.; ZUIDHOF, M. J.; HAWKINS, G. Efficacy of tetrachlorvinphos insecticide dust against darkling beetles in commercial broiler chicken barns. **Canadian Journal Of Animal Science**. maio 1998.

KUMAR, P. Flesh eating behaviour of *Alphitobius diaperinus* Panz. (Tenebrionidae: Coleoptera). **Indian Journal of Entomology** .v.48, p. 113-115, 1986.

LÊ TORCH, J. M. A new pest of rearing buildings (*Alphitobius diaperinus* in pigstyes, Brittany). **Phytoma**, v. 308, p. 31-33, 1979.

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 (Coleoptera, Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 76, n. 3, p. 409-416, jul./set., 2009.

MAHALWAL, V. S.; ALI, M. Volatile constituents of *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle. **Flavor and Fragrance Journal**. v. 18, n. 1, p. 73-6, 2002.

MATIAS, R. S. Cascudinho. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1995.

MCALLISTER, J. C.; STEELMAN, C. D.; NEWBERRY, L. A.; SKEELES, J. K. Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science**, v. 74.p. 45-49, 1995.

MORDUE, (Luntz) A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 29,p. 615-632, 2000.

MOSCARDI, F. Utilização de vírus para controle da lagarta-da-soja. In: ALVES, S. B., (Ed.) **Controle Microbiano de Insetos**. São Paulo: Manole, 1998. p. 509-539.

O'CONNOR, J. P. *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Col.: Tenebrionidae) damaging polystyrene insulation in Irish piggery. **Entomologist's Monthly Magazine**. v. 123, p. 1472-1475, 1987.

OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, L. F. A.; MARCHESI, L. P. C. THOMAZONI, D. Persistência da ação inseticida e repelência da Terra de Diatomácea para o cascudinho-dos-aviários *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 30, n. 1, p. 201-210, jan./mar. 2009.

OLIVEIRA, H. G.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; SANTOS, G. P. Coleópteros associados à eucaliptocultura na região de nova era, Minas Gerais, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, RJ, v. 8, n. 1, p. 52 - 60, jan./dez. 2001.

PARANAGAMA, P. A.; ABEYSEKERA, K. H. T.; NUGAIYADDE, L.; ABEYWICKRAMA, K. P. Repellency and toxicity of four essential oils to *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal National Science Foundation of Sri Lanka**, n. 32, p. 127-138, 2004.

PRADO, G. P. **Caracterização química e bioatividade do óleo essencial de *Cunila angustifolia* Benth (Lamiaceae) sobre *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó.

RAJA, N.; ALBERT, S.; IGNACIMUTHU; DORN, S. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. **Journal of Stored Products Research**. v. 37, n. 2, p. 127-132, abr. 2001.

RAJA, M.; WILLIAM, J. Impact of volatile oils of plants against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (FAB.) (Coleoptera: Bruchidae). **International Journal of Integrative Biology**. v. 2, n. 1, p. 62-64, 2008.

REYNA, P. S.; McDOUGALD, L. R.; MATHIS, G. F. Survival of coccidian in poultry litter and reservoirs of infection. **Avian Disease**. v. 27, p. 464-473, 1983.

ROHDE, C.; ALVES, L. F. A.; BRESSAN, D. F.; NEVES, P. M. O. J.; SILVA, E. R. L.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M. Seleção de isolados de fungos para o controle do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotropical Entomology**. v. 35, n. 2, p. 231-240, 2006.

SAITO, M. L. As plantas praguicidas: alternativa para o controle de pragas da agricultura. **EMBRAPA Meio Ambiente**, Jaguariúna, Abr., 2004.

SANTORO, P. H.; NEVES, P. M. O. J.; CAVAGUCHI, S. A. CONSTANSKI, K.; AMARO, J. T.; ALVES, L. F. A.; GOMES, B. B. Controle associado de *Alphitobius diaperinus* e efeito de microrganismos eficazes no desenvolvimento de *Beauveria bassiana*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 43, n. 1, p. 1-8, jan. 2008.

SAHOO, S.; DEBATA, B. K. Recent Advances in Breeding and Biotechnology of Aromatic Plants: *Cymbopogon* Species. **Plant Breeding Abstracts**, v. 65, n. 12, 1995.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**. v. 35, p. 271-297, 1990.

SHEN, C. H.; LIU, A. K.; MISHRA, R. X.; TAN, C.; TANG, H.; YANG, Y. F. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 1969, 2006.

SILVA, G. S.; VERONEZ, V. A.; OLIVEIRA, G. P.; BORGES, F. A.; SILVA, H. C.; MEIRELES, M. V. Avaliação de métodos de amostragem de “cascudinhos” *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) em cama de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 22, n. 1, p. 73-76, jan./jun. 2001.

SILVA, G. S.; MICHELS, M. G.; TOMA, S. B.; TERRA, F. E.; SOARES, V. E.; COSTA, A. J. Effectiveness of the Compound Chlorpyrifos+ Cypermethrin+ Citronellal Against *Alphitobius diaperinus*. Laboratory Analysis and Residue Determination in Carcasses. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v. 9, n. 3, p. 157-160, jul/set 2007.

STEELMAN, D. Darkling beetles are costly pests. **Poultry Digest**, v. 55, n. 10, p. 22-23, 1996.

STEINKRAUS, D. C; CROSS, E. A. Description and Life History of *Acarophenax mahunkai*, n. sp. (Acari, Tarsonemina: Acarophenacidae), an Egg Parasite of the Lesser Mealworm (Coleoptera: Tenebrionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 86, n. 3, p. 239-249, mai. 1993.

SZCZEPANIK, M. Studies on the biological activity of azadirachtin lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer. In: KONOPINSKA, D. (Ed.) **Arthropods - Chemical**,

physiological and environmental aspects. Poland: University of Wroclaw. 2001, p. 228-233.

SZCZEPANIK, M.; SZUMNY, A.; GRUDNIEWSKA, A.; WAWRZEŃCZYK, C.
Feeding deterrent activity of α -methylenelactones against the lesser mealworm
(*Alphitobius diaperinus* Panzer). **Pestycydy**. Poland. v. 4, p. 25-32, 2005.

TABASSUM, R.; NAQVI, S. N. H.; JAHAN, M.; NURULAIN, S. M. Determination of
the toxicities of Fenpropathrin (Pyrethroid) and Neem Formulation (RB-a+PBO+Tx-
100) Against *Alphitobius diaperinus* Adults and Their Effects on Transaminases.
Turkish Journal of Zoology, v. 22, n. 4, p. 319-322, 1998.

VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B. Plantas Inseticidas. IN: SIMÕES, C. M.
O.; SCKENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R.
Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Ed.
da UFSC, 1999. p. 739-754.

VIEIRA, P. C.; MAFEZOLI, J.; BIAVATTI, M. W. Inseticidas de origem vegetal. In:
CORRÊA, A. G.; VIEIRA, P. C. **Produtos naturais no controle de insetos**. 2. ed.
São Carlos: EdUFSCAR, 2007. p. 69-109.

ARTIGO A: ASSOCIAÇÃO DE ÓLEO DE NEEM E CITRONELA NO CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

RESUMO

O cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) é uma das principais pragas associadas a avicultura. O controle é difícil e é realizado através de pulverizações de inseticidas sintéticos. Este estudo tem por objetivo avaliar o efeito inseticida de diferentes concentrações do óleo de neem e do óleo essencial de citronela associados ou não sobre *A. diaperinus*. Para isto foram coletados insetos adultos de um aviário comercial de Londrina, Paraná. Os insetos foram separados da cama de frango e acondicionados em número de 100 em placas de acrílico (9 cm Ø). Foram realizados três bioensaios nos quais foram pulverizados sobre os insetos 0,4 ml de calda por tratamento. Após as aplicações, os insetos foram mantidos em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 12 horas). As avaliações de mortalidade acumulada dos insetos foram realizadas no primeiro, quinto e décimo dia após a pulverização dos tratamentos. Para o primeiro bioensaio os tratamentos foram óleo de neem (NeemAzal-T/S) com 10 g/litro de azadiractina A nas concentrações 1%, 3%, 5%, 7% e 9% e água como testemunha. No segundo bioensaio os tratamentos foram óleo de citronela nas concentrações 5%, 10%, 15% e 20%, sabão de coco (10g/litro) e água como testemunha. Para o terceiro bioensaio os tratamentos foram óleo de neem e citronela nas concentrações de 1 e 3% associados ou não, e detergente neutro biodegradável como emulsificante (presente em todos os tratamentos contendo citronela). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições para o primeiro e segundo experimentos e sete para o terceiro. Realizou-se análise de variância. Nos dois primeiros testes as médias foram submetidas ao teste F e regressão de grau 1 ou 2 a $p < 0,05$. Para o terceiro experimento, as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os valores de mortalidade acumulada nos dez dias de avaliação foram corrigidos pela fórmula de Shneider e Orelli (1947). Os dados foram submetidos ao método de Koppenhofer et al. (2000) que avalia a interação dos agentes de controle através do teste qui-quadrado. As maiores mortalidades ocorreram 24 horas após as pulverizações. Para o óleo de neem a mortalidade acumulada nos dez dias de avaliação foi de 59% na concentração de 9% e para o óleo de citronela foi de 81 % na concentração de 20%. No experimento de associação dos óleos o tipo de interação dos agentes de controle foi apenas aditiva. As maiores mortalidades foram obtidas nos tratamentos contendo óleo de neem+citronela e detergente a 3% (88,86%) e óleo de citronela + detergente a 3% (75,29%).

Palavras-chave: Controle alternativo. *Azadirachta indica*. *Cymbopogon* sp.

ARTIGO A: ASSOCIATION BETWEEN NEEM OIL AND CITRONELLA OIL AGAINST *Alphitobius diaperinus* (PANZER) (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)

ABSTRAT

The main pest associated with this activity is the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). The control of this pest is difficult and is accomplished by spraying of chemical insecticides. This study aims to evaluate the insecticidal effect of different concentrations of neem oil and essential oil of citronella associated or not on *A. diaperinus*. Adult insects were collected from a commercial poultry house in Londrina, Paraná. The insects were separated from the poultry litter, 100 individuals were placed on acrylic plates (9 cm Ø). Three bioassays were conducted in which were sprayed on the insects 0.4 ml per treatment. After the applications, the insects were kept in B.O.D. (25 ± 1 ° C and photophase of 12 hours). Assessments of cumulative mortality of the insects were held in the first, fifth and tenth days after spraying treatments. For the first bioassay treatments were neem oil (Neem Azal-T / S, Azadirachtin A 10 g/l) at concentrations of 1%, 3%, 5%, 7% and 9% and water as control. For the second bioassay treatments were citronella oil 5%, 10% 15% and 20%, coconut soap (10g/litro) and water as control. For the third bioassay treatments were neem oil and citronella 1 and 3% associated or not, and biodegradable detergent as emulsifier (present in all treatments with citronella). The experimental design was completely randomized with six replicates for the first and second experiments and seven for the third. Carried out analysis of variance. In the first two tests, the means were tested with F test and regression of grade 1 or 2 $p < 0.05$. For the third experiment, the means were compared by Tukey test ($p < 0,05$). The cumulative mortality within ten days of assessment were corrected by the formula of Schneider and Orelli. Data were submitted to the method of Koppenhöfer et al. (2000) that evaluates the interaction of the control agents using the chi-square. The highest mortality occurred 24 hours after spraying. For neem oil a cumulative mortality in the ten-day trial was 59% at a concentration of 9% and citronella oil was 81% at a concentration of 20%. In the experiment of association of the oils type, the interaction was additive. The highest mortality was obtained in treatments containing oil of citronella and neem + detergent 3% (88.86%) and citronella oil + detergent 3% (75.29%).

Keywords: Alternative control. *Azadirachta indica*. *Cymbopogon* sp

Introdução

A avicultura de corte representa para o Brasil, um importante segmento agroindustrial, por ser uma atividade dinâmica e avançada tecnologicamente (ALVES et al., 2004). O cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), é umas das principais pragas associadas à esta atividade (CHERNAKI-LEFFER, 2004).

Inicialmente era conhecido como praga secundária de farinhas, rações e grãos armazenados e foi introduzido em sistemas de produção animal através de ração contaminada (O' CONNOR, 1987; McALLISTER et al., 1995). As condições dos aviários, como temperatura, abrigo e alimento apropriado favoreceram a permanência e multiplicação deste inseto causando sérios prejuízos econômicos ao avicultor (Lê TORCH, 1979; SILVA et al., 2001).

O cascudinho pode afetar a saúde e desenvolvimento das aves que ingerem este inseto no lugar da ração balanceada e com isso tem sua conversão alimentar reduzida, pode provocar hemorragias por causarem ferimentos no trato digestivo das aves e transmitir vírus, fungos, bactérias, platelmintos, protozoários e outros parasitos as mesmas (AXTELL; ARENDS, 1990; DESPINS et al., 1994; McALLISTER et al., 1995; CHERNAKI-LEFFER et al., 2002). O inseto pode também levar a morte pintinhos recém eclodidos ao perfurar a pele da base dos pés dos mesmos se alimentando do exudato sangüíneo (KUMAR, 1986).

O controle do cascudinho é dificultado devido ao seu ciclo de vida curto e comportamento que favorece reinfestações, pois se abriga em fendas, rachaduras, abaixo dos comedouros e abaixo do solo, próximo aos pilares de sustentação dos galpões (CHERNAKI-LEFFER et al., 2001). A maioria das táticas de controle está baseada na utilização de inseticidas químicos de curto período residual, cuja utilização causa redução populacional temporária e é limitada pela presença constante dos animais nos aviários, além da possibilidade de selecionar pragas resistentes e causar intoxicações aos animais e ao homem (ALVES et al., 2004).

Assim, é de grande importância o estudo de métodos alternativos visando reduzir a utilização de inseticidas químicos (CRAWFORD; BROOKS; ARENDS, 1998).

Óleos de plantas, como o de neem (*Azadiracthina indica*) e óleo essencial de citronela (*Cymbopogom wynterianus*) têm se mostrado eficientes no controle de *A. diaperinus* e possuem vantagens aos inseticidas químicos, pois tem persistência e acumulação reduzida ao meio ambiente, são biodegradáveis e compatibilidade com outros métodos de controle (VIEIRA; MAFEZOLI; BIAVATTI, 2007; SILVA; 2007; MARCOMINI et al., 2009).

Tabassum et al. (1998) constataram que a formulação de neem com butóxido de piperonila como agente sinergista (RB-a+PBO+Tx-100) apresentou

propriedades inseticidas contra *A. diaperinus*. A formulação na dose de 58,92 µg/cm² causou mortalidade de 50% de adultos de *A. diaperinus*.

Estudos dos efeitos do óleo de neem sobre larvas de *A. diaperinus* alimentados com ração contendo o óleo na concentração de 0,01 e 0,1% constataram que o mesmo inibiu fortemente a alimentação, crescimento e desenvolvimento da praga (SZCZEPANIK, 2001).

Azevedo (2008), testou o efeito do óleo de neem sobre *A. diaperinus* em amendoim armazenado. As concentrações de 3% e 4% foram eficientes contra o cascudinho causando mortalidade de 74,92 e 91,22%, respectivamente aos 90 dias de armazenamento provavelmente devido ao efeito de deterrência alimentar.

Marcomini et al. (2009) avaliaram efeitos de diferentes concentrações de óleo de neem (0,1; 1; 5; 10%) sobre a mortalidade de *A. diaperinus* e constataram que o mesmo apresentou atividade inseticida a partir da concentração de 1%.

Verificando a bioatividade de várias concentrações do óleo essencial de *C. winterianus* sobre *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) e *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), os resultados obtidos por Al-Jabr (2006) mostraram que o óleo essencial de citronela apresentou ação inseticida para estas pragas.

A associação do componente citronelal com os inseticidas cipermetrina (piretróide) e clorpirifós (organofosforado) vem sendo realizada para o controle de *A. diaperinus*. A associação visa o manejo de resistência da praga aos inseticidas químicos devido a combinação de diferentes modos de ação dos mesmos (SILVA et al., 2007; ALEXANDRE, 2008).

Este estudo tem por objetivo avaliar o efeito do óleo de neem e do óleo essencial de citronela, associados ou não, no controle de *A. diaperinus*.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados com adultos da espécie *Alphitobius diaperinus*, não sexados e de diferentes idades, coletados em aviário comercial no Município de Londrina, Paraná. Os indivíduos (100) foram separados da cama de frango e acondicionados em placas de acrílico (9 cm Ø).

Foram realizados três bioensaios nos quais as soluções foram

pulverizadas sobre os insetos com pulverizador Airbrush, acoplado a um compressor aspirador Fanem-Diapump (1,0 kgf cm⁻¹), pulverizando-se 0,4 ml de calda por repetição. Após as aplicações, os insetos foram mantidos em câmara climatizada (25 ± 1°C e fotofase de 12 horas) e alimentados com ração de milho para aves, autoclavada e fornecida 24 horas após a pulverização para evitar a fermentação. As avaliações de mortalidade acumulada dos insetos foram realizadas no primeiro, quinto e décimo dia após a pulverização dos tratamentos.

Óleo de Neem sobre Adultos de *A. diaperinus*

Os tratamentos foram óleo de neem (NeemAzal-T/S, Trifolio-M GmbH, Lahnau, Alemanha) com 10 g/litro de azadiractina A nas concentrações 1, 3, 5, 7 e 9% e água como testemunha.

Óleo de Citronela sobre Adultos de *A. diaperinus*

Para este experimento, foram utilizadas caldas com óleo de citronela (*C. winterianus*) adicionado a sabão de coco (Rosatex Produtos Saneantes Ltda, Guarulhos, SP) (10g/litro) como agente emulsificante. Os tratamentos foram óleo essencial de citronela nas concentrações 5, 10, 15 e 20%, sabão de coco (10g/litro), e água como testemunha.

Associação de Óleos de Neem e Citronela

Neste experimento os tratamentos foram óleos de neem e citronela em duas concentrações (1 e 3%), associados ou não (Tabela 1). Para o preparo das caldas, foi utilizado detergente neutro biodegradável (Alpes, Química Alpina S.A., Apucarana, Paraná) como agente emulsificante que estava presente em todos os tratamentos contendo citronela. A concentração de detergente utilizada nos tratamentos foi equivalente à concentração do óleo utilizado.

Tabela 3.1 – Tratamentos e dosagens utilizados para avaliação de mortalidade de *A. diaperinus*.

TRATAMENTOS	
T1	Testemunha – água
T2	Detergente neutro biodegradável (DNB) 1% (branco)
T3	DNB 3% (branco)
T4	Óleo de neem 1%
T5	Óleo de neem 3%
T6	Óleo de neem 1%+DNB 1%
T7	Óleo de neem 3%+ DNB 3%
T8	Óleo de Citronela 1% + DNB 1%
T9	Óleo de Citronela 3% + DNB 3%
T10	Óleo de neem 1% + Óleo de Citronela 1%+ DNB 1%
T11	Óleo de neem 3% + Óleo de Citronela 3% + DNB 3%

Delineamento Experimental e Análise Estatística

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com seis repetições para o primeiro e segundo experimentos e sete para o terceiro. Realizou-se análise de variância (ANOVA). Nos dois primeiros testes, após a ANOVA, as médias foram submetidas ao teste F e regressão de grau 1 ou 2 a $p < 0,05$.

Para o terceiro experimento, as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os valores de mortalidade acumulada nos dez dias de avaliação foram corrigidos pela fórmula de Shneider e Orelli (1947) (Nakano et al., 1981). Os dados foram submetidos ao método proposto por Koppenhofer et al. (2000) que avalia a interação dos agentes de controle em associação pelo teste qui-quadrado onde considera $\chi^2 = (M_{12} - ME)^2/ME$, em que M_{12} é a mortalidade no tratamento onde foram aplicados os agentes de controle em associação; e ME é a mortalidade esperada, sendo $ME = M_1 + M_2 \times (1 - M_1/100)$, em que M_1 e M_2 representam a mortalidade nos tratamentos com apenas um dos agentes. Para os tratamentos que continham óleos de neem, citronela e detergente associados (três agentes de controle), considerou-se $\chi^2 = (M_{123} - ME)^2/ME$ e $ME = M_1 + M_2 + M_3 -$

$[(M1 \times M2 \times M3) / 100]$. Para χ^2 significativo (3,84 para 1 grau de liberdade, $p < 0,05$ / 5,99 para 2 graus de liberdade, $p < 0,05$), o efeito da associação dos agentes foi considerado não-aditivo e sinérgico, se $M12 - ME > 0$, ou antagônico se $M12 - ME < 0$. Se χ^2 foi não-significativo, o efeito foi considerado aditivo.

Resultados e Discussão

A mortalidade de *A. diaperinus* ajustou-se melhor ao modelo de regressão quadrática para o primeiro e segundo bioensaios

Óleo de Neem na Mortalidade de *A. diaperinus*

A primeira avaliação 24 horas após a aplicação dos tratamentos mostrou que o óleo de neem nas concentrações 1, 3, 5, 7 e 9 % causou mortalidade de 14 a 47% (Figuras 3.1).

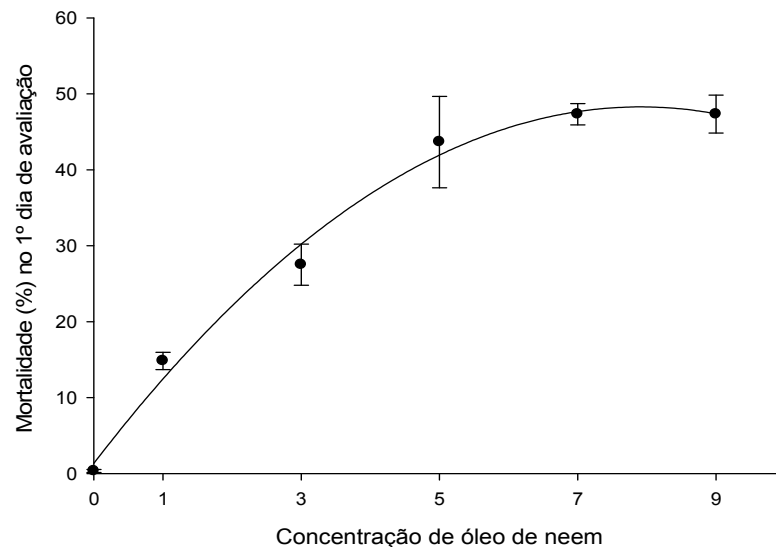


Figura 3.1 – Número de insetos mortos com um dia após a aplicação de óleo de neem nas concentrações 0, 1, 3, 5, 7 e 9%. Equação significativa a $p < 0,01$ ($Y = -0,75x^2 + 11,88x + 1,33$ $R^2 = 0,99$).

No quinto dia após as pulverizações as concentrações de neem causaram mortalidade acumulada de 15 a 53%, aumentando apenas 1% para a menor concentração do óleo e 6% para a maior (Figuras 3.2).

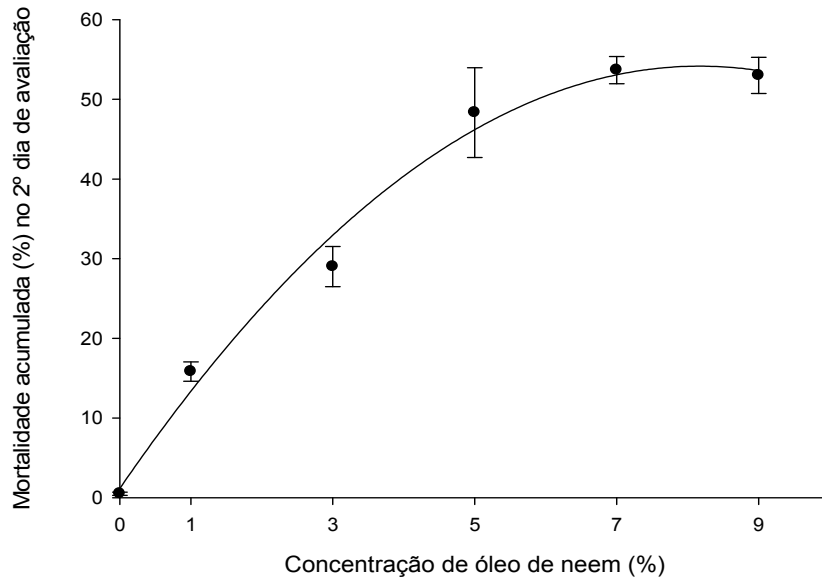


Figura 3.2 – Número de insetos mortos com cinco dias após a aplicação de óleo de neem nas concentrações 0, 1, 3, 5, 7 e 9%. Equação significativa a $p < 0,01$ ($Y = -0,78x^2 + 12,91x + 1,22$ $R^2 = 0,98$).

No último dia de avaliação, a mortalidade ocasionada pelos óleos de neem foi de 17 a 59% aumentando apenas 2% na menor concentração do óleo e 6% na maior (Figuras 3.3).

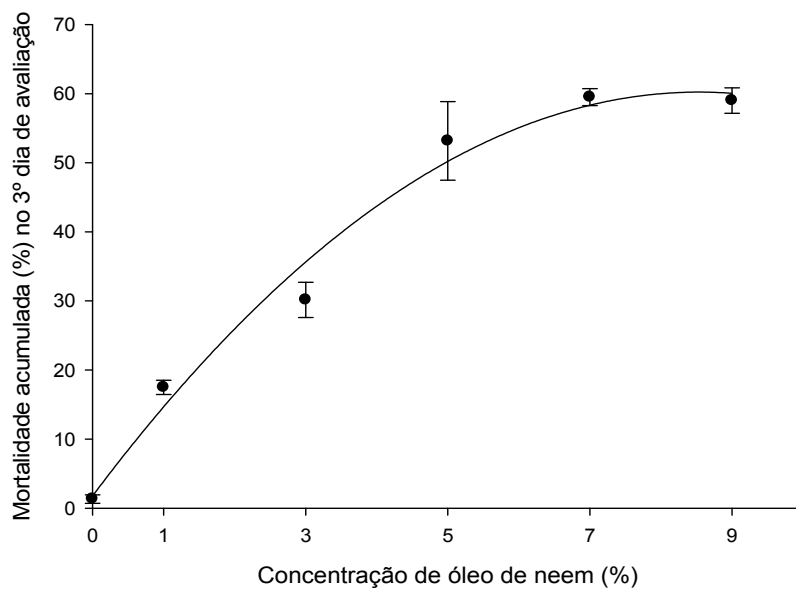


Figura 3.3 – Número de insetos mortos com dez dias após a aplicação de óleo de neem nas concentrações 0, 1, 3, 5, 7 e 9%. Equação significativa a $p < 0,01$ ($Y = -0,80x^2 + 13,69x + 1,78$ $R^2 = 0,98$).

Pela análise de regressão, a mortalidade entre os dias não foi significativa, ou seja, a maior mortalidade para o óleo de neem em todas as concentrações ocorreu 24 horas após as pulverizações. Demonstrando um efeito de contato do óleo sobre a praga.

Este mesmo efeito foi verificado por Tabassum et al. (1998) onde a maior mortalidade de *A. diaperinus* ocorreu 24 horas após a pulverização de uma formulação de extrato de neem (RB-a) com butóxido de piperonila, como agente sinergista, em diferentes doses.

A mortalidade de insetos aumentou conforme o acréscimo da concentração de óleo de neem até a concentração de 7%. Na concentração de 9% não houve aumento da mortalidade em relação a concentração de 7%. Pela curva a concentração de óleo de neem para o máximo de controle do cascudinho (60,22%) foi de 8,54% no 10º dia após a pulverização (ponto máximo).

Marcomini et al. 2009, também constataram a atividade inseticida de óleo de neem (*Azadirachta indica*) sobre o cascudinho nas concentrações 1; 5 e 10%. A mortalidade foi de 31,6, 73,8 e 87,0% respectivamente, no entanto, o óleo de neem utilizado foi o Dalneem e a quantidade de calda pulverizada foi de 1ml em 50 insetos.

Óleo de Citronela na mortalidade de *A. diaperinus*

A mortalidade de *A. diaperinus* na primeira avaliação 24 horas após a aplicação dos tratamentos do óleo de citronela nas concentrações 5, 10, 15 e 20% foi de 45 a 74% respectivamente (Figuras 3.4).

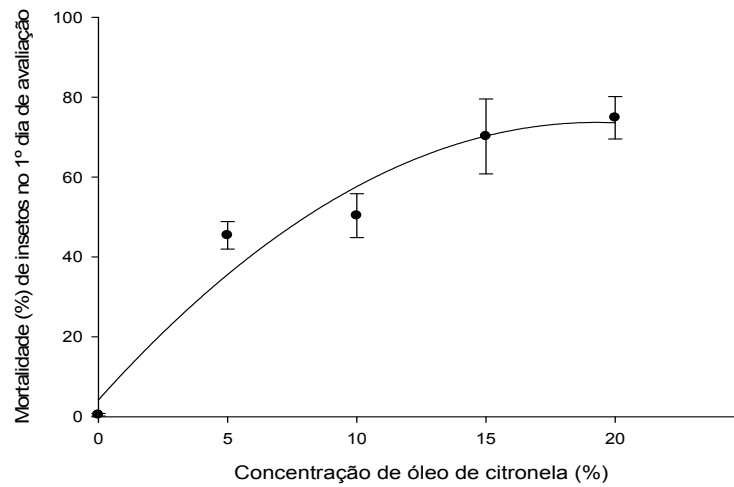


Figura 3.4 – Número de insetos mortos com um dia após a aplicação de óleo de citronela nas concentrações 0, 5, 10, 15, e 20%. Equação significativa a $p < 0,01$ ($Y = -0,18x^2 + 7,21x + 4,19$ $R^2 = 0,95$).

Na segunda avaliação, quinto dia após as pulverizações, as concentrações do óleo de citronela causaram mortalidade acumulada de 51 a 78%, aumentando apenas 6% na menor concentração do óleo e 4% na maior (Figuras 3.5).

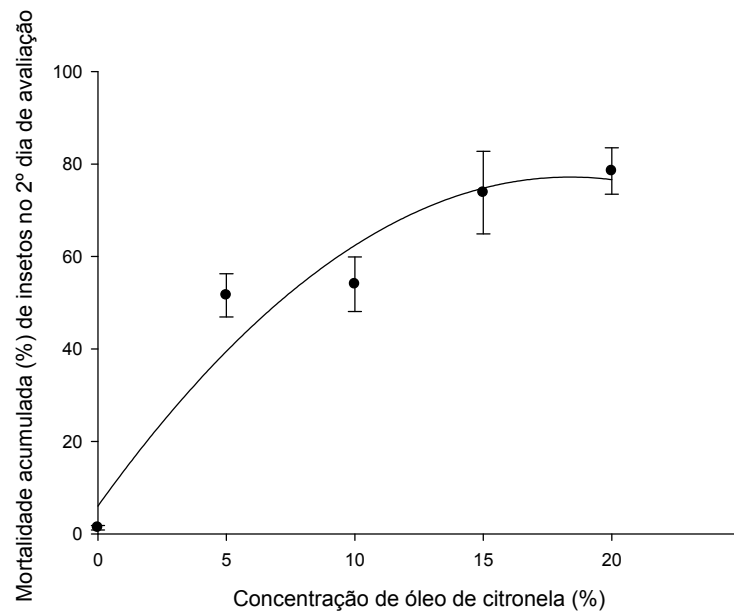


Figura 3.5 – Número de insetos mortos com cinco dias após a aplicação de óleo de citronela nas concentrações 0, 5, 10, 15, e 20%. Equação significativa a $p < 0,01$ ($Y = -0,21x^2 + 7,74x + 6,00$ $R^2 = 0,93$).

Na última avaliação, dez dias após as pulverizações a mortalidade acumulada nos tratamentos com óleo de citronela foi de 55 a 81% respectivamente, aumentando apenas 4% na menor concentração e 3% na maior (Figuras 3.6).

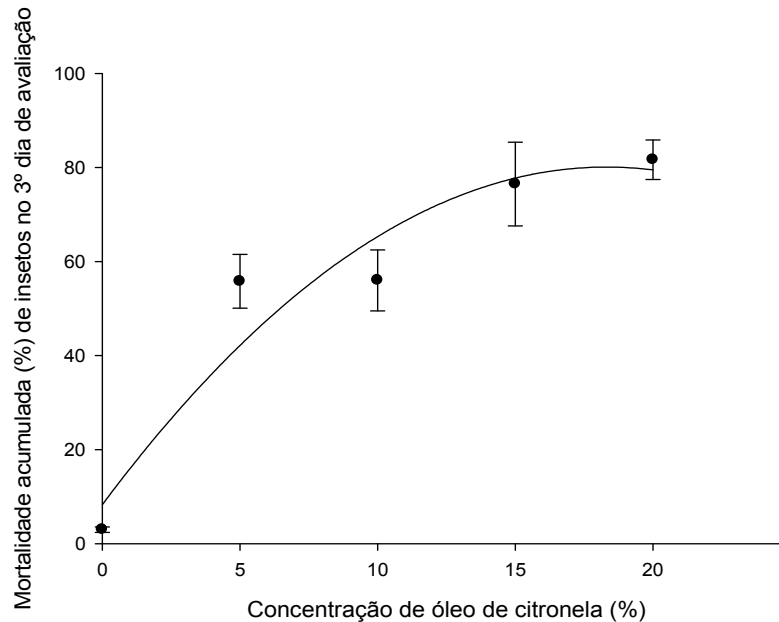


Figura 3.6 – Número de insetos mortos com dez dias após a aplicação de óleo de citronela nas concentrações 0, 5, 10, 15, e 20%. Equação significativa a $p < 0,01$ ($Y = -0,21x^2 + 7,84x + 8,27$ $R^2 = 0,92$).

Como no experimento com óleo de neem, a mortalidade entre os dias não foi significativa, ou seja, a maior mortalidade para os tratamentos com citronela em todas as concentrações ocorreu 24 horas após as pulverizações. Sendo verificado também um efeito de contato do óleo sobre a praga.

Estes dados corroboram com os dados de Raja et al. 2001 que constataram que a maior mortalidade (45%) de *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) ocorreu 24 horas após o contato da praga com caupi (*Vigna unguiculata* L.) tratado com óleo de citronela (*Cymbopogon nardus*) na dose de 0,01 ml.

A mortalidade de insetos aumentou conforme o acréscimo da concentração de óleo de neem até a concentração de 7%. Na concentração de 9% não houve aumento da mortalidade em relação a concentração de 7%. Pela curva a concentração de óleo de neem para o máximo de controle do cascudinho (60,22%) foi de 8,54% no 10º dia após a pulverização (ponto máximo).

Al-Jabr 2006 também testou a ação inseticida de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus*) sobre *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) e *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) em diferentes concentrações (0,125; 0,25; 0,5 , 0,75 e 1 %). O óleo foi pulverizado em grãos de trigo e apresentou ação inseticida a partir da menor concentração. A mortalidade total dos insetos foi alcançada para *T. castaneum* na concentração de 1% após duas semanas de exposição ao tratamento.

Associação dos Óleos de Neem e Citronela

Na associação de óleo de neem e de citronela, maior porcentagem de mortalidade (88,86%) de *A. diaperinus* ocorreu nos tratamento com a associação de óleo de neem, citronela e detergente (3%), e citronela e detergente a 3% (75,29%) do que nos demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 3.2 – Mortalidade total e corrigida de *Alphitobius diaperinus* pulverizados com diferentes produtos e tipo de interação entre os mesmos no décimo dia de avaliação.

Tratamentos	Mortalidade (%)			Interação dos agentes de controle
	Total	Corrigida		
Testemunha	1,43 ¹ ± 0,53	-	f	-
DNB 1%	4,57 ± 1,04	3,19	ef	-
DNB 3%	22,71 ± 3,62	21,59	de	-
Óleo de neem 1%	17,57 ± 2,19	16,38	def	-
Óleo de neem 3%	45,14 ± 3,43	44,35	bc	-
Óleo de neem 1% + DNB 1%	25,86 ± 3,18	24,78	cd	Aditivo
Óleo de neem 3% + DNB 3%	51,43 ± 3,09	50,72	b	Aditivo
Óleo de citronela 1% + DNB 1%	43,29 ± 6,08	42,46	bc	Aditivo
Óleo de citronela 3% + DNB 3%	75,29 ± 6,96	74,93	a	Aditivo
Óleo de neem 1% + óleo de citronela 1% + DNB 1%	49,71 ± 2,60	48,99	b	Aditivo
Óleo de neem 3% + óleo de citronela 3% + DNB 3%	88,86 ± 7,21	88,70	a	Aditivo

¹ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey p<0,0 5%.CV: 29,46%

A concentração de detergente a 1% apresentou desempenho similar à testemunha, porém em concentração de 3% o mesmo apresentou ação sobre a mortalidade dos insetos. O tratamento contendo citronela e detergente a 3% causou maior mortalidade dos cascudinhos em relação ao óleo de neem e detergente a 3%. O efeito da interação dos agentes de controle foi apenas aditivo não sendo

observado efeito sinérgico na associação dos tratamentos (Tabela 2). De modo geral os tratamentos contendo citronela foram mais eficientes do que os tratamentos contendo óleo de neem.

O óleo de neem apresentou também efeito aditivo na mortalidade de *A. diaperinus* no entanto quando associado ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (1×10^8 conídios mL⁻¹) na concentração de 1%. Esta associação apresentou efeito não-aditivo sinérgico com o aumento da concentração do óleo de neem (2 e 3%) (SANTORO et al., 2009).

A associação de citronelal com os inseticidas cipermetrina e clorpirifós vem sendo realizada visando o manejo de resistência de *A. diaperinus* aos inseticidas químicos, devido aos diferentes modos de ação dos mesmos. Silva et al. (2007) testaram esta associação em quatro diluições 1:400, 1:600, 1:800, 1:1000 L/m² para o controle de *A. diaperinus*. A menor diluição já apresentou eficácia de 100% em larvas e adultos de cascudinho.

Alexandre et al. 2008 associaram o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* com um inseticida comercial contendo cipermetrina, clorpirifós e citronelal (CCC). A interação dos agentes de controle foi aditiva para CCC nas CL1 CL5 e CL10 associadas com *B. bassiana* em concentrações acima da CL50 para larvas e CL70 para adultos.

Sugerem-se estudos adicionais a campo com aplicações dos óleos de neem e citronela, além de estudos de interações dos mesmos com outros agentes de controle.

Conclusões

Tanto o óleo de neem como o de citronela foram eficientes para o controle de *A. diaperinus* em laboratório. De modo geral, os tratamentos contendo óleo de citronela foram mais eficientes na mortalidade do cascudinho.

O tipo de interação resultante da associação dos agentes de controle foi aditiva, não sendo verificado efeito sinérgico.

Referências

- AL-JABR, A. M. Toxicity and repellency of seven plant essential oils to *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)**. v. 7, n. 1, p. 49-60, 2006.
- ALEXANDRE, T. M.; NEVES, P. M. O. J.; SANTORO, P. H.; ALVES, L. F. A. Controle associado de *Alphitobius diaperinus* com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* e inseticidas químicos. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 4, p. 481-489, out./dez. 2008.
- ALVES, L. F. A.; ALVES, V. F.; BRESSAN, D. F.; NEVES, P. M. O. J.; ALVES, S. B. Ocorrência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. em adultos de cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) em aviários comerciais em Cascavel, PR. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 33, n. 6, p. 793-795, nov./dez. 2004.
- AXTELL, R. C.; ARENDS, J. J. Ecology and management of arthropod pest of poultry. **Annual Review of Entomology**. v. 35, p. 101-126, 1990.
- AZEVEDO, A. I. B. **Bioatividade do óleo de nim sobre *Tribolium Castaneum* e *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim armazenado**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- CHERNAKI-LEFFER, A. M.; BIESDORF, S. M.; ALMEIDA, L. M.; LEFFER, E. V. B.; VIGNE, F. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no oeste do estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, SP, v. 4, n. 3, p. 243-247, set./dez. 2002.
- CHERNAKI, A. M. **Dinâmica populacional, estimativa da resistência a inseticidas e suscetibilidade do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) a inseticidas reguladores de crescimento e a fungos entomopatogênicos**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CRAWFORD, P. J.; BROOKS, W. M.; ARENDS, J. J. Efficacy of field-isolated strains of *Beauveria bassiana* (Moniliales: Moniliaceae) as microbial control agents of the lesser mealworm (Coleoptera: tenebrionidae). **Journal of Economic Entomology**. v. 91, n. 6, p. 1295-1301, 1998.

DESPINS, J. L.; AXTELL, R. C.; RIVES, D. V.; GUY, J. S.; FICKEN, M. D. Transmission of enteric pathogens of turkeys by darkling beetle larva (*Alphitobius diaperinus*). **Journal of Applied Poultry Research**. n. 3, p. 61-65, 1994.

KUMAR, P. Flesh eating behaviour of *Alphitobius diaperinus* Panz. (Tenebrionidae: Coleoptera). **Indian Journal of Entomology**, v. 48, p. 113-115, 1986.

LÊ TORCH, J. M. A new pest of rearing buildings (*Alphitobius diaperinus* in pigstyes, Brittany). **Phytoma**, v. 308, p. 31-33, 1979.

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 (Coleoptera, Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 76, n. 3, p. 409-416, jul./set., 2009.

MCALLISTER, J. C.; STEELMAN, C. D.; NEWBERRY, L. A.; SKEELES, J. K. Isolation of infectious bursal disease virus from the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer). **Poultry Science**. v. 74, p. 45-49, 1995.

O'CONNOR, J. P. *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Col.: Tenebrionidae) damaging polystyrene insulation in Irish piggery. **Entomologist's Monthly Magazine**. v. 123, p. 1472-1475, 1987.

RAJA, N.; ALBERT, S.; IGNACIMUTHU; DORN, S. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. **Journal of Stored Products Research**. v. 37, n. 2, p. 127-132, abr. 2001.

RAJA, M.; WILLIAM, J. Impact of volatile oils of plants against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (FAB.) (Coleoptera: Bruchidae). **International Journal of Integrative Biology**, v. 2, n. 1, p. 62-64, 2008.

SANTORO, P. H.; NEVES, P. M. O. J.; CAVAGUCHI, S. A.; CONSTANSKI, K.; AMARO, J. T.; ALVES, L. F. A.; GOMES, B. B. Controle associado de *Alphitobius diaperinus* e efeito de microrganismos eficazes no desenvolvimento de *Beauveria bassiana*. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n. 2, 2009.

SILVA, G. S.; VERONEZ, V. A.; OLIVEIRA, G. P.; BORGES, F. A.; SILVA, H. C.; MEIRELES, M. V. Avaliação de métodos de amostragem de "cascudinhos" *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) em cama de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 22, n. 1, p. 73-76, jan./jun. 2001.

SILVA, G. S.; MICHELS, M. G.; TOMA, S. B.; TERRA, F. E.; SOARES, V. E.; COSTA, A. J. Effectiveness of the Compound Chlorpyrifos+ Cypermethrin+Citronellal Against *Alphitobius diaperinus*. Laboratory Analysis and Residue Determination in Carcasses. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v. 9, n. 3, p. 157-160, jul/set 2007.

SZCZEPANIK, M. Studies on the biological activity of azadirachtin lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer. In: KONOPINSKA, D. (Ed.) **Arthropods - Chemical, physiological and environmental aspects**. Poland: University of Wroclaw. 2001, p. 228-233.

TABASSUM, R.; NAQVI, S. N. H.; JAHAN, M.; NURULAIN, S. M. Determination of the Toxicities of Fenpropathrin (Pyrethroid) and Neem Formulation (RB-a+PBO+Tx-100) Against *Alphitobius diaperinus* Adults and Their Effects on Transaminases. **Turkish Journal of Zoology**, v. 22, n. 4, p. 319-322, 1998.