

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO, ÓLEO DE NIM EM
DIFERENTES FORMULAÇÕES E PERÍODO RESIDUAL NO
CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833)**

Jacqueline Toniolo da Costa
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO, ÓLEO DE NIM EM
DIFERENTES FORMULAÇÕES E PERÍODO RESIDUAL NO
CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833)**

Jacqueline Toniello da Costa

Orientador : Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2010

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JACQUELINE TONIELO DA COSTA – nascida em 12 de maio de 1986, na cidade de Sertãozinho, SP. Em 2004, ingressou pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus de Jaboticabal, SP, no Curso de Engenharia Agrônoma, obtendo o título de Engenheira Agrônoma em março de 2009. Durante a graduação realizou estágio no Laboratório de entomologia e foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Em 2009 ingressou no programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), mestrado, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Campus de Jaboticabal, SP.

Nas horas difíceis, procuremos sorrir
e saibamos caminhar.

Na frente, a Divina Bondade nos espera
e não faltará combustível do socorro
Divino à lâmpada de nossas necessidades,
a fim de que haja bastante luz em nosso roteiro.

Quanto mais intenso se nos fizer o
trabalho com Jesus, mais ampla
assistência de Jesus receberemos.

Francisco Cândido Xavier Carlos Augusto

DEDICO...

*Aos meus pais **Sandra** e **Amauri** e ao meu irmão **Murilo** pelo carinho, confiança, força e compreensão em todos os momentos desta e de outras caminhadas.*

OFEREÇO...

*A **Malvina Guiomar Bombonato**, pelos conselhos, carinho e por sempre acreditar em mim. A **Renan da Silva Mantovani** pelo seu apoio, compreensão, amor, que foram fundamentais para chegar até aqui.*

AGRADEÇO...

*Ao meu orientador, **Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior**, pela amizade, orientação e por todos seus ensinamentos.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido e amado **DEUS**, que sempre soube me mostrar o caminho certo e sempre me deu força nos momentos que sempre precisei.

A **Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal**, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudo.

Aos **professores do Departamento de Fitossanidade e Produção Vegetal, FCAV/UNESP**, pelos conhecimentos que adquiri nestes dois anos.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior**, pela orientação, apoio e ensinamentos.

Ao **Zulene Antonio Ribeiro** pela amizade e auxílio constante na execução dos trabalhos realizados.

Aos membros da banca do exame de qualificação, **Prof. Arlindo Leal Boiça Junior, Prof. Jaime dos Santos e Prof. Júlio Cesar Galli**, pelas sugestões dadas ao trabalho.

Ao Prof. Dr. **Sergio Augusto Moraes Carbonell**, pelos genótipos de feijão utilizados nessa pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Moacir Rossi Forim**, pelos produtos naturais utilizados nesse trabalho.

A todas as pessoas que fazem partes do **Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos**, pelo convívio e pelo constante aprendizado.

Aos **colegas do Curso de Pós-Graduação** pela troca de experiências, ensinamentos e bons momentos compartilhados.

A **Janaina Marques Mondego e Joseane Rodrigues de Souza**, pela convivência, amizade, ajuda e conselhos dados.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade em especial **Lígia Dias Torres Fiorezzi, Lúcia Helena Tarina, José Altamiro de Souza**, pelas muitas contribuições e amizade.

As bibliotecárias pela atenção e em especial a **Tieko T. Sugahara** pela disponibilidade e correção das referências bibliográficas.

Enfim, a todos aqueles que de forma direta ou indiretamente tenham contribuído para o êxito deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	2
2.1 Feijão: origem, domesticação e importância econômica.....	2
2.2 Distribuição geográfica de <i>Z. subfasciatus</i>	4
2.3 Descrição e biologia de <i>Z. subfasciatus</i>	5
2.4 Danos de <i>Z. subfasciatus</i>	6
2.5 Métodos de controle utilizados para carunchos em feijoeiro.....	6
3. Referências.....	12
CAPITULO 2 – DETERMINAÇÃO DOS TIPOS DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) EM GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO.....	23
Resumo.....	23
Abstract.....	24
1 Introdução.....	25
2 Material e Métodos.....	26
3 Resultados e Discussão.....	28
4 Conclusão.....	35
5 Referências.....	35
CAPITULO 3 – EFEITO DE DOSES DE PRODUTOS A BASE DE ÓLEO DE NIM EM DIFERENTES FORMULAÇÕES NO CONTROLE DE <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) EM FEIJOEIRO...	41
Resumo.....	41
Abstract.....	42
1 Introdução.....	43

2 Material e Métodos.....	45
2.1 Avaliação da mortalidade dos adultos, oviposição e biologia.....	46
2.2 Análise estatística.....	47
3 Resultados e Discussão.....	48
4 Conclusão.....	54
5 Referências.....	55
CAPITULO 4 – EFEITO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO E PRODUTOS A BASE DE ÓLEO DE NIM, EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AZADIRACHTINA A NO CONTROLE DE <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae).....	59
Resumo.....	59
Abstract.....	60
1 Introdução.....	61
2 Material e Métodos.....	62
2.1 Avaliação da mortalidade dos adultos, oviposição e desenvolvimento de <i>Z. subfasciatus</i>	63
2.2 Análise estatística.....	64
3 Resultados e Discussão.....	65
4 Conclusão.....	71
5 Referências.....	71
CAPITULO 5 – PERÍODO RESIDUAL DE PRODUTOS A BASE DE ÓLEO DE NIM, EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AZADIRACHTINA A, NO CONTROLE DE <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae).....	74
Resumo.....	74
Abstract.....	75
1 Introdução.....	76
2 Material e Métodos.....	77

3 Resultados e Discussão.....	80
4 Conclusão.....	88
5 Referências.....	89
CAPITULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92

**EFEITO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO, ÓLEO DE NIM EM DIFERENTES
FORMULAÇÕES E PERÍODO RESIDUAL NO CONTROLE DE *Zabrotes*
subfasciatus (BOHEMAN, 1833)**

RESUMO - Com a finalidade de buscar meios alternativos para o controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), este trabalho teve por objetivo, avaliar o efeito isolado e associado de diferentes doses e formulações de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e de genótipos de feijoeiro sobre o comportamento de *Z. subfasciatus* e o período residual desses produtos naturais no armazenamento. O experimento foi conduzido no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP. Inicialmente, foi testado o efeito de 11 genótipos de feijoeiro (Arc 1, Arc 2, Arc 3, Arc 4, Raz 49, Raz 55, Raz 59, HF 5465, Dor 391, Dor 476 e IAPAR-MD 806) sobre a oviposição e desenvolvimento dos insetos. A seguir, foi avaliado o efeito dos produtos a base de óleo de nim na formulação nanocápsulas - CE (0,1 e 0,3%), óleo de nim em pó solúvel - NC (0,1 e 0,3%), óleo de nim NC + PS (0,3% + 0,3%), óleo de nim 1000 concentrado emulsionável - CE (0,1 e 0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,1 e 0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,1 e 0,3%), deltametrina 25 CE (0,05%) e a testemunha (sem controle) também sobre a oviposição e desenvolvimento de *Z. subfasciatus*. Com base nos resultados, foram selecionados quatro genótipos (três resistentes e um suscetível) e três produtos a base de óleo de nim (considerados os mais eficientes no controle da praga), para avaliar o efeito associado sobre a oviposição, desenvolvimento e consumo de grãos causados pelos insetos. Para finalizar foi avaliado o período residual dos tratamentos óleo de nim 1000 (CE) (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%), deltametrina 25 CE (0,05%) e a testemunha (sem controle) sobre a porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade dos insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca de grãos consumidos e determinado à porcentagem de eficiência pela fórmula de Abbott. Todos os experimentos foram realizados em amostras de 10g de grãos e no

delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de Fisher e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. Pelos resultados pode-se concluir que: a) os genótipos testados não apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição a *Z. subfasciatus*; os genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55, Arc 1, e Arc 2 apresentaram resistência dos tipos não-preferência para alimentação e / ou antibiose; e, os genótipos HF 5465, Dor 391, Dor 476, IAPAR-MD 806, Arc 3 e Arc 4 foram suscetíveis ao ataque do inseto. b) os produtos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%) e deltametrina 25 CE (0,05%), proporcionaram maiores mortalidades de adultos e da fase imatura de *Z. subfasciatus*, menores números total de ovos e ovos viáveis, menores números de insetos emergidos e massa seca consumida. c) Os genótipos com suas associações aos produtos à base de óleo de nim, foram eficientes no controle de *Z. subfasciatus* causando elevada porcentagem de insetos mortos no período de oviposição e reduzindo a oviposição; d) Todos os produtos naturais à base de óleo de nim aplicados e em seguida liberados os adultos de *Z. subfasciatus*, foram eficientes em seu controle; Deltametrina apresentou residual até 60 dias da aplicação, com eficiência de 100% de controle do inseto; Estudos de resíduos dos produtos naturais à base de óleo de nim devem ser estudados até 30 dias da sua aplicação.

Palavras-chave: Caruncho do feijão, *Phaseolus vulgaris*, tipos de resistência, *Azadirachta indica*

EFFECT OF BEAN GENOTYPES, NEEM OIL IN DIFFERENT FORMULATIONS AND RESIDUAL PERIOD IN THE CONTROL OF *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833)

SUMMARY - With the aim to seek alternative means for its control of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), this study, assess the effect isolated and related of different doses and formulations of neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss.) and bean genotypes on the behavior of *Z. subfasciatus* and the residual period of these natural products in storage. The experiment was conducted in the Laboratório de Resistência de plantas a insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAVUNESP, Jaboticabal/SP. Initially, was tested the effect of 11 bean genotypes (Arc 1, the Arc 2, the Arc 3, the Arc 4, Raz 49, 55, Raz Raz 59, HF 5465 pain, pain 391, 476 and IAPAR-MD 806) on the oviposition and development of insects. below, was evaluated the effect of the products the base of neem oil in the formulation nanocápsulas - EC (0.1 and 0.3%), oil of neem dry powder - CN (0.1 and 0.3%), neem oil NC + PS (0.3% + 0,3%), neem oil 1000 concentrated emulsionável - EC (0.1 and 0.3%), neem oil 2000 EC (0.1 and 0.3%), neem oil 4000 EC (0.1 and 0.3%), deltamethrin 25 EC (0.05%) and the control (uncontrolled) also on the oviposition and development of *Z. subfasciatus*. Based on the results, were selected four genotypes (three resistant and susceptible) and three products the base of neem oil (considered the most efficient in controlling the Prague), to evaluate the effect associated on oviposition, development and consumption of grains caused by insects. To finalize was evaluated the residual period of treatments neem oil 1000 (EC) (0.3%), neem oil 2000 EC (0.3%), neem oil 4000 EC (0.3%), deltamethrin 25 EC (0.05%) and the control (without control) on the percentage of dead insects, total number of eggs, number of eggs viable, mortality of insects on immature stage, number of insects emerged and dry mass of grains consumed and determined to the percentage of efficiency by the formula of Abbott. All experiments were carried out on samples of 10 g of grains and in a completely randomized design with five repetitions. The data obtained were submitted to analysis of variance by the Fisher test and the averages were compared by Tukey's test,

the level 5% probability. The results may conclude that: a) the genotypes tested not exhibited resistance non-preference for oviposition to *Z. subfasciatus*; genotypes Raz Raz 49, 59, Raz 55, the Arc 1, and the Arc 2 presented resistance of types non-preference for feeding and / or antibiosis; and, the genotypes HF 5465 pain, pain 391, 476, IAPAR-MD 806, Arc 3 and Arc 4 were susceptible to insect attack. b) products of neem oil 1000 EC (0.3%), neem oil 2000 EC (0.3%), neem oil 4000 EC (0.3%) and deltamethrin 25 EC (0.05%), provided the highest mortality of adults and of the immature phase of *Z. subfasciatus*, minors earlier total viable eggs and eggs, smaller numbers of insects emerged and dry mass consumed. c) The genotypes with their associations to products based on neem oil, were efficient in controlling of *Z. subfasciatus* causing high percentage of dead insects in the period of oviposition and reducing the oviposition; d) All the natural products with a basis of oil neem and then released the adults of *Z. subfasciatus*, were efficient in its control; Deltamethrin presented residual until 60 days of the application, with efficiency of 100% control the insect; Study of residues of natural products based of neem oil must be studied within 30 days of its application.

Key-words: Bean weevil, *Phaseolus vulgaris*, types of resistance, *Azadirachta indica*

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris L.*) devido suas características nutricionais, constitui-se não só no Brasil como em outros países da América Latina, num dos alimentos básicos e fonte acessível de proteína, vitaminas e minerais, apresentando também elevado conteúdo energético (GUZMÀN-MALDONADO et al., 1996). Na maioria dos cultivares nacionais o teor de proteína varia de 20 a 25%. Entretanto, apesar do alto conteúdo de lisina apresentam deficiência dos aminoácidos essenciais metionina e cistina (VIEIRA, 1992).

O consumo per capita de feijão ao longo dos últimos 40 anos apresenta uma tendência decrescente da ordem de 1,3% ao ano, enquanto a população cresce 2,2% (FERREIRA et al., 2002). De acordo com LINS (2006) o consumo per capita está em torno de 16 kg/habitante/ano.

O Brasil se destaca em âmbito mundial como o maior produtor de feijão. A produção nacional de feijão em 2010, deverá atingir 3,555 milhões de toneladas a 3,594 milhões de toneladas (CONAB, 2010), entretanto, a cultura ainda apresenta baixa produtividade quando comparada à de outros países. Dentre os vários fatores que levam a essa baixa produtividade encontram-se principalmente à baixa tecnologia empregada no seu cultivo e a fitossanidade, tanto durante o ciclo de cultivo quanto durante o armazenamento.

Zabrotes subfasciatus (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) se destaca entre as pragas de feijão armazenado. Essa espécie se originou provavelmente da América Central e se tornou uma praga agrícola quando se estabeleceu e passou a se reproduzir continuamente em sementes armazenadas. Difundiu-se posteriormente pelas regiões tropicais e subtropicais, por meio do comércio de sementes e, atualmente, é cosmopolita, e particularmente importantes nas Américas Central e do Sul sendo

também amplamente distribuída na África, Índia e Região Mediterrânea (GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2002; AEBI et al., 2004).

A utilização de cultivares resistentes e plantas inseticidas por meio de pós, extratos e óleos vegetais para o controle dessa praga vem sendo estudado como métodos alternativos para minimizar o uso de inseticidas químicos. Esses métodos alternativos favorecem principalmente o pequeno agricultor, uma vez que, são de fácil utilização não exigindo pessoal especializado, são mais baratos e não afetam o meio ambiente (MAZZONETTO, 2002).

Diante do fato apresentado, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito isolado e associado de diferentes doses e formulações de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e de genótipos de feijoeiro sobre o comportamento de *Z. subfasciatus* e o poder residual desses produtos naturais no armazenamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Feijão: origem, domesticação e importância econômica

O gênero *Phaseolus* (Fabaceae) compreende aproximadamente 55 espécies, das quais quatro são cultivadas, o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*); o feijão-de-lima (*P. lunatus* L.); o feijão-aycote (*P. coccineus* L.) e o feijão-tepari (*P. acutifolius* A.), todas derivadas de um mesmo ancestral comum. O feijão-comum é o mais amplamente distribuído e utilizado (ZIMMERMAN & TEIXEIRA, 1998; EMBRAPA, 2005).

A ação das forças evolutivas (mutação, seleção, migração e deriva genética) e a domesticação do gênero *Phaseolus* resultaram em alterações na morfologia, fisiologia e nas características genéticas da espécie, produzindo plantas de hábitos de crescimento mais compacto e ereto, gigantismo das partes vegetativas; aumento no tamanho das vagens e sementes; redução da sensibilidade ao fotoperíodo, à dormência das

sementes e à deiscência das vagens (GEPTS & DEBOUCK, 1991; ZIMMERMAN & TEIXEIRA, 1998;).

Com base em estudos de padrões eletroforéticos de faseolina, principal proteína de reserva das sementes dos grãos de feijão, GEPTS & DEBOUCK (1991) propuseram dois centros de origem e domesticação para a espécie: Mesoamericano e Andino.

Os feijoeiros pertencentes ao grupo Mesoamericano estendem-se desde o sudeste dos Estados Unidos até o Panamá, tendo como principais zonas o México e a Guatemala, possuindo sementes pequenas e faseolina do tipo S. Os andinos se dividem em sul dos Andes (Colômbia e Venezuela), até o norte do Peru. O feijoeiro originado nestas regiões apresenta sementes maiores e com faseolina dos tipos T, C, H e A (GEPTS & BLISS, 1986).

Segundo GEPTS (1988), no Brasil o feijão veio por pelo menos duas rotas distintas, pois há a ocorrência de feijões pequenos e grandes. Dos Andes, foram introduzidos feijões grandes de tipos variados como Jalo, Pintado e outros e, da América Central feijões pequenos, pretos, marrons-claros e mulatinhos (GEPTS & BLISS, 1986).

No Brasil, o feijão representa importante componente da dieta da população, sendo uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos com ação antioxidante. A cultura também se destaca pela importância socioeconômica em razão da mão-de-obra empregada durante o ciclo da cultura. Estima-se que no cultivo do feijão sejam utilizados sete milhões de homens/dia-ciclo de produção (ABREU, 2005; BORÉM & CARNEIRO, 2006).

O Brasil destaca-se como grande consumidor de feijão, com um consumo per capita de 16 kg/ano (ABREU, 2005; BORÉM & CARNEIRO, 2006) e o maior produtor, sendo estimada uma produção de 3,5 milhões de toneladas para a safra de 2010 (CONAB, 2010).

Os pequenos produtores são os principais responsáveis pela produção de feijão, aplicando pouca tecnologia na cultura. A baixa tecnologia empregada no cultivo aliado a outros fatores como cultivo em consórcio, efeitos climáticos e fitossanidade contribuem para baixa produtividade da cultura (BORÉM & CARNEIRO, 2006).

A incidência de pragas contribui para uma redução nos rendimentos de 33% a 86% dependendo da espécie da praga, da cultivar utilizada, da época de semeadura e região de cultivo (MAGALHÃES & CARVALHO, 1988; ABREU, 2005; BORÉM & CARNEIRO, 2006). Estima-se que apenas os insetos de armazenamento são responsáveis por cerca de 20 a 30% de perdas na produção brasileira (MAGALHÃES & CARVALHO, 1988).

2.2 Distribuição geográfica de *Z. subfasciatus*

A ordem Coleóptera apresenta cerca de 300.000 espécies descritas das quais muitas são consideradas pragas agrícolas. A maioria das espécies de importância econômica, incluindo as que atacam os grãos armazenados, é representada por sete famílias: Bostrichidae, Bruchidae, Cucujidae, Curculionidae, Dermestidae, Silvanidae e Tenebrionidae (REES, 1996).

A família Bruchidae, a qual pertence *Z. subfasciatus*, ocorre em todos os continentes exceto a Antártida. Já foram descritas mais de 1500 espécies distribuídas em 58 gêneros e, grande parte dessas espécies é especializada em plantas economicamente importantes (SHELLIE-DESSERT & BLISS, 1991; ALVAREZ et al., 2005).

Cerca de 20 espécies de bruquídeos desenvolvem-se em de grãos leguminosas armazenados (SOUTHGATE, 1979) dos quais o caruncho do feijão (*Z. subfasciatus* e *Acanthoscelides obtectus* Say) e o caruncho do caupi (*Callosobruchus maculatus* F.) são as mais importantes pragas dos grãos armazenados dessa família (PEDRA et al., 2003).

Z. subfasciatus originou-se da América Central e se tornou praga agrícola, quando se estabeleceu e passou a se reproduzir continuamente em grãos armazenados. Difundiu-se pelas regiões tropicais e subtropicais, por meio do comércio de semente. Trata-se de uma praga cosmopolita, ocorrendo em todas as regiões que cultivam o feijoeiro (GONZÁLEZ-RODRIGUES et al., 2002; AEBI et al., 2004). A

espécie é particularmente importante nas Américas Central e do Sul, mas atualmente apresenta-se amplamente distribuída nos trópicos, especialmente na África, Índia e Região Mediterrânea. Embora prefira feijões do gênero *Phaseolus*, *Z. subfasciatus*, também coloniza outras espécies de importância econômica da família Fabaceae, como os feijões do gênero *Vigna* (*V. subterranea* L., *V. radiata* L. e *V. unguiculata* L.) e *Vicia* (HILL, 1990; PACHECO & CESAR DE PAULA, 1995; SALES et al., 2005).

2.3 Descrição e biologia de *Z. subfasciatus*

Os adultos de *Z. subfasciatus* são considerados os menores bruquídeos infestantes de grãos armazenados, variando de 1,8 a 2,5mm de comprimento. As fêmeas são maiores que os machos, característica esta que permite diferenciação dos sexos e apresentam quatro manchas brancas no pronoto, enquanto que os machos possuem cor cinza uniforme (QUINTELA, 2002).

Ao contrário da maioria dos bruquídeos, as fêmeas necessitam do contato com a semente para estimular a ovogênese. Para efetuar a postura, a fêmea expele uma gota de líquido claro e pegajoso, sendo o ovo colocado nesse meio, que endurece rapidamente. Esta forte aderência facilita a penetração da larva no interior do grão (GALLO et al., 2002). Após a eclosão dos ovos, o primeiro instar larval penetra na semente e forma uma câmara onde permanecerá alimentando-se dos cotilédones até a pupação.

A espécie prefere regiões de clima quente, ocorrendo com maior frequência nas regiões tropicais e subtropicais (ABATE & AMPOFO, 1996). Na temperatura de 26° C, os ovos de *Z. subfasciatus* se desenvolvem entre cinco e sete dias, a larva em 14-16 dias e a pupa entre seis e sete dias. As larvas recém emergidas penetram nas sementes, onde passam por quatro instares, quando se transformam em pupas. A larva do último instar e a câmara pupal ficam visíveis externamente, na forma de um orifício circular coberto por uma fina camada do tegumento da semente. O adulto emerge pelo orifício e normalmente não se alimenta, mas pode consumir água ou néctar

(QUINTELA, 2002). As fêmeas têm longevidade média de 11 dias, ovipositando em média 22 ovos, sendo o ciclo médio de 26 dias (GALLO et al. 2002).

2.4 Danos de *Z. subfasciatus*

No Brasil, o caruncho do feijão ocorre em todas as regiões de cultivo do feijoeiro. Os danos causados por *Z. subfasciatus* na pós-colheita são consideráveis e decorrentes da penetração e alimentação das larvas no interior dos grãos, provocando perda de peso, redução do valor nutritivo e do grau de higiene do produto. Além disso, o poder germinativo das sementes pode ser reduzido ou totalmente perdido. Dependendo da população do inseto e da umidade presente nos grãos, pode-se ter um aumento na temperatura da massa dos grãos, o que pode favorecer o desenvolvimento de microorganismos e afetar a germinação da semente pela destruição do embrião, depreciando dessa forma a qualidade comercial do produto e as qualidades culinárias do feijão (GALLO et al., 2002).

Em armazenamento, os adultos podem produzir muitas gerações sem se alimentarem, segundo SCHOONHOVEN & CARDONA (1982) os prejuízos causados nos grãos de feijoeiro chegam a 35% no México e América Central e Panamá e variam de 7% a 15% no Brasil. WIENDL (1975) relatou que nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, as perdas chegam a 20% e no Nordeste a 40% (OLIVEIRA et al., 1977).

2.5 Métodos de controle utilizados para carunchos em feijoeiro

Várias práticas são adotadas para controle do caruncho em grão armazenado, podendo destacar dentre elas o controle químico, biológico, resistência de plantas entre outros.

O controle químico através da fumigação e inseticidas residuais é utilizado em larga escala e com grande eficácia. Entre os inseticidas residuais, os mais utilizados

são fenitrothion, a deltametrina, e a malation enquanto que os dois produtos mais comuns para a fumigação são a fosfina e o brometo de metila. Porém a utilização dos mesmos é de difícil acesso para pequenos produtores uma vez que os custos são elevados além dos riscos de contaminação tanto ao aplicador quanto ao consumidor através dos resíduos tóxicos que são deixados por esses produtos (SCHOONHOVEN & CARDONA, 1982).

O uso de variedades resistentes de feijão, resfriamento artificial (MOREIRA, 1994), pós-inertes (LORINI et al., 2002), inimigos naturais (KISTLER, 1985), óleos e pós de vegetais repelentes (OLIVEIRA & VENDRAMIM, 1999; MAZZONETO & VENDRAMIM, 2003) e outras medidas integradas de manejo de insetos praga, têm recebido cada vez mais atenção como alternativas para o controle dos carunchos, sem as desvantagens dos inseticidas químicos. Este tipo de controle é realizado através do uso de inseticidas fumigantes, com os inconvenientes dos custos e os resíduos tóxicos que podem contaminar o meio ambiente e o homem (LARA, 1991).

O controle biológico é realizado através da utilização de parasitóides, e dentre eles, destaca-se *Anisopteromalus calandrae* (Howard, 1881) (Hymenoptera: Pteromalidae). Este pode parasitar tanto insetos que vivem dentro como fora do grão. A fêmea localiza a larva do *Z. subfasciatus* dentro do grão de feijão e oviposita sobre ela, parasitando-a. Em seguida, a larva se alimenta do caruncho, e após a emergência da vespa adulta mata a praga (GALLO et al., 2002).

A busca de cultivares com resistência aos carunchos tem sido realizada em diversos programas de melhoramento genético do feijoeiro. Várias avaliações de acessos de feijão cultivado foram realizadas, entretanto, não foram encontrados níveis satisfatórios de resistência ao caruncho *Z. subfasciatus* (SCHOONHOVEN & CARDONA, 1982; ORIANI et al., 1996). Contudo, detectaram-se altos níveis de resistência em genótipos silvestres de *P. vulgaris*, de origem mexicana, (SCHOONHOVEN et al., 1983), e que a resistência presente nesses genótipos aos carunchos é do tipo antibiose e é atribuída à proteína arcelina (CARDONA et al., 1989). Já foram descritas seis variantes alélicas de arcelina (Arc1, Arc2, Arc3, Arc4, Arc5 e

Arc6), que conferem diferentes graus de resistência (OSBORN et al., 1986; LIOI & BOLLINI, 1989; SPARVOLI & BOLLINI, 1998).

O uso de variedades resistentes de feijão a *Z. subfasciatus* tem sido objetivo de pesquisa não apenas no Brasil (OLIVEIRA et al., 1979; RÉGO et al., 1986; PEREIRA et al., 1995; ORIANI et al., 1996; WANDERLEY et al., 1997; MAZZONETTO & BOIÇA JUNIOR, 1999; BARBOSA et al., 2000b) como internacionalmente (SCHOONHOVEN & CADORNA, 1982; MINNEY et al., 1990; CADORNA et al., 1992) como alternativa de controle ao ataque de *Z. subfasciatus*, devido ao baixo custo, fácil utilização, não necessitando de mão de obra especializada e por ser compatível com outros métodos de controle.

Entre as linhagens mais resistentes à *Z. subfasciatus* foi relatado por SCHOONHOVEN et al. (1983) e MINNEY et al. (1990) G12866 (Arc2) e G12952 (Arc4). Já para CARDONA et al. (1990) são G02771 (Arc5) e G12882 (Arc1). Para CARDONA et al. (1992) e PADGHAM et al. (1992) são Raz-2 (Arc3) e de acordo com KORNEGAY et al. (1993) foi relatado G12922 (Arc3). SCHOONHOVEN & CARDONA (1982) definiram que as linhagens mais resistentes foram G2540 e G5693 e as mais suscetíveis foram G0778 e G5897.

De acordo com RÉGO et al. (1986), os melhores parâmetros para avaliar a resistência de genótipos do feijoeiro ao ataque de *Z. subfasciatus* são a perda de peso dos grãos e a população emergente do caruncho. Já para SCHOONHOVEN & CARDONA (1982), deve ser avaliado o peso da progênie adulta e o período de desenvolvimento do inseto. Para DECHECO et al. (1986) e MAZZONETTO (1998), devem ser considerados o número de oviposições, porcentagem de emergência do adulto e o período de desenvolvimento do caruncho.

Foi constatado por OLIVEIRA et al. (1977), a preferência para oviposição de *Z. subfasciatus* por sementes de *P. vulgaris* em relação a *Vigna sinensis* L. Segundo PIMBERT (1985) em teste com chance de escolha, as fêmeas do caruncho preferiam ovipositar em *P. vulgaris*, quando comparados com *P. lunatus*.

RIBEIRO-COSTA et al. (2007) no estado do Paraná avaliaram o desenvolvimento de *Z. subfasciatus* em 11 genótipos de feijoeiro: TPS-Bionobre, IAC-

Una, IPR-Uirapuru, IAPAR 44, IPR Juriti, IAPAR 81, Pérola, Carioca e Bolinha, além de Arc 1 e Arc 2 que contém arcelina, e os possíveis tipos de resistência. Nos genótipos com arcelina os autores sugeriram que os genótipos com os alelos Arc 1 e 2 apresentaram apenas resistência do tipo antibiose, pois houve elevada mortalidade das fases imaturas, e no genótipo Arc 1, foi constatado longo período de desenvolvimento e drástica redução no peso de machos e fêmeas. Dentre os genótipos sem arcelina, o IAPAR 44 destacou-se como o mais resistente a *Z. subfasciatus*, pois foi o menos preferido para oviposição, promovendo baixo percentual de ovos viáveis, longo período de desenvolvimento e reduzido peso de machos e fêmeas. Os cultivares Pérola, IPR Juriti e Bolinha foram os mais suscetíveis, com alto número de ovos e ovos viáveis, além de baixa porcentagem de mortalidade de fases imaturas.

O uso de plantas com propriedades inseticidas é uma prática muito antiga. Até a descoberta dos inseticidas organossintéticos, na primeira metade do século passado, as substâncias extraídas de vegetais eram amplamente utilizadas no controle de insetos (GALLO et al., 2002).

As plantas com ação inseticida têm sido utilizadas como método alternativo de controle por meio de produtos na forma de pós, óleos e extrato para as principais pragas de grãos armazenados. Tais plantas provocam mortalidade, repelência, inibição da oviposição, redução no desenvolvimento larval, na fecundidade e fertilidade dos adultos. Por essa razão, muitos pesquisadores vêm tentando isolar compostos presentes em plantas e verificar seus efeitos sobre pragas de importância econômica (MAZZONETTO, 2002).

Segundo UVAH & ISHAYA (1992) a grande eficácia da utilização dos óleos vegetais adicionados à sementes se deve ao bloqueio do oxigênio para a respiração dos insetos e ao efeito inseticida de seus componentes como triglicerídeos. Quanto ao uso de materiais, como areia, cinza, terra de formigueiro e outros, as informações são, na maior parte, de natureza empírica, necessitando de estudos mais acurados antes de sua recomendação (GUEDES, 1991).

SENANAYAKE et al. (1978), isolaram das folhas, caules e raízes da planta de canela cerca de 72 compostos, destacando-se o cinamaldeído, eugenol e cânfora, provavelmente responsáveis pelo efeito repelente a *Z. subfasciatus*.

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) moída constitui uma fonte segura e promissora de inseticida natural. Os frutos possuem alcalóides com ação tóxica sobre muitas pragas de grãos armazenados (MIYAKADO et al., 1989).

KAYITARE & NTEZURUBANZA (1991), testando folhas, flores e frutos de *Chenopodium procerum* Hochst., *Ocimum americanum* L., *Tetradentia riparia* Hochst. e *Capsicum frutescens* L. para avaliação de toxicidade e repelência para adultos de *Z. subfasciatus*, verificaram que folhas de *O. americanum* e *C. procerum*, embora tenham sido as mais tóxicas a esse inseto, não apresentaram efeito repelente sobre os adultos.

Estudando o efeito de óleos essenciais e pós de origem vegetal sobre adultos de *Z. subfasciatus*, OLIVEIRA & VENDRAMIM (1999), verificaram que as porcentagens de repelência aumentaram diretamente com as dosagens e concentrações dos produtos utilizados. Os melhores resultados com óleos foram verificados para canela (*Cinnamomum zeylanicum* B.), seguindo-se de nim (*A. indica*) e louro (*Laurus nobilis* L.). Os pós foram menos eficientes que os óleos essenciais, com melhores resultados para o pó de louro, seguido por canela e pimenta-do-reino.

Azadirachta indica, cujo nome popular é nim, é uma espécie arbórea pertencente a família Meliaceae, que compreende espécies como mogno, cedro, cinamomo, andiroba, entre outras. Destaca-se por possuir substâncias que atuam como inseticida, fungicida, bactericida e nematicida (MARTINEZ, 1998).

Foi detectada em sua composição química uma grande quantidade de substâncias químicas, em especial limonóides e terpenóides, estes últimos totalizando mais de cem compostos, oriundos de diversas partes da planta. Estes compostos são solúveis em água, podendo ser preparado de maneira simples e baixo custo pelos pequenos agricultores. Entre os componentes químicos presentes nesta planta com atividade biológica, o mais ativo é a azadirachtina, que por possuir semelhança com o hormônio da ecdise, atua alterando essa transformação, sendo que administrado em altas concentrações pode impedi-la, causando a morte do inseto (MARTINEZ, 1998).

A planta de nim possui inúmeros usos, atuando não só na agricultura como também nas áreas ambiental e medicinal. A partir de extratos das suas folhas, sementes e ramos são obtidos inseticidas naturais utilizados na agricultura para o controle de diversas pragas agrícolas (CUNHA, 2002).

Como inseticida, as espécies que tem se mostrado mais facilmente controladas são as lagartas, pulgões, cigarrinhas, larvas de besouros e pragas de grãos armazenados. Resultados de pesquisas mostraram efeitos letais e deformidades em larvas e pupas de lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), em ácaros (*Tetranychus urticae* Koch e *Panonychus citri* McGregor), nematóides como *Meloidogyne incógnita* Kofoid e White, mosca-das-frutas (*C. capitata* Wied.), cochonilhas (*Saissetia coffeae* Walker), broca-do-café (*Hypothenemus hampei* Ferr.), mosca branca (*Bemisia tabaci* Genn.) e redução de postura em bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* Guer.-Mènev.), (SCHMUTTERER, 1988; GRUBER, 1992).

Os inseticidas naturais do nim são considerados de fácil biodegradação por não deixar resíduos tóxicos, por não haver acúmulo de contaminantes na cadeia alimentar e por não deixar resíduos no solo e nos produtos vegetais (SODEPAZ, 2006).

Os extratos do nim provocam distorções na metamorfose, inibição do crescimento, malformação, redução da fertilidade e mortalidade, principalmente de certos artrópodes que ingerem ou entram em contato com substratos tratados. Larvas de algumas espécies de lepidópteros e alguns estágios de desenvolvimento de coleópteros são particularmente sensíveis a este tipo de substrato (KOCK, 1990). Para os insetos das ordens citadas acima, a substância tem efeito repelente, regulador do crescimento e antialimentar, agindo por contato ou ingestão; para certos fungos, vermes e ácaros, o efeito é fatal (CARVALHO & FERREIRA, 1990).

Em testes sem chance de escolha do alimento, lagartas de *Helicoverpa armigera* Hubner alimentaram-se de pequenas porções das folhas de nim, mas regurgitaram a maior parte do material ingerido (KOCK, 1990). O uso de extratos de plantas, no entanto, faz com que determinados componentes ativos presentes nos vegetais, quando utilizados de forma mais concentrada, atuem no controle de insetos, inibindo sua alimentação ou prejudicando-os após a ingestão.

Três formulações principais de nim entre eles, extrato aquoso, óleo e pó de sementes, foram extensivamente usadas para controlar pragas de grãos armazenados. Entre as que são utilizadas, o óleo e o extrato de sementes são consideradas mais eficientes para o controle dos insetos (LALE & MUSTAPHA, 2000).

De acordo com MORDUE & NISBET (2000), o óleo de sementes de nim contém azadiractina e outros compostos potencialmente bioativos, sendo eficiente no controle de pragas de grãos armazenados. Seu efeito repelente sobre *Z. subfasciatus* foi comprovado por OLIVEIRA & VENDRAMIM (1999).

3. REFERÊNCIAS

ABATE, T.; AMPOFO, J. K. O. Insect pests of beans in África: their ecology and management. **Annual Review of Entomology**. Stanford, v. 4, p.45-73, 1996.

ABREU, A. F. B. Cultivo do feijão da primeira e segunda safra na região sul de Minas Gerais. Disponível em: <<http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/FeijãoPrimSeqSafrasSulMG/index.htm>>. Acesso em: 17 dez. 2010.

AEBI, A.; SHANI, T.; BUTCHER, R. D. J. Isolation and characterization of polymorphism microsatellite markes in *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae). **Molecular Ecology Notes**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 752-754, 2004.

ALVAREZ, N.; MCKEY, D.; HOSSAEERT-MCKEY, M.; BORN, C.; MERCIER, L.; BENREY, B. Ancient and recent evolutionary history of the bruchid beetle, *Acanthocelides obtectus* Say, a cosmopolitan pest of beans. **Molecular Ecology**, Oxford, v.14, n. 2 ,p.1015-1024, 2005.

BARBOSA, F. R., YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 895-900, 2000b.

BORÉM, A. & CARNEIRO, S. E. J. A cultura do Feijão In: _____ **Feijão**. 2° ed. Viçosa: Editora, 2006. cap. 3, p. 45.

CONAB. **Safras**. Grãos: feijão total. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 02 jun. 2010.

CARDONA, C.; POSSO, C. E.; KORNEGAY, J.; VALOR, J.; SERRANO, M. Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the Mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera:Bruchidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 1, p. 310-315, 1989.

CARDONA, C.; KORNEGAY, J.; POSSO, C. E; MORALES, F.; RAMIREZ, H. Comparative value of four arcelin variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 56, n. 1, p. 197- 206, 1990.

CARDONA, C.; DICK, K.; POSSO, C.E.; AMPOFO, K.; NADHY, S.M. Resistance of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar to post-harvest infestation by *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Bruchidae). II. Storage tests. **Tropical Pest Management**, v. 38, n. 2, p. 173-175, 1992.

CARVALHO, S. M.; FERREIRA, D. T. Santa Bárbara contra vaquinha. *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 11, n. 65, p. 65-67, 1990.

CUNHA, R.A.S. Nim Indiano a árvore milagrosa. **Vetores & Pragas**, Rio de Janeiro, v. 4, n 10, p.1-5, 2002.

DECHECO, A.; MONCADA, B.; ORTIZ, M. Desarrollo de *Zabrotes subfasciatus* sobre seis variedades de frijol en Lima. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v. 26, n. 1, p. 77-79, 1986.

EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2005. **Arroz e feijão: origem e história do feijão.** Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/feijão/história.htm>>. Acesso em: 25 de nov. de 2010.

FERREIRA, C. M.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA L. C. **Feijão na economia nacional.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2002. 47 p. (Documentos, 135).

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BATISTA, 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. 920 p.

GEPTS, P.; BLISS, F.A. Phaseolin variability among wild and cultivated common beans (*Phaseolus vulgaris*) from Colombia. **Economic Botany.** New York, v. 40, n. 4, p. 469-478, 1986.

GEPTS, P.; KMIECIK, K.; PEREIRA, P.; BLISS, F.A. Dissemination pathways of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) deduced from phaseolin electrophoretic variability. I- The Americas. **Economic Botany.** New York, v. 42, n. 1, p. 73-85, 1988.

GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Origin, domestication and evolution of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SHOONHOVEN, A. van. (Ed). **Common bean: research for crop improvement.** Wallingford: CAB, cap. 1, 1991.

GUEDES, R. N. C. Manejo integrado para a proteção de grãos armazenados contra insetos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 15/16, n. 1/2, p. 3-47, 1991.

GONZÁLEZ-RODRIGUES, A.; BENREY, B.; CALLEJAS, A.; OYAMA, K. Inter and intraspecific genetic variation and differentiation in the sibling bean weevils *Zabrotes subfasciatus* and *Z. sylvestris* (Coleoptera: Bruchidae) from Mexico. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 92, n. 1, p. 185-189, 2002.

GRUBER, A. K. Biología y ecología del árbol de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.). Extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia. **Ceiba**, Tegucigalpa, v. 33, n. 1, p. 249-256, 1992.

GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; MARÍN-JARILLO, A.; CASTELLANOS, J. Z.; GONZÁLEZ DE MEJÍA, E.; ACOSTA-GALLESGOSC, J. A.; Relationship between physical and chemical characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. **Journal of stored products research**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 53-58, 1996.

HILL, D.S. **Pests of stored products and their control**. New York: CRC Press. 1990. 274 p.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LINS, F. **Rumos para o mercado de feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.
Disponível:<<http://www.cnpaf.embrapa.br/eventosenoticias/anteriores/anteriores2006/060605.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2010.

LIOLI, L.; BOLINI, R.; Identification of a new arcelin variant in wild bean seeds. **Annual report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 32, p.28, 1989.

KAYITARE, J.; NTEZURUBANZA, L. Evaluation of the toxicity and repellent effect of certanis plants from Rwanda against the bean bruchids: *Acanthocelides obtectus* Say and *Zabrotes subfasciatus* Boheman. **Insect Science and its Application**, Elmsford v. 12, n. 5/6, p. 695-697, 1991.

KISTLER, R. A. Host-age structure and parasitism in a laboratory system of two hymenopterous parasitoids and larvae of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 14, n. 1 , p. 507-511, 1985.

KOCH, C. K. **El arbol de la Índia (Azadirachta indica) y su utilización potencial en el Ecuador con especial referencia a las propiedades plaguicidas de jus extratos.** Ecuador: Convênio GTZ/MAG. 1990. 15 p.

KORNEGAY, J.; CARDONA, C.; POSSO, C. E. Inheritance of resistance to Mexican bean weevil in common bean, determined by bioassay e biochemical tests. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 589-594, 1993.

LALE, N. E. S.; MUSTAPHA, A. Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.). **Journal of Stored Products Research**, Maiduguvi, v. 36, n. 3, p. 215-222, July, 2000.

LORINI, I; MORÁS, A.; BECKEL, H. Pós inertes no controle das principais pragas de grãos armazenados. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento da EMBRAPA**, v. 8, p. 1-35, 2002.

MAGALHÃES, B. P.; CARVALHO, S. M. Insetos associados à cultura, p.573-589. In ZIMMERMAN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed), **Cultura do feijoeiro: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. 589p.

MARTINEZ, S. S.; LIMA, J.; BOIÇA Jr., A. L. Avaliação agronômica e fitoquímica de neem, *Azadirachta indica*, de diferentes procedências em vários locais das regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Entomologia**. SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 17., 1998, **Resumos**: p. 831.

MAZZONETTO, F. **Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)**. 1998. 73. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 1998.

MAZZONETO, F.; BOIÇA JR, A. L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 307-311, 1999.

MAZZONETTO, F. Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sob o controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boh) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). 2002. 134 f. Tese (doutorado). Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002.

MAZZONETTO F.; VENDRAMIM J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 145-149, 2003.

MINNEY, B. H.; PGATEHOUSE, M. R.; DOBIE, P.; DENDY, J.; CARDONA, C.; GATEHOUSE, J. A. Biochemical bases of seed resistance to *Zabrotes subfasciatus* (bean weevil) in *Phaseolus vulgaris* (common bean); a mechanism for arcelin. **Journal Insect Physiology**. London, v.36, n. 10, p. 757-767, 1990.

MIYAKADO, M.; NAKAYAMA, I.; OHNO, N. Insecticidal unsaturated isobutylamides from natural products to agrochemical leads. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Ed.). **Insecticides of plant origin**. Annual of Chemistry Society. Washington: ACS, 1989. 213p.

MORDUE, A.J.; NISBET, A. 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.

MOREIRA, R. Aeration of grains using natural and chilled air. In. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRAIN CONSERVATION, DRYING AND STORAGE, 1994, Canela. **Proceedings...** p. 177-196.

OLIVEIRA, J. V.; RAMALHO, M. A. P.; BARBIN, D. Avaliação dos prejuízos em feijões *Vigna sinensis* (L.) Savi e *Phaseolus vulgaris* (L.) devido ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera, Bruchidae). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, n. 2, p. 19-22, 1977.

OLIVEIRA, A. M.; PACOVA, B. E.; SUDO, S.; ROCHA, A. C. M.; BARCELLOS, D. F. Incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 e *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 (Coleoptera, Bruchidae) em diversos cultivares de feijão armazenado. An. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 8, n. 1, p. 47-55, 1979.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de

feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 549-555, 1999.

ORIANI, M. A. G.; LARA, F. M.; BOIÇA JR., A. L. Resistência de Genótipos de Feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera, Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 213-216, 1996.

OSBORN, T. C.; BLAKE, T.; GEPTS, P.; BLISS, F. A. Bean arcelin 2. Genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and applied genetics**, Berlin, v. 71, n. 6, p.847-855, 1986.

PACHECO, I. A., CESAR DE PAULA, D. **Insects de grãos armazenados**: identificação e biologia. Campinas: Fundação Cargill, 1995. 228 p.

PADGHAM, J.; PIKE, V.; DICK, K.; CARDONA, C. Resistance of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar to post-harvest infestation by *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). I. Laboratory tests. **Tropical pest management**, Inglaterra, v. 38, n. 2, p. 167-172, 1992.

PEDRA J. H. F., BRANDT, A.; LI, H-M; WESTERMAN, R.; ROMERO-SEVERSON, J.; POLLACK, R. J.; MURDOCK, L. L.; PITTENDRIGH, B. R. Transcriptome analysis of the cowpea weevil bruchid: identification of putative proteinases and α -amylases associated with food breakdown. **Insect Molecular Biology**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 405-412, 2003.

PEREIRA, P. A A.; YOKOYAMA, M.; QUINTELA, E. D.; BLISS, F. A. Controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) pelo uso de proteína da semente em linhagens quase isogênicas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1031-1034, 1995.

PIMBERT, M. A model of host plant change of *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in a traditional bean cropping system in Costa Rica. **Biological Agriculture and Horticulture**, Oxon, v.3, n. 1, p.39-54, 1985.

QUINTELA, E. D. **Manual de identificação dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro**. Santo Antônio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 51 p (Documentos, 142).

REES, D. P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAM, B., HAGSTRUM, D.W. (Ed). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. cap. 1, p. 1-11.

RÊGO, A. F. M.; VEIGA, A. F. S. L.; RODRIGUES, Z. A; OLIVEIRA, M. L.; REIS, D. V. Efeito da incidência de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera, Bruchidae) sobre genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v.15, n. 3, p. 53-69, 1986.

RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. da S.; ZUKOVSKI, L. Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) cultivados no Estado do Paraná e contendo arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p, 560-564, 2007.

SALES, M. P.; ANDRADE, L. B.; ARY, M. B.; MIRANDA, M. R.; TEIXEIRA, F. M.; OLIVEIRA, A. S.; FERNANDES, K. V.; XAVIER FILHO, J. Performance of bean bruchids *Callosobruchus maculatus* and *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) reared on resistant (IT81D-1045) and susceptible (Epace 10) *Vigna unguiculata* seeds: relationship with trypsin inhibitor and vicilin excretion. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, Molecular and Integrative Physiology**, Oxford, v. 142, n.4, p.422-426, 2005.

SCHOONHOVEN, A. Van; CARDONA, C.; VALOR, J. F. Levels of resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) in cultivated and wild beans. **Revista Colombiana de Entomologia**, Colômbia, v. 7, n. 1/2, p. 41-45, 1982.

SCHOONHOVEN, A. van. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in monocultivated common bean accessions. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v.76, n. 4, p. 1255-1259, 1983.

SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 34, n. 7, p. 713-719, 1988.

SHELLIE-DESSERT, K. C., BLISS, F. A. Genetic improvement of food quality factors. In: SCHOONHOVEN, A. van, VOYSEST, O. (ed). Common beans: research for crop improvement. Colombia: Ciat. 1991. cap. 12, p. 649-677.

SODEPAZ. **Solidaridad para el desarrollo Y La Paz**. Disponível em: <<http://www.sodepaz.org/nim/>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

SOUTHGATE, B. J. Biology of the Bruchidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 24, p. 449-473, 1979.

SENANAYAKE, V. M.; LEE, T. H.; WILLS, R. B. H. Volatile constituents of (*Cinnamomun zeylanicum*) oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 26, n. 4, p. 822-824, 1978.

SPARVOLI, F.; BOLLINI, R. Arcelin in wild bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds: sequence of arcelin 6 shows it is a member of the arcelins 1 and 2 subfamily. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 45, n. 4, p. 383-388, 1998.

UVAH, I. I.; ISHAYA, A. T. Effect of some vegetable oils on emergence, oviposition and longevity of the bean weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). **Tropical Pest Management**, Lanham, v. 38, n. 3, p. 257-260, 1992.

VIEIRA, R. F. Cultura do feijão-mungo. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v. 16, n. 174, p. 37-46, 1992.

WANDERLEY, V. S.; OLIVEIRA, J. V.; ANDRADE JR., M. L. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p.315-320, 1997.

WIENDL, F. M. A **Desinfestação de grãos e produtos armazenados por meio de radiação ionizante**. **Boletim Divulgação**, v.18, Piracicaba, p. 1-26, 1975.

ZIMMERMAN, M. J.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ZIMMERMAN, M. J., YAMADA, M. R. T. (Ed). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988, p. 79-85.

CAPITULO 2– DETERMINAÇÃO DOS TIPOS DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO

RESUMO - *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) é considerado uma das principais pragas do feijão armazenado. O objetivo deste trabalho foi determinar os tipos de resistência envolvidos em 11 genótipos de feijoeiro ao ataque de *Z. subfasciatus*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 11 tratamentos e cinco repetições. Foram realizados testes sem chance de escolha com amostras de 10g de grãos. Foram avaliados os seguintes parâmetros: número total de ovos, porcentagem de ovos viáveis, período de desenvolvimento da eclosão da larva à emergência do adulto, número de insetos emergidos, porcentagem de insetos emergidos, razão sexual, peso dos insetos adultos, longevidade de fêmeas e machos, massa seca total consumida e massa seca consumida por inseto. Pode-se concluir que os genótipos testados não apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição a *Z. subfasciatus*; os genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55, Arc 1, e Arc 2 apresentaram resistência dos tipos não-preferência para alimentação e / ou antibiose; e, os genótipos HF 5465, Dor 391, Dor 476, IAPAR-MD 806, Arc 3 e Arc 4 foram suscetíveis ao ataque do inseto.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, caruncho do feijoeiro, resistência de plantas a insetos, antibiose, não-preferência para oviposição

**CHAPTER 2 – DETERMINATION OF THE TYPES OF RESISTANCE TO ATTACK OF
Zabrotes subfasciatus (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA:
BRUCHIDAE) IN COMMON BEAN GENOTYPES**

SUMMARY - *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) is considered one of the main pests of bean stored. The objective of this work was to determine the types of resistance involved in 11 genotypes of bean to attack of *Z. subfasciatus*. The experiment was conducted in the Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos in the Departamento de Fitossanidade of FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal, SP (Insect Plant Resistance Laboratory, Phytosanitary Department). The experimental design was completely randomized with 11 treatments and five repetitions. Tests were carried out without choice 10 samples of grains. Were evaluated the following parameters: total number of eggs, the percentage of viable eggs, the period of development of the outbreak of the larva to the emergence of adults, number of insects emerged, percentage of insects emerged, sexual ratio, weight of adult insects, longevity of females and males, total dry mass consumed and dry mass consumed per insect. May-conclude that the genotypes tested not present resistance non-preference for oviposition to *Z. subfasciatus*; genotypes Raz 49, Raz 59, Raz 55, Arc 1, and Arc 2 presented resistance of types non-preference for feeding and / or antibiosis; and, the genotypes HF 5465, Dor 391, Dor 476, IAPAR-MD 806, Arc 3 and Arc 4 were susceptible to attack of insect

Key-words: *Phaseolus vulgaris*, bean weevil, plant resistance to insects, antibiosis, non-preference for oviposition

1. INTRODUÇÃO

O feijão, *Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753 (Fabaceae), constitui um dos alimentos básicos mais ricos em proteínas, calorias, vitaminas do complexo B e minerais. No Brasil, destaca-se como cultura de subsistência com papel socioeconômico relevante, principalmente, para os produtores de baixa renda (GUSMÁN-MALDONADO et al., 1996).

Em âmbito mundial o Brasil destaca-se como o maior produtor de feijão. Entretanto, a cultura ainda apresenta baixa produtividade quando comparada à de outros países. Esse baixo rendimento deve-se principalmente à baixa tecnologia empregada no seu cultivo e a falta de cuidados fitossanitários adequados, tanto durante o ciclo de cultivo quanto durante o armazenamento (BORÉM & CARNEIRO, 2006). Estima-se que apenas as pragas que atacam os grãos armazenados sejam responsáveis por 20 a 30% de perdas na produção brasileira (MAGALHÃES & CARVALHO, 1988).

Dentre essas pragas destaca-se o caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), que é a principal praga do feijão armazenado. É originária da América Central e difundiu-se, posteriormente, pelas regiões tropicais e subtropicais, por meio do comércio de sementes. Atualmente, é cosmopolita, e particularmente importante nas Américas Central e do Sul sendo também amplamente distribuída na África, Índia e Região Mediterrânea (GONZÁLEZ-RODRIGUES et al., 2002; AEBI et al., 2004).

Os carunchos causam danos aos grãos devido às galerias feitas pelas larvas, destruindo os cotilédones, reduzindo o peso da semente e favorecendo a entrada de microorganismos e ácaros. Além do aquecimento que provocam na massa dos grãos, afetam a germinação da semente pela destruição do embrião e depreciam a qualidade comercial do produto devido à presença de insetos, ovos e excrementos (QUINTELA, 2002).

Vários métodos de controle são utilizados para o controle de carunchos em feijoeiro. No entanto, o controle químico tem sido o método mais eficaz. Porém, sua

utilização é dificultada pelo custo dos produtos e por problemas de toxicidade decorrentes da utilização dos inseticidas (BARBOSA et al., 2002).

O uso de cultivares resistentes pode ser uma alternativa para o seu controle, pois apresenta como vantagens o baixo custo, facilidade de utilização, ausência de contaminação dos grãos e compatibilidade com outras técnicas de manejo (MAZZONETO & BOIÇA JR. 1999, MAZZONETTO & VENDRAMIM 2002). Todas as cultivares de *P. vulgaris* têm-se mostrado suscetíveis ao ataque de *Z. subfasciatus* (SCHOONHOVEN et al., 1981; PADGHAM et al., 1992).

Foram registrados altos níveis de resistência em genótipos silvestres de *P. vulgaris*. ROMERO ANDREAS et al. (1986), constataram que o fator que confere resistência aos carunchos nestas linhagens de feijão selvagem, é a presença de uma proteína que apresenta uma banda marcante com peso molecular entre 35.000 e 42.000 daltons, denominada arcelina. Quatro variantes desta proteína já foram descritas, designadas de Arcelina-1 a Arcelina-4 (OSBORN et al., 1986). LIOI & BOLLINI (1989) e SANTINO et al. (1991), descreveram as variantes da proteína arcelina, Arc-5 e Arc-6, respectivamente, e mais recentemente, ACOSTA-GALLEGOS et al. (1998), foram responsáveis pela descrição da variante Arc-7.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os tipos de resistência envolvidos em 11 genótipos de feijão ao ataque de *Z. subfasciatus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP – UNESP.

Para a criação de *Z. subfasciatus* foram utilizados grãos de feijão do genótipo Bolinha, em frascos de vidro de 5L, fechados com tampas metálicas vazadas com telas de “nylon”. A criação foi mantida em temperatura de $25 \pm 2^\circ$ C e umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Foram utilizados 11 genótipos de *P. vulgaris* descritos a seguir: Arc 1, Arc 2, Arc 3, Arc 4, Raz 49, Raz 55, Raz 59, HF 5465, Dor 391, Dor 476 e IAPAR-MD 806.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 11 tratamentos e cinco repetições. Foi realizado teste sem chance de escolha com amostras de 10 g de grãos de cada genótipo. Foram utilizados recipientes cilíndricos de plástico de 3,9cm de altura e 3,8cm de diâmetro, onde foram colocados sete casais de *Z. subfasciatus* recém-emergidos por amostras, conforme metodologia descrita por SCHOONHOVEN et al. (1982).

Os insetos permaneceram confinados durante sete dias para oviposição quando então foram retirados. Após, dez dias da oviposição, foram realizadas as contagens do número de ovos com auxílio de uma lupa e assim determinado sua viabilidade.

A partir do vigésimo quinto dia da infestação dos grãos de feijão, as amostras foram observadas diariamente para contagem e retirada dos adultos emergidos, os quais foram imediatamente sexados e pesados em balança analítica. Dos adultos emergidos foram retirados dez machos e dez fêmeas de cada amostra que foram confinados isoladamente em pequenos frascos de vidro para a verificação da longevidade.

Ao término da emergência dos adultos de todas as amostras (no mínimo cinco dias consecutivos sem emergência), estas foram secas em estufa a 60°C por dois dias, e, pela diferença do peso das alíquotas, determinaram-se a massa seca consumido pelos insetos e a massa consumido por inseto. Esta foi calculada pela divisão do peso seco consumido pelos insetos pelo número total de indivíduos emergidos. Foram avaliados também os períodos da eclosão da larva à emergência do adulto, a porcentagem de insetos emergidos e a razão sexual.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. Para as análises do número total de ovos, período da eclosão da larva à emergência do adulto, razão sexual, número de insetos emergidos, peso dos insetos adultos, longevidade de fêmeas e machos, massa seca total consumida e massa seca consumida por inseto os dados

foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$ e para a porcentagem de ovos viáveis e de adultos emergidos os dados foram transformados em $\text{arc sen} [(x + 0,50)/100]^2$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para o número total de ovos de *Z. subfasciatus* ovipositados nos diferentes genótipos de feijoeiro, variando de 133,0 a 176,4 ovos por recipiente (Figura 1).

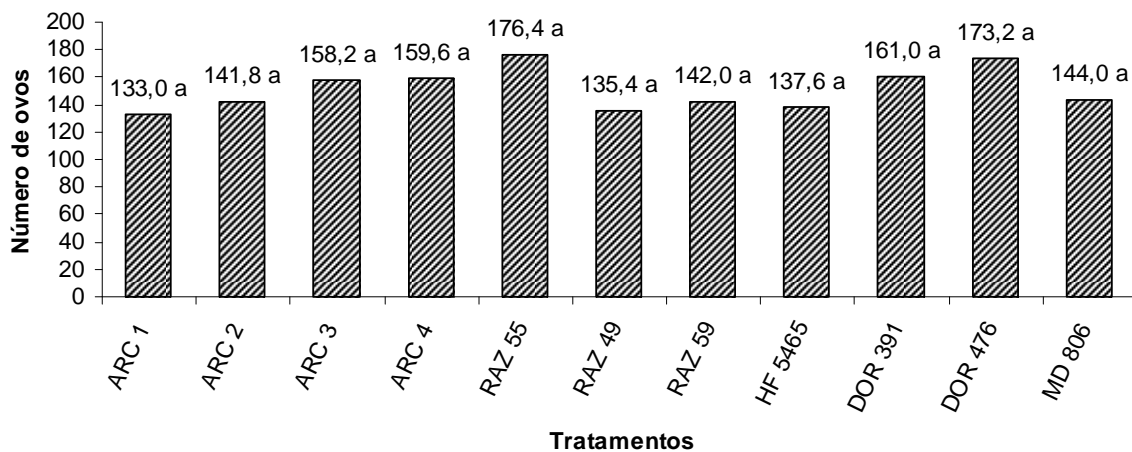


Figura 1. Número total de ovos de *Zabrotes subfasciatus* ovipositados em genótipos de feijoeiro, em teste de não-preferência para oviposição, sem chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2010.

Os resultados obtidos para o número de ovos viáveis, inviáveis e porcentagem de viabilidade dos ovos encontrados nos 11 genótipos também não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 1). MAZZONETO & BOIÇA JUNIOR. (1999) buscando meios alternativos no controle de *Z. subfasciatus* determinaram os tipos de resistência ao ataque da praga envolvidos em dezessete genótipos de feijoeiro. Os autores concluíram que o número de ovos viáveis não diferiu estatisticamente entre os genótipos testados e que a uniformidade entre os mesmos é importante para se

detectarem os tipos de resistência envolvidos. Os dados obtidos no presente estudo assemelham-se aos dados obtidos por esses autores.

WANDERLEY et al. (1997), LARA (1997), MAZZONETTO & VENDRAMIM (2002) e MIRANDA et al. (2002) também observaram a não existência de diferença quanto ao número total de ovos em estudos que incluíram alguns dos genótipos aqui estudados, como Arc 1, Arc 2, Arc 3 e Arc 4.

Tabela 1. Número total de ovos viáveis, inviáveis e porcentagem de ovos viáveis de *Zabrotes subfasciatus* ovipositados em genótipos de feijoeiro, em teste sem chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2010.

Genótipos	Nº ovos/recipiente		% Ovos Viáveis ²
	Ovos Viáveis ¹	Ovos Inviáveis ¹	
Arc 1	84,40 a	48,60 a	63,03 a
Arc 2	78,40 a	63,40 a	53,71 a
Arc 3	113,40 a	44,80 a	72,99 a
Arc 4	98,40 a	61,20 a	60,83 a
Raz 55	93,20 a	83,20 a	52,98 a
Raz 49	72,00 a	63,40 a	52,95 a
Raz 59	73,40 a	68,60 a	51,31 a
HF 5465	79,40 a	58,20 a	57,75 a
Dor 391	79,00 a	82,00 a	49,17 a
Dor 476	98,80 a	74,40 a	56,98 a
MD 806	83,80 a	60,20 a	58,72 a
F (Tratamento)	0,86 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,69 ^{ns}
C.V.(%)	18,83	41,83	31,39

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

¹ Para as análises os dados foram transformados em: ¹ $(x + 0,5)^{1/2}$; ² $\arcsin [(x + 0,50)/100]^2$.

^{ns} não significativo.

Na Tabela 1 observa-se que se há resistência a *Z. subfasciatus* conferida pelos genótipos em estudo a mesma não está associada à redução da oviposição ou da viabilidade de ovos.

Por outro lado os genótipos avaliados no presente estudo apresentaram diferenças quanto ao período da eclosão da larva à emergência do adulto, número e

porcentagem de adultos emergidos (Tabela 2). Para o primeiro, os maiores valores foram observados nos genótipos Raz 49, Raz 55, Arc 1 e Raz 59 valores estes que variaram de 47,28 e 43,48 dias (Tabela 2), evidenciando influências negativas nesta fase de desenvolvimento de *Z. subfasciatus*.

Tabela 2. Período de eclosão da larva a emergência do adulto (dias), razão sexual, número de insetos emergidos e porcentagem de insetos emergidos de *Zabrotes subfasciatus* criados em genótipos de feijoeiro em teste sem chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2010.

Genótipos	Período de eclosão da larva á emergência do adulto		Nº adultos emergidos ¹	Porcentagem de adultos emergidos ²	Razão sexual ¹
Arc 1	43,49	b	35,00 bc	42,00 b	0,51 a
Arc 2	40,23	c	26,20 c	34,15 bc	0,45 a
Arc 3	37,71	c	95,80 a	84,63 a	0,49 a
Arc 4	40,08	c	83,40 a	86,42 a	0,50 a
Raz 55	45,65	ab	22,80 c	23,89 c	0,55 a
Raz 49	47,28	a	18,40 c	27,42 bc	0,53 a
Raz 59	43,48	b	19,40 c	27,10 bc	0,44 a
HF 5465	33,94	d	72,00 ab	91,34 a	0,50 a
Dor 391	34,52	d	71,80 ab	91,55 a	0,50 a
Dor 476	33,29	d	86,40 a	88,93 a	0,50 a
MD 806	34,23	d	74,20 a	89,32 a	0,47 a
F (Tratamento)	70,85**		14,29**	69,56**	0,48 ^{ns}
C.V.(%)	3,41		32,72	13,13	20,23

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

¹ Para as análises os dados foram transformados em: $^1 (x + 0,5)^{1/2}$; $^2 \text{arc sen } [(x + 0,50)/100]^2$.

^{ns} não significativo.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

HARMOSEN et al. (1988) avaliaram o efeito de genótipos de feijões com e sem arcelina sobre a biologia de *Z. subfasciatus*. De acordo com os autores, houve significativo aumento no período de desenvolvimento da fase imatura quando os insetos

foram criados no genótipo Arc 1 (40,5 dias). No Centro Internacional de Agricultura Tropical (1988), também foi constatado que a incorporação de arcelina 1 em sementes artificiais de feijão resultou em prolongamento do ciclo biológico de *Z. subfasciatus* em 15,9 dias, comparativamente à testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por LARA (1997); BARBOSA et al. (1999, 2000a); MAZZONETTO & VENDRAMIM (2002), MIRANDA et al., (2002); RIBEIRO-COSTA et al., (2007) que observaram o alongamento do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* em genótipos com arcelina, dentre elas, arcelina 1, e sugeriram a existência de resistência do tipo antibiose.

O prolongamento no ciclo dos insetos confinados em genótipos contendo arcelina sugere ocorrência de até dois mecanismos de resistência ao *Z. subfasciatus*. O primeiro mecanismo a antibiose se caracteriza por retardar o desenvolvimento dos insetos, principalmente nos períodos imaturos, devido à presença de compostos indesejáveis ao metabolismo do inseto sem afetar o consumo alimentar; e, um segundo seria a não-preferência para alimentação, que ocorre quando um inseto se alimenta pouco de um determinado material, devido a impalatabilidade do mesmo e caso ocorra também o prolongamento do ciclo biológico do inseto, torna-se difícil separar os dois tipos de resistência (BALDIN et al., 2007).

Entre os genótipos mais suscetíveis ao caruncho, pode-se citar Dor 391, MD 806, HF 5465 e Dor 476, onde foram registrados menores tempos de duração da fase imatura.

Quanto ao número de insetos emergidos, os genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55 e Arc 2 apresentaram os menores valores (18,40; 19,40; 22,80 e 26,20) e diferiram significativamente dos genótipos Arc 3, Dor 476, Arc 4 e MD 806 que apresentaram, respectivamente, 95,80; 86,40; 83,40; e 74,20. O mesmo pode ser observado quanto à porcentagem de insetos emergidos em relação ao número de ovos viáveis (Tabela 2), onde, os genótipos com menor número de insetos emergidos (Raz 55, Raz 59, Raz 49 e Arc 2) apresentaram menor porcentagem de emergência dos insetos, com valores médios variando de 23,89% a 34,15%.

HARMSSEN et al. (1988), em bioensaios com *Z. subfasciatus* e quatro variantes alélicas de arcelina (Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4), incorporadas a 'Porrillo 70', observaram

em Arc 1 redução na emergência de *Z. subfasciatus* superior a 80%. WANDERLEY (1995) em estudos com linhagens quase isogênicas, Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4 observaram que a Arc1 e Arc2 resultaram em menor número de *Z. subfasciatus* emergidos, sendo os efeitos mais expressivos em Arc 1.

BARBOSA et al. (1999), avaliaram o efeito de quatro alelos da arcelina (Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4), presentes em linhagens quase isogênicas do feijoeiro, na biologia de *Z. subfasciatus*. Os autores concluíram que os menores números de adultos emergidos foram observados em Arc1 (3,3) e Arc2 (8,1), que não diferiram entre si. Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os obtidos por esses autores.

A presença de antibiose nos genótipos resistentes pode resultar em menor número de adultos ao longo das gerações, durante a armazenagem dos grãos de feijoeiro, comparativamente à infestação inicial. Este argumento pode ser utilizado no presente estudo para explicar o comportamento dos genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55, Arc 1 e Arc 2, onde foram observados o menor número e porcentagem de insetos emegidos (Tabela 2).

Com relação à razão sexual dos insetos desenvolvidos nos 11 genótipos de feijoeiro não houve diferença significativa (Tabela 2). BARBOSA et al. (2000b), comparativamente às cultivares suscetíveis Porrillo 70 e Goiano Precoce, estudaram a estabilidade da resistência, conferida por dois alelos da proteína arcelina, nas linhagens do feijoeiro Arc 1 e Arc 4, após a criação do inseto por quatro gerações sucessivas no mesmo genótipo. Esses autores concluíram que os genótipos testados não apresentaram diferenças significativas quanto à razão sexual.

A menor adequação dos genótipos ao desenvolvimento de *Z. subfasciatus* foi confirmada pelo peso dos adultos emergidos (Tabela 3), embora os valores de peso registrados para os machos não tenham diferido entre si. Com relação ao peso das fêmeas os menores valores foram nos genótipos Raz 59, Raz 55, Raz 49, Arc 1 e Arc 2 que variaram de 3,10 a 3,22 mg.

Tabela 3. Peso dos machos (mg), Peso das fêmeas (mg), longevidade (dias) de machos e fêmeas, total de massa seca consumida (g), massa seca consumida por inseto (g) de *Zabrotes subfasciatus*, criados em 11 genótipos de feijoeiro em teste sem chance de escolha. Jaboticabal, SP, 2010.

Genótipos	Peso ¹		Longevidade ¹		Total de massa seca consumida (g) ¹	Massa seca consumida por inseto (g) ¹
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas		
Arc 1	1,86 a	3,21 def	20,90 ab	21,40 a	0,48 c	0,014 ab
Arc 2	1,88 a	3,22 def	23,32 a	22,88 a	0,45 c	0,027 ab
Arc 3	1,88 a	3,26 bcde	19,79 ab	24,19 a	1,03 a	0,011 b
Arc 4	1,88 a	3,24 cde	20,69 ab	24,45 a	1,09 a	0,014 ab
Raz 55	1,90 a	3,14 ef	18,51 ab	19,92 a	0,55 bc	0,027 ab
Raz 49	1,89 a	3,18 ef	21,21 ab	21,18 a	0,56 bc	0,033 a
Raz 59	1,91 a	3,10 f	22,05 ab	23,30 a	0,45 c	0,029 ab
HF 5465	1,90 a	3,37 ab	19,69 ab	22,52 a	0,87 abc	0,012 b
Dor 391	1,86 a	3,31 abcd	15,53 b	23,66 a	0,99 a	0,014 ab
Dor 476	1,97 a	3,40 a	20,69 ab	24,14 a	0,91 ab	0,010 b
MD 806	1,91 a	3,35 abc	20,49 ab	24,01 a	0,81 abc	0,011 b
F (Tratamento)	1,57 ^{ns}	3,90 ^{**}	1,56 ^{ns}	1,02 ^{ns}	7,76 ^{**}	3,77 ^{**}
C.V.(%)	2,80	2,75	17,75	14,26	14,10	24,10

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

¹Para as análises os dados foram transformados em: $(x + 0,5)^{1/2}$;

^{ns} não significativo.

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade (p< 0,01).

Os dados obtidos para machos são semelhantes aos obtidos por WANDERLEY et al. (1997) que avaliaram a resistência de cultivares e linhagens de *P. vulgaris* a *Z. subfasciatus* e observaram que não houve redução do seu peso. Para fêmeas os autores também não observaram redução de peso.

A presente pesquisa difere dos resultados obtidos pelos autores, uma vez que houve diferenças de peso das fêmeas entre os genótipos avaliados.

Quanto à longevidade dos adultos emergidos (Tabela 3), pôde-se verificar que houve diferença significativa apenas para os machos e que a diferença não foi tão marcante como aquelas observadas para o período de eclosão da larva à emergência do adulto e para seu peso. Para os machos, os valores observados no genótipo Dor 391 (15,53 dias) diferiu significativamente daquele encontrado para Arc 2 (23,32 dias). Pelo fato da variação ser pequena e os valores serem semelhantes entre si, esse parece não ser um bom parâmetro para analisar possíveis resistências ao inseto.

Os resultados do total de massa seca consumida pelos insetos e massa seca consumida por *Z. subfasciatus* (Tabela 3) mostram diferenças significativas entre os genótipos avaliados. Os genótipos Raz 59, Arc 1, e Arc 2 foram menos favoráveis à alimentação dos insetos e apresentaram menores médias de consumo quando comparando com os genótipos Arc 3, Arc 4 e Dor 391 onde o consumo foi maior. BOIÇA JUNIOR et al. (2002), estudaram em testes com e sem chance de escolha o comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Z. subfasciatus*. Os autores observaram que o genótipo IAPAR-MD-806 proporcionou o menor número de insetos emergidos e o menor consumo, sugerindo apresentar resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ ou antibiose. Os dados apresentados nessa pesquisa não estão de acordo com os obtidos pelos autores, uma vez que o genótipo IAPAR-MD-806 apesar de ter proporcionado menor consumo não interferiu na redução do número de insetos emergidos.

De modo geral, verifica-se que os genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55, Arc 1 e Arc 2 apresentaram efeitos negativos na biologia do inseto, como foi constatado nas Tabelas 2 e 3. Por outro lado, a massa seca consumida pelos insetos e por inseto se mantiveram em níveis menores (Tabela 3), dados estes que sugerem resistência do tipo

antibiose e / ou não preferência para alimentação. Torna-se difícil à separação dos dois tipos de resistência, pois no início do experimento o mesmo número de insetos penetrou nos grãos (Tabela 1) e como durante a condução do experimento muitos indivíduos morreram dentro dos mesmos, fica difícil afirmar que a menor massa consumida se deve aos indivíduos que consumiram a massa e morreram ou se foi devido ao baixo consumo da mesma.

Os demais genótipos foram bastante adequados ao desenvolvimento de *Z. subfasciatus* (Tabelas 2 e 3) e promoveram um bom consumo de massa pelos insetos (Tabela 3), evidenciando serem suscetíveis.

Levando em consideração os experimentos de preferência para oviposição e de biologia, foram selecionados para testes posteriores os genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55 como resistentes e Dor 476 como suscetível.

4. CONCLUSÕES

- Os genótipos testados não apresentam resistência do tipo não-preferência para oviposição a *Z. subfasciatus*;
- Os genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55, Arc 1, e Arc 2 apresentaram resistência dos tipos não-preferência para alimentação e / ou antibiose;
- Os genótipos HF 5465, Dor 391, Dor 476, IAPAR-MD 806, Arc 3 e Arc 4 foram suscetíveis ao ataque do inseto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-GALLEGOS, J. A.; QUINTERO, C.; VARGAS, J.; TORO, O.; TOHME, J.; CARDONA, C. A new variant of arcelin in wild common bean, *Phaseolus vulgaris* L., from southern Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 45, n. 3, p. 235-242, 1998.

AEBI, A.; SHANI, T.; BUTCHER, R. D. J. Isolation and characterization of polymorphism microsatellite markers in *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae). **Molecular Ecology Notes**, Oxford, v. 4, n. 4, p. 752-754, 2004.

BALDIN, E. L. L.; FRANCO, R. S. R.; SOUZA, D. R. Resistência de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 33, n. 3, p. 369-375, 2007.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833), em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n. 10, p. 1805-1810, 1999.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Danos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contendo arcelina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 113-121, 2000a.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M. P.; PEREIRA, A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 895-900, 2000b

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Controle do caruncho-do-feijoeiro *Zabrotes subfasciatus* com óleos vegetais, munha, materiais inertes e malathion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1213-1217, 2002.

BOIÇA JR., A. L.; BOTELHO, A. C. G.; TOSCANO, L. C. Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 51-55. 2002.

BORÉM, A.; CARNEIRO, S. E. J. A cultura do Feijão In:_____ **Feijão**. 2º ed. Viçosa: Editora, 2006. cap 3, p. 45.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (Cali, Colombia). **Programa del frijol**: informe anual 1987. Cali, 1988. p. 143-161. (Documento de Trabajo, 47).

GONZÁLEZ-RODRIGUES, A.; BENREY, B.; CALLEJAS, A.; OYAMA, K. Inter and intraspecific genetic variation and differentiation in the sibling bean weevils *Zabrotes subfasciatus* and *Z. sylvestris* (Coleoptera: Bruchidae) from Mexico. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 92, n. 2, p. 185-189, 2002.

GUZMÁN-MALDONADO, S. H.; MARÍN-JARILLO, A.; CASTELLANOS, J. Z.; GONZÁLEZ DE MEJÍA, E.; ACOSTA-GALLESOS, J. A. Relationship between physical and chemical characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 53-58, 1996.

HARMSSEN, R.; BLISS, F. A.; CARDONA, C.; POSSO, C. E.; OSBORN, T. C. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: implications for bruchid resistance. **Annual Report Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 31, p. 54-55, 1988.

LARA, F. M. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I _ Winter crop. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 551-560, 1997.

LIOLI, L.; BOLINI, R. Identification of a new arcelin variant in wild bean seeds. **Annual Report Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 32, p. 28, 1989.

MAGALHÃES, B. P.; CARVALHO, S. M. Insetos associados à cultura, p.573-589. In ZIMMERMAN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed), **Cultura do feijoeiro: Fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. 589 p.

MAZZONETTO, F.; BOIÇA JR, A. L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 307-311, 1999.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Aspectos Biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em Genótipos de Feijoeiro com e sem Arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 435-439, 2002.

MIRANDA, J. E.; TOSCANO, L. C.; FERNANDES, M. G. Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 28, n. 4, p. 571-576, 2002.

OSBORN, T. C.; BLAKE, T.; GEPTS, P; BLISS, F. A. Bean arcelin 2. Genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and applied genetics**, Berlin, v. 71, n. 6, p. 847-855, 1986.

PADGHAM, J.; PIKE, V.; DICK, K.; CARDONA, C. Resistance of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar to post-harvest infestation by *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). I. Laboratory tests. **Tropical pest management**, Inglaterra, v. 38, n. 2, p. 167-172, 1992.

QUINTELA, E. D. **Manual de identificação dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro**. Santo Antônio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 51p (Documentos, 142).

RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. S.; ZUKOVSKI, L. Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) cultivados no Estado do Paraná e contendo arcelina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 560-564, 2007.

ROMERO ANDREAS, J.; YANDELL, B. S.; BLISS, F. A. L. Inheritance of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. and its effect on seed composition. **Theoretical Applied Genetics**, Berlin, v. 72, n. 7, p. 123-128, 1986.

SANTINO, A.; VALSASINA, B.; LIOLI, L.; VITALE, A.; BOLLINI, R. Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lectins: a novel electrophoretic variant of arcelin. **Plant Physiology**, Washington, v. 10, n. 3, p. 7-11, 1991.

SCHOONHOVEN, A. V.; CARDONA, C.; VALOR, J. F. Niveles de resistencia al gorgojo pintado, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) em frijoles cultivados y silvestres. **Revista Colombiana de Entomologia**, Colombia, v. 7, n. 1/2, p. 41-45, 1981.

SCHOONHOVEN, A. Van; CARDONA, C.; VALOR, J. F. Levels of resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) in cultivated and wild beans. **Revista Colombiana de Entomologia**, Colômbia, v. 7, n. 1/2, p. 41-45, 1982.

SCHOONHOVEN, A. van. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in monocultivated common bean accessions. **Journal of Economic Entomology**. Lanham, v. 76, n. 4, p. 1255-1259, 1983.

WANDERLEY, V. S. **Identificação de fontes de resistência em cultivares e linhagens de feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L., a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera, Bruchidae), em condições de laboratório.** 1995. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1995.

WANDERLEY, V. S.; OLIVEIRA, J. V.; ANDRADE JR., M. L. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 315-320, 1997.

CAPITULO 3– EFEITO DE DOSES DE PRODUTOS A BASE DE ÓLEO DE NIM EM DIFERENTES FORMULAÇÕES NO CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM FEIJOEIRO.

RESUMO - O caruncho-do-feijão, *Zabrotes subfasciatus* (1833) (Coleoptera: Bruchidae), é a principal praga de armazenamento. Seu ataque causa prejuízos diretos e também indiretos aos grãos, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos que inviabilizam o produto. O uso de métodos alternativos de controle desse caruncho, principalmente o uso de plantas inseticidas vem ganhando importância nos últimos anos, revelando um grande potencial para o manejo de pragas de grãos armazenados. Este trabalho teve por objetivo estudar métodos alternativos, no controle de *Z. subfasciatus* em feijoeiro, utilizando produtos naturais à base de nim (*Azadirachta indica*). O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Resistência de Plantas a insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal – SP. Os produtos utilizados e suas respectivas concentrações foram óleo de nim na formulação nanocapsula – NC (0,1 e 0,3%), óleo de nim pó solúvel – PS (0,1 e 0,3%), óleo de nim NC + PS (0,3% + 0,3%), óleo de nim 1000 concentrado emulsionável – CE (0,1 e 0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,1 e 0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,1 e 0,3%), deltametrina 25 CE (0,05%) e a testemunha (sem controle). Para cada concentração foram realizadas cinco repetições com amostras de 10g de feijão do tipo Bolinha. Os grãos de feijoeiro já impregnados com os respectivos produtos foram acondicionados em recipientes plásticos, juntamente com sete casais de *Z. subfasciatus* recém-emergidos por amostra, permanecendo confinados durante sete dias para oviposição sendo retirados e verificado os adultos sobreviventes. Após, dez dias da oviposição, foram realizadas as contagens do número de ovos com auxílio de uma lupa e assim determinado sua viabilidade. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. Para a análise do número total de ovos, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$ e para a

porcentagem de ovos viáveis os dados foram transformados em $\arcsin [(x + 0,50)/100]^2$. Conclui-se que os produtos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%) e deltametrina 25 CE (0,05%), proporcionaram maiores mortalidades de adultos e da fase imatura de *Z. subfasciatus*, menores números total de ovos e ovos viáveis, menores números de insetos emergidos e massa seca consumida.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., caruncho do feijoeiro, *Azadirachta indica*, inseticidas naturais

CHAPTER 3- EFFECT OF DOSES OF PRODUCTS BASED ON OIL IN DIFFERENT FORMULATIONS NIM IN CONTROL *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) IN BEAN.

SUMMARY - The bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (1833) (Coleoptera: Bruchidae), is the main pest of storage. Its onset causes damage direct and indirect to grains, favoring the development of microorganisms that destroy the product. The use of alternative methods of control this bean weevil, mainly link use of insecticide plants has been gaining importance in recent years, showing a great potential for pest control grain stored. This work aimed to study alternative methods, in the control of *Z. subfasciatus* bean, using natural products with a basis of neem (*Azadirachta indica*). The experiment was developed in the Laboratório de Resistência de Plantas a insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal – SP. The products used and their respective concentrations were neem oil in the formulation nanocapsula – CN (0.1 and 0.3%), neem oil dry powder – PS (0.1 and 0.3%), neem oil NC + PS (0.3% + 0.3%), neem oil 1000 concentrated emulsionável – EC (0.1 and 0.3%), neem oil 2000 EC (0.1 and 0.3%), neem oil 4000 EC (0.1 and

0.3%), deltamethrin 25 EC (0.05%) and the control (without control). For each concentration were carried out five repetitions with samples of 10 g of bean type Bolinha. Bean grains already impregnated with their products were packed in plastic containers, together with seven couples of *Z. subfasciatus* newly-emerged per sample, remaining confined for seven days for oviposition being removed and verified the surviving adults. After, ten days of oviposition, were carried out the counts the number of eggs with support a magnifying glass and thus determined its viability. The data obtained were submitted to analysis of variance and the averages were compared by Tukey's test, the level 5% probability. For the analysis of the total number of eggs, the data were transformed in $(x + 0,5)^{1/2}$ and the percentage of viable eggs data were processed in arc sen $[(x + 0,50)/100]^{1/2}$. Concludes that products of neem oil 1000 EC (0.3%), neem oil 2000 EC (0.3%), neem oil 4000 EC (0.3%) and deltamethrin 25 EC (0.05%), provided the highest mortalities of adults and of the immature phase of *Z. subfasciatus*, minors earlier total viable eggs and eggs, smaller numbers of insects emerged and dry mass consumed.

Key-words: *Phaseolus vulgaris* L., bean weevil, *Azadirachta indica*, natural insecticides

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro é suscetível ao ataque de inúmeras pragas e dentre elas destacam-se as que atacam os grãos armazenados, popularmente conhecidos como carunchos, gorgulhos ou bichos do feijão (CENTREINAR, 2006).

Nas regiões tropicais da América latina o caruncho do feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman,1833) (Coleoptera: Bruchidae), é considerado a principal praga do feijão armazenado, sendo também encontrado em regiões de clima temperado e frio (ROSSETTO, 1966; DECHECO et al., 1986). Trata-se de uma praga cosmopolita, que

causa grandes prejuízos ao feijão armazenado, pois ataca os cotilédones, onde abre galerias, podendo destruí-los completamente. Além disso, a presença de ovos nos grãos, de galerias de larvas, de orifícios de emergência dos adultos, de insetos mortos e dejeções, afetam a qualidade do produto. O ataque do adulto afeta as qualidades culinárias do feijão, e quando os grãos são destinados à semeadura também são prejudicados, porque o embrião é destruído (GALLO et al., 2002).

O controle químico é eficiente, porém, para pequenos produtores, esta prática torna-se de difícil acesso pelo custo e pelos problemas de toxicidade inerentes aos produtos químicos (PEREIRA et al., 1995). Diante dessa preocupação têm recebido cada vez mais atenção como alternativas para o controle dos carunchos, sem as desvantagens dos inseticidas químicos, o uso de variedades resistentes de feijão, resfriamento artificial (MOREIRA, 1994; PINTO Jr., 1999), pós-inertes (SUBRAMANYAM & ROESLI, 2000; LORINI et al., 2002), inimigos naturais (KISTLER, 1985), óleos e pós de vegetais repelentes (OLIVEIRA & VENDRAMIM, 1999; MAZZONETTO & VENDRAMIM, 2003) e outras medidas integradas de manejo de insetos praga, As medidas de controle devem ser sempre aplicadas dentro de um programa de manejo racional e economicamente viável, adaptado ao tamanho e à necessidade do armazém.

O controle de *Z. subfasciatus* com substâncias de origem vegetal é utilizado em muitos países da América Latina, África e Ásia, na forma de pós, extratos e óleos, fáceis de serem obtidas e, de um modo geral, inócuas para os aplicadores e consumidores. Segundo WEAVER et al. (1994), essas substâncias provocam mortalidade, repelência, inibição da oviposição, reduções no desenvolvimento larval, fecundidade e fertilidade dos adultos.

Segundo EBELING et al. (1966), os pós-inertes aderem a epicutícula dos insetos por carga eletrostática e atuam por abrasão e adsorção de lipídios epicuticulares. Conseqüentemente, os insetos morrem por desidratação quando cerca de 60% de água, ou 30% da massa corporal total é perdida.

MEDEIROS et al., (2007), avaliaram o efeito do pó de folhas secas e verdes de nim em diferentes doses (0,25; 0,50; 0,75 e 1,00g de pó) no controle do caruncho em

sementes de caupi. Os autores concluíram que aplicação do pó de folhas secas e verdes de nim na dosagem de 1 g ocasionou aumento na mortalidade de adultos do caruncho, redução na oviposição, redução na emergência de adultos e redução na perda de massa final das sementes.

Diante da necessidade de alternativas ao controle químico e com vistas aos prejuízos causados pela praga, a presente pesquisa teve por objetivo estudar métodos alternativos, no controle de *Z. subfasciatus* em feijoeiro, utilizando produtos naturais à base de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), em diferentes formulações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP – UNESP à temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos da criação estoque mantida no próprio laboratório, em feijão, *Phaseolus vulgaris* L., cultivar Bolinha. A criação foi mantida em frascos de vidro de 5L, fechados com tampas metálicas vazadas com telas de “nylon” e a cada 30 dias, o material era peneirado e os adultos utilizados para iniciar a infestação em novos frascos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 13 tratamentos e cinco repetições. Foi realizado teste sem chance de escolha com amostras de 10 g de grãos para cada tratamento. Os produtos utilizados, suas formulações e suas respectivas concentrações encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Tratamentos, formulações, princípio ativo e doses utilizadas no controle de *Zabrotes subfasciatus*, em feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2009.

Tratamento	Formulações	Princípio Ativo	Dose (%)
1- Óleo de Nim ¹	nanocápsulas (NC)	azadiractina 5000 ppm	0,1
2- Óleo de Nim ¹	Nanocápsulas (NC)	azadiractina 5000 ppm	0,3
3- Óleo de Nim ²	pó solúvel (PS)	azadiractina 5000 ppm	0,1
4- Óleo de Nim ²	pó solúvel(PS)	azadiractina 5000 ppm	0,3
5- Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	azadiractina 1000 ppm	0,1
6- Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	azadiractina 1000 ppm	0,3
7- Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	azadiractina 2000 ppm	0,1
8- Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	azadiractina 2000 ppm	0,3
9- Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	azadiractina 4000 ppm	0,1
10-Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	azadiractina 4000 ppm	0,3
11- Óleo de Nim	nanocápsulas (NC) + pó solúvel(PS) concentrado	azadiractina 5000 ppm + azadiractina 5000 ppm	0,3+0,3
12- Deltametrina	emulsionável (CE)	deltametrina 25 g i.a L ⁻¹	0,05
13- Testemunha	-----	-----	-----

¹Obtida por emulsão-difusão; evaporação do solvente (FORIM, M. Universidade Estadual de São Carlos, SP. Comunicação pessoal, 2009).

²Óleo em pó obtido pela liofilização.

2.1 Avaliação da mortalidade dos adultos, oviposição e biologia.

Os grãos de feijoeiro já impregnados com os respectivos produtos (Tabela 1) foram acondicionados em recipientes plásticos de 3,9cm de altura e 3,8cm de diâmetro, em amostras de 10g de feijão do tipo Bolinha juntamente com sete casais de *Z.*

subfasciatus recém-emergidos, conforme metodologia descrita por SCHOONHOVEN et al. (1982).

Os insetos permaneceram confinados durante sete dias para oviposição sendo então retirados e contados o número de adultos sobreviventes e mortos, determinando-se assim, à porcentagem de insetos mortos. Após, dez dias da oviposição, foram realizadas as contagens do número de ovos com auxílio de um estereoscópio e assim determinando sua viabilidade.

A partir do vigésimo quinto dia da infestação dos grãos de feijão, as amostras foram observadas diariamente para contagem e retirada dos adultos emergidos, os quais foram imediatamente sexados e pesados em balança analítica. Dos adultos emergidos foram retirados dez machos e dez fêmeas de cada amostra que foram confinados isoladamente em pequenos frascos de vidro para a verificação da longevidade.

Ao término da emergência dos adultos de todas as amostras (no mínimo cinco dias consecutivos sem emergência), estas foram secas em estufa a 60°C por dois dias, e, pela diferença das massas seca das alíquotas, determinaram-se à massa seca consumido pelos insetos. As alíquotas foram obtidas através da média de cinco repetições de 10g da cultivar bolinha sem infestação, secas em estufa a 60°C e pesadas em balança analítica. Foram avaliados também os períodos da eclosão da larva à emergência do adulto, a mortalidade dos insetos na fase imatura (em relação ao número de ovos viáveis) e o número de insetos emergidos.

2.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. Para as análises do número total de ovos, número de ovos viáveis, período da eclosão da larva à emergência do adulto, número de insetos emergidos, peso dos insetos adultos, longevidade de fêmeas e machos e massa seca total consumida pelos insetos os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$, e, para a porcentagem de insetos mortos e

mortalidade dos insetos na fase imatura os dados foram transformados em $\text{arc sen} [(x + 0,50)/100]^2$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os adultos sobreviventes ao período de oviposição (7 dias) nos grãos de feijão tratados com produtos naturais à base de nim, verificou-se que dentre as formulações utilizadas e suas respectivas concentrações, óleo 1000 CE (0,3%), óleo 2000 CE (0,3%) e óleo 4000 CE (0,3%) foram tóxicos aos adultos de *Z. subfasciatus* causando mortalidade entre 72,86 a 92,86% (Tabela 2). Nas demais formulações testadas a mortalidade variou de 1,43 a 44,29% (Tabela 2).

A toxicidade aguda de *A. indica* também foi constatada por COITINHO & OLIVEIRA (2006) que usaram o óleo de nim na dose de 50 ml/20g e verificaram a mortalidade de 100% de adultos de *Sitophilus zeamais* MOTS, em grãos de milho.

As mesmas formulações que causaram elevada mortalidade dos insetos adultos (óleo 1000 CE - 0,3%, óleo 2000 CE - 0,3% e óleo 4000 CE - 0,3%) também reduziram o número de total de ovos ovipositados nesses diferentes tratamentos (Tabela 2). Entretanto, a formulação óleo 2000 CE (0,3%) foi a que apresentou menor número de ovos/recipiente (4,4 ovos), diferindo dos demais tratamentos com exceção ao inseticida (deltametrina 25 CE - 0,05%), no qual teve a mesma eficiência.

Os produtos naturais à base de óleo de nim nas formulações nanocápsulas (0,1 e 0,3%), pó solúvel (0,1 e 0,3%), nanocápsula + pó solúvel (0,3% + 0,3 %) e óleo 1000 CE (0,1%) apresentaram elevado número de ovos/recipiente, 169,0; 148,6; 137,8; 98,6; 108,4; 120,2; respectivamente, sendo considerados os tratamentos menos eficientes não diferindo da testemunha.

MARTI & RIBA (1995), estudaram o efeito de nim sobre *Nezara viridula* L., e verificaram que a redução no número de oviposição se deve ao efeito da azadirachtina que provoca efeito esterilizantes tanto nos machos quanto nas fêmeas. O efeito do nim sobre os ovos colocados por *Caryedon serratus* Olivier, também foi verificado por

Tabela 2. Porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis e mortalidade (%) de insetos na fase imatura de *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim, em diferentes formulações. Jaboticabal, SP, 2009.

Tratamento	Concentração e Formulação ¹	Dose (%)	Porcentagem de insetos mortos ^{2,3}	Número total de ovos ^{2,4}	Número de ovos viáveis ^{2,4}	Mortalidade dos insetos na fase imatura (%) ^{2,3}
1- Óleo de Nim	5000 NC	0,1	11,43 c	169,00 ab	96,20 a	20,55 cd
2- Óleo de Nim	5000 NC	0,3	44,29 bc	148,60 ab	87,20 a	17,13 d
3- Óleo de Nim	5000 PS	0,1	1,43 c	137,80 ab	88,40 a	24,87 cd
4- Óleo de Nim	5000 PS	0,3	20,01 c	98,60 ab	54,40 ab	22,81 cd
5- Óleo de Nim	1000 CE	0,1	11,43 c	120,20 ab	53,40 ab	35,49 bcd
6- Óleo de Nim	1000 CE	0,3	72,86 ab	10,40 cd	2,00 de	78,00 ab
7- Óleo de Nim	2000 CE	0,1	40,00 bc	21,80 cd	11,00 cde	70,50 abc
8- Óleo de Nim	2000 CE	0,3	92,86 a	4,40 d	1,00 de	88,00 a
9- Óleo de Nim	4000 CE	0,1	5,71 c	62,80 bc	28,80 bcd	35,32 bcd
10- Óleo de Nim	4000 CE	0,3	80,00 ab	17,00 cd	9,00 de	87,11 a
11- Óleo de Nim	5000 NC + 5000 PS	0,3 + 0,3	7,14 c	108,40 ab	67,60 ab	15,11 d
12- Deltametrina	25 CE	0,05	100,00 a	0,00 d	0,00 e	100,00 a
13- Testemunha	-----	-----	2,86 c	179,20 a	99,40 a	19,92 cd
F (tratamento)			11,17**	17,80 **	19,06**	10,16 **
C.V. (%)			59,81	33,28	33,49	37,12

¹NC: nanocápsula; PS: pó-seco; CE: concentrado emulsionável;

²Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Para as análises os dados foram transformados em: $\arcsen [(x + 0,50)/100]^{1/2}$, $[(x + 0,5)]^{1/2}$.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

ATTA & AHMED (2002), que concluíram que os óleos de folhas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. e nim foram eficientes, redizendo a oviposição.

Com relação ao número de ovos viáveis os menores valores foram encontrados nos tratamentos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%) e óleo de nim 4000 CE (0,3%) com valores variando de 1,00 a 9,00 ovos diferindo de óleo de nim 5000 NC (0,1 e 0,3%), óleo de nim PS (0,1 e 0,3%), óleo de nim NC + óleo de nim PS (0,3% + 0,3 %) e óleo de nim 4000 CE (0,1%) que apresentaram maior número de ovos viáveis (Tabela 2).

A mortalidade dos insetos na fase imatura em relação ao número de ovos viáveis apresentou diferença significativa e os tratamentos que mais afetaram essa fase de desenvolvimento causando elevada mortalidade foram, óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%) e óleo de nim 4000 CE (0,3%). Nesses tratamentos a mortalidade variou de 78 a 88% e não diferiram do inseticida deltametrina 25 CE (100% de mortalidade) mostrando-se serem efetivos no controle da praga.

Segundo RODRÍGUEZ & VENDRAMIM (1996), o efeito de plantas inseticidas na sobrevivência dos insetos é mais drástico na fase larval que na pupal, porque é naquela fase que o inseto ingere as substâncias químicas presentes no alimento tratado com extrato.

Na Tabela 3 constam os dados obtidos para os parâmetros: período (dias) da eclosão da larva à emergência dos adultos, número de adultos emergidos e peso (mg) dos adultos machos e fêmeas. Para o primeiro não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados. Nota-se que os tratamentos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,1% e 0,3%) e óleo de nim 4000 CE (0,3%) não participaram da análise estatística devido ao número insuficiente de repetições, como pode ser observado na Tabela 3. O tratamento com o inseticida deltametrina também não participou da análise estatística, pois todos os insetos morreram (variância nula) (Tabela 3).

Tabela 3. Período (dias) da eclosão da larva à emergência do adulto, número de insetos emergidos e peso (mg) de adultos machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim, em diferentes formulações. Jaboticabal, SP, 2009.

Tratamento	Concentração e Formulação ¹	Dose (%)	Período (dias) da eclosão da larva à emergência do adulto ^{2,3}	Número de insetos emergidos ^{2,3}	Peso (mg) de Machos ^{2,3}	Peso (mg) de fêmeas ^{2,3}
1- Óleo de Nim	5000 NC	0,1	35,01 a	75,60 a	1,85 a	3,17 a
2- Óleo de Nim	5000 NC	0,3	35,03 a	75,20 a	1,80 a	3,28 a
3- Óleo de Nim	5000 PS	0,1	37,38 a	67,20 a	1,78 a	3,24 a
4- Óleo de Nim	5000 PS	0,3	36,31 a	45,00 ab	1,78 a	3,07 a
5- Óleo de Nim	1000 CE	0,1	37,38 a	42,20 ab	1,77 a	3,21 a
6- Óleo de Nim	1000 CE	0,3	39,08 ⁴	1,60 c	1,77 ⁴	3,10 ⁴
7- Óleo de Nim	2000 CE	0,1	38,86 a	6,00 c	1,78 ⁴	3,10 ⁴
8- Óleo de Nim	2000 CE	0,3	34,17 ⁴	0,60 c	1,79 ⁴	3,11 ⁴
9- Óleo de Nim	4000 CE	0,1	38,64 a	21,00 bc	1,84 a	3,17 a
10- Óleo de Nim	4000 CE	0,3	34,67 ⁴	5,80 c	1,70 ⁴	2,92 ⁴
11- Óleo de Nim	5000 NC + 5000 PS	0,3 + 0,3	36,20 a	60,00 ab	1,76 a	3,25 a
12- Deltametrina	25 CE	0,05	0,00 ⁵	0,00 c	0,00 ⁵	0,00 ⁵
13- Testemunha	-----	-----	35,84 a	79,60 a	1,75 a	3,24 a
F (tratamentos)			1,19 ^{ns}	18,55**	0,65 ^{ns}	1,21 ^{ns}
C.V. (%)			3,65	34,74	1,95	1,84

¹NC: nanocápsula; PS:Pó-seco; CE: concentrado emulsionável;

²Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). ³ Para as análises os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

⁴ Não faz parte da análise estatística devido ao número insuficiente de repetições;

⁵ Todos os insetos morreram (variância nula).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

^{ns} Não significativo.

Para número de adultos emergidos os menores valores foram observados no óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,1 e 0,3%) e óleo de nim 4000 CE (0,3%) variando de 1,6 a 6,0 insetos emergidos (Tabela 2). As formulações nanocápsulas (0,1 e 0,3%), óleo em pó solúvel (0,1%) proporcionaram um menor controle, uma vez que apresentaram maior número de insetos emergidos não deferindo da testemunha (Tabela 3).

Estudando o efeito de diferentes concentrações de óleo e de extrato de pó de nim sobre quatro variedades de feijão caupi (Kanannado, IT89KD-391, Borno Brown e IT89KD-374) para o controle do caruncho (*Callosobruchus maculatus* F.) LALE & MUSTAPHA (2000) verificaram uma redução na oviposição e emergência dos adultos. Os resultados obtidos nessa pesquisa assemelham-se aos resultados obtidos pelos autores, uma vez, que foi constatado redução na oviposição e na emergência de *Z. subfasciatus* nos tratamentos cujas formulações eram óleo de nim 1000 CE (0,3%) (22%), óleo de nim 2000 CE (0,3%) (12%) e óleo de nim 4000 CE (0,3%).

BARBOSA et al. (2002) verificaram menor número de adultos emergidos quando trabalharam com óleo de sementes de nim, e obtiveram 3,62 adultos emergidos de *Z. subfasciatus* em feijão caupi.

Os parâmetros relacionados ao peso dos insetos machos e fêmeas (Tabela 3) e longevidade dos insetos machos e fêmeas (Tabela 4) não apresentaram diferenças significativas entre as formulações testadas podendo assim concluir que nesta pesquisa as formulações a base de óleo de nim não tiveram efeitos negativos na biologia do inseto.

Nesses parâmetros os tratamentos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,1% e 0,3%) e óleo de nim 4000 CE (0,3%) não participaram da análise estatística devido ao número insuficiente de repetições e o tratamento com o inseticida deltametrina também não participou da análise estatística, pois todos os insetos morreram (variância nula) (Tabelas 3 e 4).

Com relação à massa seca de grãos consumidos (Tabela 4), o maior consumo ocorreu nos tratamentos óleo de nim 5000 NC (0,1 e 0,3%) e óleo em pó solúvel (0,1%) que não diferiram estatisticamente da testemunha. O consumo nesses tratamentos

Tabela 4. Longevidade (dias) de adultos machos e fêmeas e massa seca (g) de grãos consumidos de *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim, em diferentes formulações. Jaboticabal, SP, 2009.

Tratamento	Concentração e Formulação ¹	Dose (%)	Longevidade (dias) dos machos ^{2,3}	Longevidade (dias) dos fêmeas ^{2,3}	Massa seca (g) de grãos consumidos ^{2,3}
1- Óleo de Nim	5000 NC	0,1	21,35 a	24,43 a	0,89 a
2- Óleo de Nim	5000 NC	0,3	20,92 a	22,68 a	0,91 a
3- Óleo de Nim	5000 PS	0,1	21,84 a	24,29 a	0,90 a
4- Óleo de Nim	5000 PS	0,3	20,57 a	22,97 a	0,56 abcd
5- Óleo de Nim	1000 CE	0,1	21,09 a	24,81 a	0,67 abc
6- Óleo de Nim	1000 CE	0,3	18,34 ⁴	23,00 ⁴	0,07 de
7- Óleo de Nim	2000 CE	0,1	19,82 a	23,10 ⁴	0,18 cde
8- Óleo de Nim	2000 CE	0,3	28,00 ⁴	23,75 ⁴	0,22 bcde
9- Óleo de Nim	4000 CE	0,1	23,37 a	23,80 a	0,28 bcde
10- Óleo de Nim	4000 CE	0,3	21,70 ⁴	25,00 ⁴	0,26 bcde
11- Óleo de Nim	5000 NC + 5000 PS	0,3 + 0,3	21,70 a	24,81 a	0,71 ab
12- Deltametrina	25 CE	0,05	0,00 ⁵	0,00 ⁵	0,00 e
13- Testemunha	-----	-----	22,24 a	25,98 a	1,10 a
F (tratamentos)			0,54 ^{ns}	1,03 ^{ns}	11,09**
C.V. (%)			5,58	15,07	12,60

¹NC: nanocápsula; PS: pó-seco; CE: concentrado emulsionável;

²Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Para as análises os dados foram transformados em: $(x + 0,5)^{1/2}$.

⁴Não faz parte da análise estatística devido ao número insuficiente de repetições; ⁵Todos os insetos morreram (variância nula).

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

^{ns} Não significativo.

variou de 0,89 a 1,10g. Entre as formulações utilizadas e suas respectivas doses o menor consumo ocorreu nos tratamentos com óleo 1000 CE (0,3%), óleo 2000 CE (0,1 e 0,3%) e óleo 4000 CE (0,3%), esse menor consumo deve-se ao fato de que nesses tratamentos houve redução no número total de ovos, ovos viáveis (Tabela 2) e insetos emergidos (Tabela 3).

Os produtos naturais devido suas propriedades inseticidas, são de grande utilidade no manejo integrado de *Z. subfasciatus* em feijão armazenado, principalmente em pequenas propriedades rurais. Para que os resultados obtidos com o uso desses produtos possam ser reproduzidos e/ou comparados, é necessária uma padronização nos processos de coleta, secagem, preparo e armazenamento do material vegetal, bem como a quantificação dos componentes bioativos. No entanto, para a recomendação de uso no tratamento de grãos de feijoeiro destinado ao consumo humano e animal é necessário estudos complementares, visando oferecer ao usuário um produto eficiente, de baixo custo e seguro do ponto de vista toxicológico (OLIVEIRA & VENDRAMIM, 1999).

Com base nos resultados de mortalidade, oviposição, mortalidade dos insetos na fase imatura, emergência e massa seca consumida foram selecionados para testes posteriores com *Z. subfasciatus*, produtos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%) e óleo de nim 4000 CE (0,3%).

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi instalado pode-se estabelecer as seguintes conclusões:

- Os produtos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%) e deltametrina 25 CE (0,05%), proporcionaram maiores mortalidades de adultos e da fase imatura de *Z. subfasciatus*, menores números total de ovos e ovos viáveis, menores números de insetos emergidos e massa seca consumida.

5. REFERÊNCIAS

ATTA, H. E.; AHMED, A. Comparative effects of some botanicals for the control of the seed weevil *Caryedon serratus* Olivier (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 126, n. 10, p. 577-582, 2002.

BARBOSA, E. F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A; ZIMMERMANN, F. J. P. Controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* com óleos vegetais, unham, materiais inertes malathion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1213-1217, 2002.

CENTREINAR. **Família Bruchidae.** 2006. Disponível em: <<http://www.centreinar.org.br/pragas/bruchidae.html>>. Acesso em: 23 fev. 2007.

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* MOTS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p.176-182, 2006.

DECHECO, A.; MONCADA, B.; ORTIZ, M. Desarrollo de *Zabrotes subfasciatus* sobre seis variedades de frijol en Lima. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v. 26, n. 2, p. 77-79, 1986.

EBELING, W.; WAGNER, R. E.; REIERSON, D. A. Influence of repellency on the efficacy of blatticides. I. Learned modification of behavior of the German cockroach. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 59, n. 6, p. 1374-1388. 1966.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BATISTA, 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**. FEALQ, 2002. 920 p.

KISTLER, R. A. Host-age structure and parasitism in a laboratory system of two hymenopterous parasitoids and larvae of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 14, n. 4, p. 507-511, 1985.

LALE, N. E. S.; MUSTAPHA, A. Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.). **Journal of Stored Products Research**. Maiduguvi, Oxford, v. 36, n. 3, p. 215-222, 2000.

LORINI, I; MORÁS, A.; BECKEL, H. Pós inertes no controle das principais pragas de grãos armazenados. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da EMBRAPA Trigo**, Passo Fundo, v. 8, p. 1-35. 2002.

MARTI, J.; RIBA, M. Actividad biologica de la azadiractina sobre *Nezara viridula*. In: JORNADA CIENTIFICA DE LA SOCIEDADE ESPAÑOLA DE ENTMOLOGIA APLICADA, 1995, Sevilla, p. 42.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 145-149, 2003.

MEDEIROS, D.C.; ANDRADE NETO, R.C.; FIGUEIRA, L.K.; NERY, D.K.P.; NERY, D.K.P.; MARACAJÁ, P.B.; NUNES, G.H.S. Pó de folhas secas e verdes de nim no controle do caruncho em sementes de caupi. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.6, n. 10, 2007.

MOREIRA, R. Aeration of grains using natural and chilled air, p. 177-196. In. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRAIN CONSERVATION, DRYING AND STORAGE, **Proceedings**. Canela, RS, 522 p. 1994.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 549-555, 1999.

PEREIRA, P. A. A.; YOKOYAMA, M.; QUINTELA, E. D.; BLISS, F. A. Controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) pelo uso de proteína da semente em linhagens quase isogênicas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1031-1034, 1995.

PINTO Jr., A. R. 1999. 114 f. **Utilização de terra diatomácea no controle de pragas de armazenamento e domissanitárias**. Tese (Doutorado, área de concentração em Entomologia), Universidade Federal do Paraná, 1999.

RODRÍGUEZ, H. C.; VENDRAMIM, J. D. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 42, n. 1, p. 14-22, 1996.

ROSSETTO, C. J. Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 18, n. 9/10, p. 38-51, 1966.

SCHOONHOVEN, A. Van; CARDONA, C.; VALOR, J. F. Levels of resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) in cultivated and wild beans. **Revista Colombiana de Entomologia**, Colômbia, v. 7, n. 1/2, p. 41-45, 1982.

SUBRAMANYAM, B.; ROESLI, R. Inert dusts, p. 321-380. In: SUBRAMANYAM, B. & HAGSTRUM, D. W. **Alternatives to pesticides in stored-product IPM**. Norwell, Massachusetts, Kluwer Academic Publishers, p. 2000.

WEAVER, D. K.; WELLS, C. D.; DUNKELL, F. V.; BERTSCH, W.; SING, S. E.; SHIHARAN, S. Insecticidal activity of floral, foliar, and root extracts of *Tagetes minuta* (Asterales: Asteraceae) against adult Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 87, n. 4, p. 1718-1725, 1994.

CAPITULO 4– EFEITO DE GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO E PRODUTOS A BASE DE ÓLEO DE NIM, EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AZADIRACHTINA A NO CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE).

RESUMO - Na busca de meios alternativos para o controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), este trabalho teve por objetivo, avaliar o efeito associado de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em diferentes concentrações de azadirachtina A e de genótipos de feijoeiro sobre o comportamento de *Z. subfasciatus*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Jaboticabal/SP. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 20 tratamentos e cinco repetições. Os genótipos utilizados foram Raz 55, Raz 49, Raz 59 e Dor 391, isolados ou em associação com óleo de nim 1000 concentrado emulsionável CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%) e deltametrina 25 CE (0,05%). Foram realizados testes utilizando-se amostras de 10g de grãos e avaliados os seguintes parâmetros: número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade dos insetos na fase imatura, período da eclosão da larva à emergência do adulto, número de insetos emergidos, peso dos insetos adultos, longevidade de fêmeas e machos e massa seca de grãos consumidos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. Conclui-se que: a) Os genótipos com suas associações aos produtos à base de óleo de nim, foram eficientes no controle de *Z. subfasciatus* causando elevada porcentagem de insetos mortos no período de oviposição e reduzindo a oviposição. b) Os genótipos Raz 49, Raz 55 e Raz 59 foram resistentes ao ataque de *Z. subfasciatus*, dos tipos não-preferência para alimentação e / ou antibiose.

Palavras-chave: Resistência de plantas a insetos, caruncho do feijoeiro, inseticidas naturais, *Azadirachta indica*.

CHAPTER 4– EFFECT OF GENOTYPES OF BEAN AND PRODUCTS THE BASE OF NEEM OIL, DIFFERENT CONCENTRATIONS OF AZADIRACHTINA A IN THE CONTROL OF *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE).

SUMMARY - In the search for alternative means for the control of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), this study, assess the effect associated neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss) in different concentrations of azadirachtina and bean genotypes on the behavior of *Z. subfasciatus*. The experiment was conducted in the Laboratório de Resistência de Plantas a insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal – SP. The experimental design was completely randomized with 20 treatments and five repetitions. The genotypes used were Raz 55, Raz 49, Raz 59 and Dor 391, isolated or in association with neem oil 1000 concentrated emulsionável EC (0.3%), neem oil 2000 EC (0.3%), neem oil 4000 EC (0.3%) and deltamethrin 25 EC (0.05%). Tests were performed using samples-10g of grains and assessed the following parameters: total number of eggs, number of eggs viable, mortality of insects on immature stage, period of the outbreak of the larva to the emergence of adults, number of insects emerged, weight of adult insects, longevity of females and males and dry mass of grains consumed. The data obtained were submitted to analysis of variance and the averages were compared by Tukey's test, the level 5% probability. Concludes that: a) The genotypes with their associations to products based on neem oil, were efficient in controlling of *Z. subfasciatus* causing high percentage of dead insects in the period of oviposition and reducing the oviposition. b) The genotypes Raz Raz 49, 55 and Raz 59 were resistant to attack of *Z. subfasciatus*, the types non-preference for feeding and / or antibiosis.

Key-words: Plant resistance to insects, weevil bean, natural insecticides, *Azadirachta indica*

1. INTRODUÇÃO

O feijão, *Phaseolus vulgaris* L., é uma leguminosa de grande importância como fonte de proteína vegetal, que combinado com o arroz constitui a dieta básica do brasileiro (CONAB, 2005).

Após a colheita o feijão pode perder sua qualidade rapidamente se armazenado de forma incorreta, isso se deve em especial à contaminação fúngica, infestação por insetos e processos metabólicos que reduzem a germinação e o vigor das sementes. Quando há presença de insetos, as perdas qualitativas e quantitativas aumentam ainda mais, pois, além de se alimentarem do endosperma e do embrião, seu metabolismo eleva a temperatura e a umidade no interior dos grãos, criando um ambiente ideal para o desenvolvimento fúngico (LAZZARI, 1997).

O caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera:Bruchidae) é considerado uma das principais pragas do feijão armazenado. É uma praga cosmopolita distribuindo-se nas Américas Central e do Sul, África, na região Mediterrânea e na Índia. Seus danos são decorrentes da penetração e alimentação das larvas no interior dos grãos, provocando perda de peso, redução do valor nutritivo e do grau de higiene do produto, pela presença de excrementos, ovos e insetos. Além disso, o poder germinativo das sementes pode ser reduzido ou totalmente perdido (GALLO et al., 2002).

O controle químico tem sido eficaz no controle dos carunchos, porém, tem despertado nos últimos anos grande preocupação em torno dos efeitos adversos que provocam sobre a saúde e o meio ambiente. Por esse motivo, estão procurando desenvolver moléculas mais seletivas aos organismos não-alvos e com menor persistência no meio ambiente, sem perder a eficiência em seu modo de ação e sua interferência no metabolismo dos insetos (OMOTO et al., 2000).

A necessidade de alternativas para os métodos químicos convencionais, pressionada pela crescente cobrança da sociedade por métodos menos agressivos ao meio ambiente, estimula a busca de novos métodos para o controle dos carunchos (LARA, 1991). Apesar do esforço de pesquisadores, não têm sido encontrados níveis

satisfatórios de resistência ao *Z. subfasciatus* em acessos de feijão cultivado (OLIVEIRA et al., 1979; REGO et al., 1986; ORIANI et al., 1996).

Para substituir o tratamento químico, pequenos produtores têm utilizado várias práticas, como: mistura dos grãos de feijão com areia, cal, cinza de madeira, resíduos de trilha da colheita (munha), terra de formigueiro, pimenta-do-reino ou óleos vegetais (GUTIERREZ & SCHOONHOVEN, 1981; DON-PEDRO, 1989). Segundo MORDUE & NISBET (2000), o óleo de sementes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) contém azadiractina e outros compostos potencialmente bioativos, sendo eficiente no controle de pragas de grãos armazenados.

A bioatividade do nim é atribuída a vários compostos presentes nas suas folhas e sementes, destacando-se o seu principal componente o triperpenóide azadiractina, que atua como inseticida, na deterrência de alimentação e oviposição, como repelente e na inibição do crescimento de insetos (COITINHO et al., 2006).

Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito associado de genótipos de feijoeiro e de produtos a base de óleo de nim, (*A. indica*) em diferentes concentrações de azadiractina A, no comportamento e desenvolvimento de *Z. subfasciatus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP – UNESP à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}$ C, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos da criação estoque mantida no próprio laboratório, em feijão, cultivar Bolinha. A criação foi mantida em frascos de vidro de 5L, fechados com tampas metálicas vazadas com telas de “nylon” e a cada 30 dias, o material era peneirado e os adultos utilizados para iniciar a infestação em novos frascos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 20 tratamentos e cinco repetições. Foi realizado teste sem chance de escolha com amostras de 10 g de grãos para cada tratamento. Utilizaram-se nesse experimento quatro genótipos de feijoeiro (três resistentes e um suscetível) selecionados a partir dos experimentos realizados no Capítulo 2 e 3 formulações de óleo de nim consideradas as mais eficientes no controle do caruncho (Capítulo 3), além das formulações vegetais foi utilizado em associação com os genótipos o inseticida deltametrina. Os tratamentos utilizados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Genótipos, produtos naturais à base de óleo de nim e doses, utilizados em testes de *Zabrotes subfasciatus*, em feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2009.

Genótipos	Associação com os tratamentos (doses)
Raz 55	Sem controle (testemunha)
Raz 49	deltametrina CE (0,05%)
Raz 59	óleo de nim 1000 CE (0,3%)
Dor 391	óleo de nim 2000 CE (0,3%)
	óleo de nim 4000 CE (0,3%)

2.1 Avaliação da mortalidade dos adultos, oviposição e desenvolvimento de *Z. subfasciatus*

Os grãos de feijoeiro já impregnamos com os respectivos produtos (Tabela 1) foram acondicionados em recipientes plásticos de 3,9cm de altura e 3,8cm de diâmetro, em amostras de 10g de feijão do tipo Bolinha juntamente com sete casais de *Z. subfasciatus* recém-emergidos, conforme metodologia descrita por SCHOONHOVEN et al. (1982).

Os insetos permaneceram confinados durante sete dias para oviposição sendo então retirados e contados o número de adultos sobreviventes e mortos, determinando-se assim, à porcentagem de insetos mortos. Após, dez dias da oviposição, foram realizadas as contagens do número de ovos com auxílio de um estereoscópio e assim determinando sua viabilidade.

A partir do vigésimo quinto dia da infestação dos grãos de feijão, as amostras foram observadas diariamente para contagem e retirada dos adultos emergidos, os quais foram imediatamente sexados e pesados em balança analítica. Dos adultos emergidos foram retirados dez machos e dez fêmeas de cada amostra que foram confinados isoladamente em pequenos frascos de vidro para a verificação da longevidade.

Ao término da emergência dos adultos de todas as amostras (no mínimo cinco dias consecutivos sem emergência), estas foram secas em estufa a 60°C por dois dias, e, pela diferença das massas seca das alíquotas, determinaram-se a massa seca consumida pelos insetos. As alíquotas foram obtidas através da média de cinco repetições de 10g da cultivar bolinha sem infestação, secas em estufa a 60°C e pesadas em balança analítica. Foram avaliados também os períodos da eclosão da larva à emergência do adulto, a mortalidade dos insetos na fase imatura (em relação ao número de ovos viáveis) e o número de insetos emergidos.

2.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade. Para as análises do número total de ovos, número de ovos viáveis, período da eclosão da larva à emergência do adulto, número de insetos emergidos, peso dos insetos adultos, longevidade de fêmeas e machos e massa seca de grãos consumidos, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$, e, para a porcentagem de insetos mortos e mortalidade dos insetos na fase imatura os dados foram transformados em $\text{arc sen } [(x + 0,50)/100]^2$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de porcentagem de insetos mortos, no qual foi verificado após o período de oviposição (7 dias) e em relação a infestação inicial de sete casais de insetos, pode-se observar que todas as associações de genótipos com produtos naturais ou com o inseticida, foram eficientes no controle do caruncho. Quanto à associação de genótipos com produtos a base de óleo de nim a porcentagem de insetos mortos variou de 77,14 a 98,57%, enquanto que àquela com o inseticida deltametrina a porcentagem de insetos mortos em todos os tratamentos foi de 100% (Tabela 2).

As testemunhas, representadas apenas pelos genótipos, ou seja, sem qualquer associação com outro produto, apresentou baixa porcentagem de insetos mortos (2,86 a 1,43%), sugerindo não afetarem os adultos dentro dos recipientes (Tabela 2).

MAZZONETTO (2002), avaliando a mortalidade dos adultos de *Z. subfasciatus* em grãos de feijoeiro tratados com 23 espécies vegetais verificou que as espécies *Chenopodium ambrosioides* L., *Mentha pulegium* L., *Ocimum basilicum* L. e *Ruta graveolens* L. foram altamente tóxicas causando 100% de mortalidade ao final do período de avaliação (5º dia). MAZZONETTO & VENDRAMIM (2003), estudando a bioatividade de pós de 18 espécies vegetais sobre *Acanthoscelides obtectus* Say, também encontraram alta mortalidade no tratamento com *C. ambrosioides*, observando 100% de mortalidade até o 5º dia de contato com os insetos. Na presente pesquisa, nos tratamentos onde houve associação com formulações à base de óleo de nim os dados para porcentagem de insetos mortos após o período de oviposição também se mostraram bastante tóxicos a praga assemelhando-se aos resultados obtidos por àqueles autores.

Em relação a oviposição, os tratamentos onde houve associação entre genótipos e produtos naturais ou genótipos e inseticida, diferiram significativamente das testemunhas (apenas os genótipos), apresentando drástica redução no número de total de ovos (0,00 a 18,80 ovos/recipientes). Nesses tratamentos, essa redução no número total de ovos está relacionada à elevada porcentagem de insetos mortos. Entre as tes-

Tabela 2. Porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis e mortalidade (%) dos insetos na fase imatura de *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim em diferentes concentrações de adirachtina A. Jaboticabal, SP, 2009.

Tratamentos	Porcentagem de insetos mortos ^{1,2}	Número total de ovos ^{1,3}	Número de ovos viáveis ^{1,3}	Mortalidade (%) dos insetos na fase imatura ^{1,2}
Raz 55 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	77,14 a	18,80 b	5,80 b	0,00 ⁴
Raz 55 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	82,86 a	6,00 b	0,40 b	0,00 ⁴
Raz 55 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	98,57 a	3,20 b	0,60 b	0,00 ⁴
Raz 55 + deltametrina CE (0,05%)	100,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 ⁵
Raz 55	1,43 b	249,00 a	106,60 a	88,88 a
Raz 49 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	90,00 a	4,80 b	0,60 b	0,00 ⁴
Raz 49 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	87,14 a	5,00 b	1,00 b	0,00 ⁴
Raz 49 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	90,00 a	3,60 b	0,40 b	0,00 ⁴
Raz 49 + deltametrina CE (0,05%)	98,57 a	0,00 b	0,00 b	0,00 ⁵
Raz 49	2,86 b	248,40 a	96,20 a	88,11 a
Raz 59 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	78,57 a	3,40 b	0,00 b	0,00 ⁵
Raz 59 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	82,86 a	3,40 b	0,60 b	0,00 ⁴
Raz 59 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	91,43 a	2,40 b	0,00 b	0,00 ⁵
Raz 59 + deltametrina CE (0,05%)	100,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 ⁵
Raz 59	1,43 b	238,20 a	98,00 a	87,35 a
Dor 391 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	100,00 a	0,40 b	0,00 b	0,00 ⁵
Dor 391 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	100,00 a	0,60 b	0,00 b	0,00 ⁵
Dor 391 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	100,00 a	1,20 b	0,00 b	0,00 ⁵
Dor 391 + deltametrina CE (0,05%)	100,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 ⁵
Dor 391	1,43 b	233,00 a	92,80 a	53,87 b
F (tratamento)	38,86**	127,47**	171,97**	16,63**
C.V. (%)	17,15	26,75	23,73	9,65

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Para as análises os dados foram transformados em: $2 \arcsin \left[\frac{(x + 0,50)/100}{100} \right]^{1/2}$, $3 \left[\frac{(x + 0,5)}{100} \right]^{1/2}$.

⁴Não faz parte da análise estatística devido ao número insuficiente de repetições; ⁵Todos os insetos morreram (variância nula).

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

temunhas avaliadas (Raz 55, Raz 49, Raz 59 e Dor 391) não houve diferenças significativas e o número total de ovos manteve-se elevado, variando de 233,00 a 249,00 ovos/recipiente (Tabela 2).

Os mesmos tratamentos que provocaram redução do número total de ovos (associação entre genótipos e produtos naturais ou genótipos e inseticida) também reduziram o número de ovos viáveis, com uma variação de 0 a 5,8 ovos viáveis/recipiente. As testemunhas Raz 55, Raz 49, Raz 59 e Dor 391 não diferiram entre si apresentando respectivamente 106,60; 96,20; 98,00 e 92,80 ovos viáveis/recipiente (Tabela 2). No que se refere à mortalidade dos insetos na fase imatura (em relação ao número de ovos viáveis) só participaram da análise estatística os tratamentos representados pela testemunha, uma vez, que nos demais tratamentos ocorreu número insuficiente de repetições, ou, não havia anteriormente ovos viáveis o que impossibilitou a obtenção de dados para esse parâmetro. Ao analisar as testemunhas, Raz 55, Raz 49, Raz 59 e Dor 391, observou-se que houve diferença significativa e que a maior mortalidade nessa fase ocorreu nos genótipos Raz 55, Raz 49, Raz 59 (88,88%; 88,11%; 87,35%, respectivamente). A menor mortalidade ocorreu no genótipo Dor 391 (53,87%) (Tabela 2).

Para o período de desenvolvimento da eclosão da larva à emergência do adulto só participaram da análise estatística os tratamentos representados pela testemunha, pois nos demais tratamentos houve número insuficiente de repetições, ou, todos os insetos morreram. O maior valor foi registrado no genótipo Raz 49 (47,28 dias), significativamente superior ao dos genótipos Raz 59 (43,48 dias) e Dor 391 (34,52 dias) (Tabela 2). O genótipo Raz 55 também provocou um alongamento nessa fase de desenvolvimento (45,65 dias). Esse genótipo e o genótipo Raz 49 foram os menos adequados ao desenvolvimento do caruncho nessa fase (Tabela 3).

Quanto ao número de insetos emergidos (Tabela 3), os menores valores foram observados nos tratamentos onde houve associação entre genótipos e formulações de produtos naturais ou genótipos e inseticida, o que era de se esperar, uma vez que, esses tratamentos reduziram o número total de ovos e ovos viáveis (Tabela 2).

Tabela 3. Período (dias) da eclosão da larva à emergência do adulto, número de insetos emergidos e peso (mg) de adultos machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim em diferentes concentrações de adirachtina A. Jaboticabal, SP, 2009.

Tratamentos	Período (dias) da eclosão da larva à emergência do adulto ^{1,2}		Número de insetos emergidos ^{1,2}	Peso (mg) de adultos machos ^{1,2}		Peso (mg) de adultos fêmeas ^{1,2}	
	adulto	adulto		adultos machos	adultos fêmeas	adultos machos	adultos fêmeas
Raz 55 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	45,34	3	5,80 cd	1,75	3	2,91	3
Raz 55 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	45,14	3	0,40 d	1,73	3	2,88	3
Raz 55 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	45,27	3	0,60 d	1,70	3	2,87	3
Raz 55 + deltametrina CE (0,05%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Raz 55	45,65 ab		12,40 b	1,72 ab		2,86 b	
Raz 49 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	46,28	3	0,60 d	1,77	3	2,80	3
Raz 49+ óleo de nim 2000 CE (0,3%)	46,58	3	1,00 d	1,74	3	2,81	3
Raz 49 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	46,71	3	0,40 d	1,75	3	2,82	3
Raz 49 + deltametrina CE (0,05%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Raz 49	47,28 a		11,40 bc	1,75 ab		2,81 b	
Raz 59 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Raz 59 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	42,89	3	0,60 d	1,68	3	2,71	3
Raz 59 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Raz 59 + deltametrina CE (0,05%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Raz 59	43,48 b		12,20 b	1,51 b		2,64 b	
Dor 391 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Dor 391 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Dor 391 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Dor 391 + deltametrina CE (0,05%)	0,00	4	0,00 d	0,00	4	0,00	4
Dor 391	34,52 c		43,00 a	1,95 a		3,30 a	
F (tratamento)	61,56 **		25,43 **	7,21 **		24,47 **	
C.V. (%)	1,93		43,88	3,39		1,87	

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). ² Para as análises os dados foram transformados em: $(x + 0,5)^{1/2}$.

³ Não faz parte da análise estatística devido ao número insuficiente de repetições; ⁴ Todos os insetos morreram (variância nula).

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

Entre as testemunhas o maior número de insetos emergidos ocorreu no genótipo Dor 391 (43,00 insetos) que se diferenciou das demais testemunhas (Raz 55, Raz 49 e Raz 59) onde o número de insetos emergidos variou de 11,40 a 12,40 insetos (Tabela 3). Nos genótipos Raz 55, Raz 49 e Raz 59 a redução no número de insetos se deve a elevada mortalidade de insetos na fase imatura (Tabela 2).

Nos parâmetros referentes ao peso dos insetos machos e fêmeas e longevidade dos insetos machos e fêmeas, participaram da análise estatística apenas os tratamentos correspondentes as testemunhas (genótipos), pois nos demais tratamentos (associação entre genótipos e produtos naturais ou genótipos e inseticida) houve número insuficiente de repetições, ou, todos os insetos morreram (Tabela 2). Para o peso dos insetos machos e fêmeas os menores valores foram observados nos genótipos Raz 55, Raz 49 e Raz 59 onde o peso variou de 1,51 a 1,72 para machos e 2,64 a 2,86 para fêmeas. Esses genótipos diferiram estatisticamente do genótipo Dor 391 onde foram observados maior peso de machos e fêmeas (1,95 e 3,30 respectivamente) (Tabela 3).

A longevidade de insetos machos e fêmeas não apresentou diferença estatística entre as testemunhas testadas (Tabela 4).

Com relação à massa seca de grãos consumidos o maior consumo foi observado nos tratamentos onde havia as testemunhas (Raz 55, Raz 49 e Raz 59) que diferiram estatisticamente dos demais tratamentos onde havia associação entre genótipos e produtos. Nos tratamentos com as testemunhas o consumo variou 0,75 a 1,02 g enquanto nos demais tratamentos essa variação foi de 0,00 a 0,24g de massa seca de grãos (Tabela 4). O consumo reduzido nos tratamentos onde havia associação entre genótipos e produtos deve-se à redução de oviposição que ocorreu nesses tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Longevidade (dias) de adultos machos e fêmeas e massa seca (g) de grãos consumidos por *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim em diferentes concentrações de adirachtina A. Jaboticabal, SP, 2009.

Tratamentos	Longevidade (dias) dos		Longevidade (dias) dos fêmeas ^{1,2}	Massa seca (g) de grãos consumidos ^{1,2}
	machos ^{1,2}	fêmeas ^{1,2}		
Raz 55 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	30,24 ³	29,89 ³	0,24 b	
Raz 55 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	30,73 ³	29,73 ³	0,12 b	
Raz 55 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	30,89 ³	28,91 ³	0,12 b	
Raz 55 + deltametrina CE (0,05%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 b	
Raz 55	30,93 a	29,64 a	0,81 a	
Raz 49 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	31,17 ³	27,70 ³	0,13 b	
Raz 49 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	31,29 ³	28,07 ³	0,14 b	
Raz 49 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	31,09 ³	26,76 ³	0,12 b	
Raz 49 + deltametrina CE (0,05%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 b	
Raz 49	31,28 a	26,50 a	0,75 a	
Raz 59 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 b	
Raz 59 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	28,24 ³	29,38 ³	0,12 b	
Raz 59 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 ⁴	
Raz 59 + deltametrina CE (0,05%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 ⁴	
Raz 59	27,33 a	29,54 a	0,71 a	
Dor 391 + óleo de nim 1000 CE (0,3%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 b	
Dor 391 + óleo de nim 2000 CE (0,3%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 b	
Dor 391 + óleo de nim 4000 CE (0,3%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 b	
Dor 391 + deltametrina CE (0,05%)	0,00 ⁴	0,00 ⁴	0,00 b	
Dor 391	26,98 a	32,55 a	1,02 a	
F (tratamento)	0,72 ^{ns}	1,61 ^{ns}	13,08**	
C.V. (%)	9,54	7,60	12,75	

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). ² Para as análises os dados foram transformados em: $(x + 0,5)^{1/2}$.

³ Não faz parte da análise estatística devido ao número insuficiente de repetições; ⁴ Todos os insetos morreram (variância nula).

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

^{ns} Não significativo.

4. CONCLUSÕES

- Os genótipos com suas associações aos produtos à base de óleo de nim, foram eficientes no controle de *Z. subfasciatus* causando elevada porcentagem de insetos mortos no período de oviposição e reduzindo a oviposição.
- Os genótipos Raz 49, Raz 55 e Raz 59 foram resistentes ao ataque de *Z. subfasciatus*, dos tipos não-preferência para alimentação e / ou antibiose.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COITINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* MOTS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p.176-182, 2006.

CONAB - COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2005. <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 16/05/10.

DON-PEDRO, K. N. Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus* (F.). **Pesticide Science**, Lanham, v. 26, n. 2, p. 107-116, 1989.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BATISTA, 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. 920 p.

GUTIERREZ, B. A.; SCHOONHOVEN, A. van. **Proteja su cosecha de frijol contra el ataque de los gorgojos**. Palmira: Instituto Colombiano Agropecuario, 12 p. 1981.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 336 p. 1991.

LAZZARI, F. A. Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações. 2. ed. autor, Curitiba: Editora, 1997. 140 p.

MAZZONETTO, F. Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sob o controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boh) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). 2002. 134 f. Tese (doutorado). Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002.

MAZZONETTO F.; VENDRAMIM J. D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 145-149, 2003.

MORDUE, A. J.; NISBET, A. 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.

OLIVEIRA, A. M.; PACOVA, B. E.; SUDO, S.; ROCHA, A. C. M.; BARCELLOS, D. F. Incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boherman, 1833 e *Acanthoscelides Obtectus* Say 1831 em diversos cultivares de feijão armazenado (Col. Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 8, n. 1, p. 47-55, 1979.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D. da; CASTIGLIONI, E. (org.) **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, p. 31-50. 2000.

ORIANI, M. A. G.; LARA, F. M.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomologia do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 213-216, 1996.

REGO, A. F. M.; VEIGA, A. F. S. L.; RODRIGUES, Z. A.; OLIVEIRA, M. L. de; REIS, O. V. Efeitos da incidência do *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 (Col. Bruchidae) sobre genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 15, n. 1, p. 53-69, 1986.

SCHOONHOVEN, A. Van; CARDONA, C.; VALOR, J. F. Levels of resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) in cultivated and wild beans. **Revista Colombiana de Entomologia**, Colômbia, v. 7, n. 1/2, p. 41-45, 1982.

CAPÍTULO 5– PODER RESIDUAL DE PRODUTOS A BASE DE ÓLEO DE NIM, EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AZADIRACHTINA A, NO CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE).

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o poder residual de produtos à base de óleo de nim, em diferentes concentrações de azadirachtina A, no controle de *Zabrotes subfasciatus* em feijoeiro. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal - SP, em condições controladas ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas). O delineamento experimental foi inteiramente causalizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os produtos e doses utilizadas foram: óleo de nim 1000 concentrado emulsionável CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%) deltametrina 25 CE (0,05%) e testemunha (sem controle). Foram realizados testes utilizando-se amostras de 10g de grãos da cultivar Bolinha. Os experimentos foram instalados logo após a aplicação dos produtos e aos 30 e 60 dias, avaliando-se os seguintes parâmetros: número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade dos insetos na fase imatura, período da eclosão da larva à emergência do adulto, número de insetos emergidos, massa seca de grãos consumidos e porcentagens de eficiências calculadas pela fórmula de Abbott. Conclui-se que: a) Todos os produtos naturais à base de óleo de nim aplicados e em seguida liberados os adultos de *Z. subfasciatus*, foram eficientes em seu controle; b) Deltametrina apresentou residual até 60 dias da aplicação, com eficiência de 100% de controle do inseto; c) Estudos de resíduos dos produtos naturais a base de óleo de nim devem ser estudados até 30 dias da sua aplicação.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, caruncho do feijoeiro, estabilidade

CHAPTER 5– RESIDUAL POWER OF PRODUCTS THE BASE OF NEEM OIL, DIFFERENT CONCENTRATIONS OF AZADIRACHTINA A, IN THE CONTROL OF *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE).

SUMMARY - The objective of this work was to evaluate the residual products of neem oil, different concentrations of azadirachtina, in the control of *Zabrotes subfasciatus* in common bean. The research was developed in the Laboratório de Resistência de Plantas a insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal – SP, under controlled conditions (25 ± 2 C, RH $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours). The experimental design was entirely causalizado with five treatments and five repetitions. The products and doses used were: oil neem 1000 concentrated emulsionável EC (0.3%), neem oil 2000 EC (0.3%), neem oil 4000 EC (0.3%) deltamethrin 25 EC (0.05%) and control (without control). Tests were performed using-samples of 10 grains of cultivar Bolinha. The experiments were soon after application of products and 30 and 60 days, evaluating-if the following parameters: total number of eggs, number of eggs viable, mortality of insects on immature stage, period of the outbreak of the larva to the emergence of adults, number of insects emerged, dry mass of grains consumed and percentages of efficiencies calculated by the formula of Abbott. Concludes that: a) All the natural products with a basis of oil neem and then released the adults of *Z. subfasciatus*, were efficient in its control; b) Deltamentrina presented residual until 60 days of the application, with efficiency of 100% control the insect; c) Studies of residues of natural products in baden of neem oil must be studied within 30 days of its application.

Key-words: *Phaseolus vulgaris*, bean weevil, stability.

1. INTRODUÇÃO

O feijão representa no Brasil, um importante componente da dieta da população, por ser um alimento rico em proteínas, em especial, lisina, carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos com ação antioxidante. A cultura do feijoeiro também se destaca pela importância socioeconômica em razão da mão-de-obra empregada durante o ciclo da cultura (ABREU, 2005; BORÉM & CARNEIRO, 2006).

Os pequenos agricultores têm sido os principais responsáveis pela produção de feijão, sendo aplicada pouca tecnologia na cultura, e conseqüentemente a produtividade média ainda é baixa, ou seja, cerca de 700 kg.ha⁻¹. Fatores como cultivo em consórcio, efeitos climáticos e fitossanidade contribuem para essa baixa produtividade (ROSOLEM & MARUBAYASHI, 1994; BORÉM & CARNEIRO, 2006).

O caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) é a praga mais importante do feijão armazenado. Esses insetos atacam principalmente sementes de regiões tropicais (SPERANDIO, 2001). As larvas desenvolvem nos cotilédones até atingir a fase adulta, causando redução de peso, qualidade nutricional (CREDLAND & DENDY, 1992; GALLO et al., 2002), germinação e vigor (HOHMANN & CARVALHO, 1989) e também contribuem para o desenvolvimento de fungos e micotoxinas nos grãos.

Extratos botânicos e pós-inertes têm sido estudados como alternativas ao tratamento químico (GARCIA et al., 2000; ALMEIDA et al., 2005). Muitas espécies vegetais produzem substâncias que atuam como atraentes ou repelentes de outros organismos. São substâncias que têm atividades biológicas e que foram desenvolvidas pelas plantas ao longo de sua existência, tendo sido útil para garantir a sua sobrevivência. Uma das espécies vegetais que produzem estas substâncias destaca-se o nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), capaz de proteger contra grande número de pragas por meio de uma grande quantidade de compostos bioativos. Dos componentes químicos presentes nesta planta, com atividade biológica, o mais ativo é a azadirachtina (MARTINEZ, 1998).

OLIVEIRA & VENDRAMIM (1999), estudaram o efeito de óleos e pós de origem vegetal sobre *Z. subfasciatus* e verificaram que a porcentagem de repelência aumentou diretamente com as doses e concentrações dos produtos utilizados. Os melhores resultados com óleos foram verificados para canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), seguindo-se nim (*A. indica*) e louro (*Laurus nobilis* L.). Os pós foram menos eficientes que os óleos essenciais, com melhores resultados para o pó de louro, seguido por canela e pimenta-do-reino.

Os inseticidas naturais do nim são considerados de fácil biodegradação por não deixar resíduos tóxicos, por não haver acúmulo de contaminantes na cadeia alimentar e por não deixar resíduos no solo e nos produtos vegetais (SODEPAZ, 2006). No entanto, a rápida degradação torna-se uma desvantagem em relação à necessidade de aplicações seqüenciais do produto (GALLO et al., 2002).

SOUZA & VENDRAMIM (2001), observaram maior percentual de mortalidade de *Bemisia tabaci* (Genn) na fase de ovo do que na fase de ninfa, ao utilizarem extratos de *Trichilia pallida* Sw e *Melia azedarach* L. Os autores atribuíram esse resultado ao fato de que os extratos apresentavam nível residual insuficiente para causar a mortalidade do inseto na fase de ninfa, pois foram aplicados sobre as posturas. Portanto o baixo poder residual pode afetar a eficiência dos extratos de plantas.

Desta maneira o presente estudo teve como objetivo avaliar o poder residual produtos à base de óleo de nim, em diferentes concentrações de azadirachtina A, no controle de *Z. subfasciatus*, aos 0, 30 e 60 dias após a aplicação dos produtos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, SP – UNESP à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}$ C, umidade relativa de $70 \pm 5\%$ e fotofase de 12 horas.

Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos da criação estoque mantida no próprio laboratório, em feijão, *Phaseolus vulgaris* L., cultivar Bolinha. A criação foi mantida em frascos de vidro de 5L, fechados com tampas metálicas vazadas com telas de “nylon” e a cada 30 dias, o material era peneirado e os adultos utilizados para iniciar a infestação em novos frascos.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Foi realizado teste sem chance de escolha com amostras de 10 g de grãos para cada tratamento. Os produtos utilizados, suas formulações e suas respectivas concentrações encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Tratamentos, formulações, princípio ativo e doses, utilizados nos testes no controle de *Zabrotes subfasciatus*, em feijoeiro. Jaboticabal, SP, 2010.

Tratamento	Formulações	Princípio Ativo	Dose (%)
1- Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	Azadirachtina A 1000 ppm	0,3
2- Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	Azadirachtina A 2000 ppm	0,3
3-Óleo de Nim	concentrado emulsionável (CE)	Azadirachtina A 4000 ppm	0,3
4- Deltametrina	concentrado emulsionável (CE)	deltametrina 25 g i.a L ⁻¹	0,05
5- Testemunha	-----	-----	-----

2.1 Avaliação da mortalidade dos adultos, oviposição e biologia.

Os experimentos foram realizados em três fases: após a aplicação do produto, 30 e 60 dias após a aplicação. Os grãos de feijoeiro já impregnados com os respectivos produtos (Tabela 1) foram acondicionados em recipientes plásticos de 3,9cm de altura e 3,8cm de diâmetro, em amostras de 10g de feijão do cultivar Bolinha juntamente com sete casais de *Z. subfasciatus* recém-emergidos, conforme metodologia descrita por SCHOONHOVEN et al. (1982).

Os insetos permaneceram confinados durante sete dias para oviposição sendo então retirados e contados o número de adultos sobreviventes e mortos, determinando-se assim, a porcentagem de insetos mortos. Após, dez dias da oviposição, foram realizadas as contagens do número de ovos com auxílio de um estereoscópio e assim determinando sua viabilidade.

A partir do vigésimo quinto dia da infestação dos grãos de feijão, as amostras foram observadas diariamente para contagem e retirada dos adultos emergidos e determinado a mortalidade dos insetos na fase imatura (em relação ao número de ovos viáveis) e o número de insetos emergidos. Ao término da emergência dos adultos de todas as amostras (no mínimo cinco dias consecutivos sem emergência), estas foram secas em estufa a 60°C por dois dias, e, pela diferença da massa seca das alíquotas, determinaram-se a massa seca de grãos consumidos. As alíquotas foram obtidas através da média de cinco repetições de 10g da cultivar bolinha sem infestação, secas em estufa a 60°C e pesadas em balança analítica.

2.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade e aplicada a fórmula de ABBOTT (1925) para o cálculo da porcentagem de eficiência dos produtos. Para as análises do número total de ovos, número de ovos viáveis, número de insetos emergidos e massa seca de grãos consumidos, os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$ e para a porcentagem de insetos mortos e mortalidade dos insetos na fase imatura os dados foram transformados em $\text{arc sen } [(x + 0,50)/100]^2$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os dados obtidos para porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade (%) de insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca (g) de grãos consumidos por *Z. subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim. Para porcentagem de insetos mortos (após o período de oviposição), verificou-se que com exceção da testemunha, todos os tratamentos foram tóxicos aos adultos de *Z. subfasciatus*, causando mortalidade entre 87,14 a 100% (Tabela 2).

Segundo SCHUMUTTERER (1988), a morte dos insetos depende da dose e do tempo de exposição ao princípio ativo do produto, que pode ocorrer em poucos dias da aplicação.

Com exceção à testemunha, todos os demais tratamentos, óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%) e deltametrina (0,05%), reduziram o número de total de ovos ovipositados nos diferentes tratamentos após a aplicação dos produtos. Nesses tratamentos o número de ovos/recipiente variou de 1,20 a 9,20 ovos, diferindo estatisticamente da testemunha que apresentou uma média de 140,60 ovos/recipiente (Tabela 2). A elevada redução do número total de ovos deve-se à elevada porcentagem de insetos mortos no período de oviposição (Tabela 2).

BARBOSA et al. (2002), observaram para o caruncho do feijoeiro *Z. subfasciatus*, tratado com 250 g.kg⁻¹ de grãos com terra do formigueiro e calcário, 40 mL p.c./ 500mL água/ tonelada grãos de malathion, 5 mL de óleo de soja e 3 mL.kg⁻¹ de grãos de sementes de nim, que somente o óleo de soja e o de nim, tiveram resultados eficientes, obtendo uma média de oviposição de 64,79 e 24,50, respectivamente.

Com relação ao número de ovos viáveis a testemunha apresentou em média 93,60 ovos viáveis/recipiente, enquanto que nos demais tratamentos todos os ovos foram inviáveis (Tabela 2), sugerindo afetar o desenvolvimento embrionário dos mesmos.

Tabela 2. Porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade (%) de insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca (g) de grãos consumidos por *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim. Jaboticabal, SP, 2010.

Tratamento (dose)	Porcentagem de insetos mortos ^{1,2}	Número total de ovos ^{1,3}	Número de ovos viáveis ^{1,3}	Mortalidade dos insetos na fase imatura ^{1,2}	Número insetos emergidos ^{1,3}	Massa seca (g) de grãos consumidos ^{1,3}
1- Óleo de Nim 1000 CE (0,3%)	87,14 a	9,20 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
2- Óleo de Nim 2000 CE (0,3%)	94,29 a	1,20 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
3- Óleo de Nim 4000 CE (0,3%)	87,14 a	3,20 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
4- Deltametrina 25 CE (0,05%)	100,00 a	2,40 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
5- Testemunha	0,00 b	140,60 a	93,60 a	17,52 a	77,80 a	1,33 a
F (tratamento)	111,36**	117,55 **	113,99**	103,78**	68,60**	401,46**
C.V. (%)	11,95	40,28	46,83	24,87	60,37	24,95

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Para as análises os dados foram transformados em: $^2 \arcsin \sqrt{(x + 0,5)/100}^{1/2}$; $^3(x + 0,5)^{1/2}$.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

MARTI & RIBA (1995), estudaram o efeito do nim sobre *Nezara viridula* L., e concluíram que a redução do número de oviposição e viabilidade dos ovos se devem ao efeito esterilizante que a azadirachtina provoca tanto nos machos quanto nas fêmeas. Na presente pesquisa, os tratamentos com formulações a base de óleo de nim também reduziram o número de oviposições (Tabela 2) estando de acordo com os dados obtidos pelos autores.

No que se refere à mortalidade dos insetos na fase imatura em relação ao número de ovos viáveis, número de insetos emergidos e massa seca de grãos consumidos só foram obtidos resultados para a testemunha, uma vez que, os demais tratamentos não apresentaram ovos viáveis (Tabela 2). Na testemunha a mortalidade na fase imatura foi de 17,52%, o número de insetos emergidos foi 77,80 insetos e a massa seca de grãos consumidos foi de 1,33g.

Pode-se observar que nesse primeiro experimento, realizado logo após a aplicação dos produtos os resultados foram favoráveis uma vez que, houve elevada porcentagem de insetos mortos e redução no número de oviposições. Não houve nesse experimento ovos viáveis e conseqüentemente, não houve resultados para os parâmetros mortalidade dos insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca de grãos consumidos. Pode-se concluir que nesse experimento, todos os produtos naturais à base de óleo de nim e o tratamento com o inseticida foram eficientes no controle do caruncho. O mesmo experimento realizado 30 dias após a aplicação dos produtos visando o período residual dos mesmos sobre o comportamento e desenvolvimento do caruncho do feijoeiro encontra-se na Tabela 3.

Pelos dados da porcentagem de insetos mortos constata-se que houve diferença significativa entre os tratamentos e o maior valor observado foi para o inseticida deltametrina (100%). Os demais tratamentos não diferiram da testemunha e os valores variaram de 0 a 2,86% de insetos mortos (Tabela 3). Pode-se observar pelos resultados obtidos que após 30 dias da aplicação dos produtos a base de óleo de nim o período residual é muito baixo apresentando baixa toxicidade aos insetos presentes nos recipientes.

Tabela 3. Porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade (%) de insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca (g) de grãos consumidos por *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro 30 dias após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim em diferentes formulações. Jaboticabal, SP, 2010.

Tratamento (dose)	Porcentagem de insetos mortos ^{1,2}	Número total de ovos ^{1,3}	Número de ovos viáveis ^{1,3}	Mortalidade dos insetos na fase imatura ^{1,2}	Número insetos emergidos ^{1,3}	Massa seca (g) de grãos consumidos ^{1,3}
1- Óleo de Nim 1000 CE (0,3%)	0,00 b	106,60 b	27,80 a	63,85 a	13,00 a	0,65 a
2- Óleo de Nim 2000 CE (0,3%)	1,43 b	55,20 bc	14,80 ab	63,08 a	4,00 a	0,48 b
3- Óleo de Nim 4000 CE (0,3%)	0,00 b	73,20 b	22,20 ab	33,54 a	15,20 a	0,64 ab
4- Deltametrina 25 CE (0,05%)	100,00 a	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 a	0,00 c
5- Testemunha	2,86 b	185,80 a	20,40 ab	57,57 a	8,80 a	0,64 ab
F (tratamentos)	1919,58**	24,17 **	2,83 ns	9,43 **	2,46 ns	54,51 **
C.V. (%)	10,83	37,13	82,70	39,11	109,13	17,47

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Para as análises os dados foram transformados em: $^2 \arcsin \sqrt{(x + 0,5)/100}^{1/2}$; $^3(x + 0,5)^{1/2}$.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

MARTINEZ & OLIVEIRA (1986) utilizaram óleo de algodão, babaçu, dendê, mamona bem como a mistura de óleo de algodão mais óleo de soja na dosagem de 1, 3 e 5 ml/kg de sementes de *Vigna unguiculata* visando ao controle de *Zabrotes subfasciatus*. Os autores constataram que os óleos vegetais proporcionaram um controle eficiente apenas no período inicial de armazenamento, uma vez que o efeito decresceu durante o armazenamento.

No tratamento com o inseticida, não houve oviposição, pois todos os insetos morreram antes da postura (Tabela 3). Os demais tratamentos com produtos a base de óleo de nim diferenciaram da testemunha (185,80 ovos/recipiente) com uma variação de 55,20 a 106,60 ovos/recipiente.

Para número de ovos viáveis e número de insetos emergidos não houve diferença significativa entre os tratamentos à base de óleo de nim e a testemunha (Tabela 3). Já, para a mortalidade de insetos na fase imatura, todos os tratamentos foram semelhantes e com maiores índices, diferindo significativamente do tratamento deltametrina, com todos os insetos mortos (Tabela 3).

A redução do número de ovos e a inibição da oviposição são importantes efeitos de extratos vegetais sobre a reprodução dos insetos. Nesse sentido, extratos de *Trichilia pallida* a 5% inibiram a oviposição de *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) em folhas de tomateiro tratadas (THOMAZINI et al., 2000). Os dados obtidos nesse experimento se asseham aos dados obtidos pelos autores.

Com relação à massa seca (g) de grãos consumidos, o menor consumo foi observado no tratamento deltametrina, seguido do óleo de nim 2000 CE (0,3%) (0,48g), enquanto que nos demais tratamentos, com maior consumo, variou de 0,64 a 0,65g (Tabela 3).

O último experimento realizado para avaliar o período residual dos produtos foi conduzido nos grãos com 60 dias após a aplicação dos mesmos, estando os dados obtidos apresentados na Tabela 3. No que se refere a porcentagem de insetos mortos (após o período de oviposição) o maior valor foi observado no tratamento com deltametrina (100%). Esse tratamento mostrou-se altamente tóxico aos insetos e eficiente no controle do caruncho.

Não houve oviposição no tratamento com o inseticida deltametrina, portanto, os resultados para os parâmetros número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade dos insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca de grãos consumidos foram nulos.

Os menores valores para número total de ovos foram observados nos tratamentos a base de óleo de nim variando de 36,20 a 52,40 ovos e diferiram estatisticamente da testemunha com 104,80 ovos (Tabela 4).

Quanto ao número de ovos viáveis o menor valor foi observado no tratamento óleo de nim 2000 CE (0,3%) (12,20 ovos) e o maior valor foi observado no tratamento óleo de nim 4000 CE (0,3%) (19,20 ovos), sendo que este, não diferiu da testemunha com 33,80 ovos (Tabela 4).

A maior mortalidade dos insetos na fase imatura (em relação ao número de ovos viáveis) foi registrado no tratamento óleo de nim 2000 CE (0,3%) (21,73%), enquanto que nos demais tratamentos os valores variaram de 10,06 a 20,35% (Tabela 4). Para número de insetos emergidos os menores valores foram observados nos tratamentos óleo de nim 1000 CE (0,3%) e óleo de nim 2000 CE (0,3%) (11,00 a 12,00 insetos) que diferiram significativamente da testemunha (29,80 insetos) (Tabela 4).

Com relação à massa seca de grãos consumidos o menor consumo ocorreu no tratamento óleo de nim 2000 CE (0,3%) (0,56g) que diferiu significativamente da testemunha e do tratamento com óleo de nim 4000 CE (0,3%) cujo consumo foi de 0,95 e 0,91g respectivamente (Tabela 4).

De um modo geral no último experimento realizado aos 60 dias após a aplicação dos produtos, o tratamento com o inseticida deltametrina se mostrou eficiente mesmo após 2 meses dessa aplicação. Entre os tratamentos a base de óleo de nim o tratamento que melhor controlou a praga apresentando redução no número de oviposição, aumentando a mortalidade dos insetos na fase imatura e reduzindo o número de insetos emergidos e massa seca de grãos consumidos foi o óleo de nim 2000 CE (0,3%), porém com índices baixos.

Tabela 4. Porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade (%) de insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca (g) de grãos consumidos por *Zabrotes subfasciatus*, obtidos em grãos de feijoeiro 60 dias após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim em diferentes formulações. Jaboticabal, SP, 2010.

Tratamento (dose)	Porcentagem de insetos mortos ^{1,2}	Número total de ovos ^{1,3}	Número de ovos viáveis ^{1,3}	Mortalidade dos insetos na fase imatura ^{1,2}	Número insetos emergidos ^{1,3}	Massa seca (g) de grãos consumidos ^{1,3}
1- Óleo de Nim 1000 CE (0,3%)	1,43 b	49,80 b	16,40 b	11,60 ab	12,00 bc	0,65 ab
2- Óleo de Nim 2000 CE (0,3%)	0,00 b	36,20 b	12,20 bc	21,73 a	11,00 bc	0,56 b
3- Óleo de Nim 4000 CE (0,3%)	1,43 b	52,40 b	19,20 ab	10,06 ab	16,60 ab	0,91 a
4- Deltametrina 25 CE (0,05%)	100,00 a	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 c
5- Testemunha	0,00 b	104,80 a	33,80 a	20,35 ab	29,80 a	0,95 a
F (tratamentos)	1718,56**	22,19 **	10,27 **	3,27 **	11,82 **	29,83 **
C.V. (%)	11,34	36,81	52,24	61,98	50,53	25,41

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Para as análises os dados foram transformados em: $2 \arcsin \sqrt{\frac{x + 0,5}{100}}^{1/2}$; $3(x + 0,5)^{1/2}$.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

Na Figura 1 estão apresentadas as porcentagens de eficiência calculada por ABBOTT (1925), obtidos em grãos de feijoeiro aos 0, 30 e 60 dias após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim e deltametrina. Os tratamentos óleo de nim 1000 CE e óleo de nim 4000 CE apresentaram eficiências de 100% no controle de *Z. subfasciatus* apenas quando os insetos foram liberados logo após suas aplicações (Figura 1). Aos 30 e 60 dias da aplicação, suas eficiências foram reduzidas abaixo de 12%, mostrando ocorrer uma degradação acentuada do princípio ativo azadirachtina A nos grãos.

O baixo poder residual pode afetar a eficiência dos extratos de plantas, como constatado por SOUZA & VENDRAMIM (2000), que observaram maior percentual de mortalidade de *B. tabaci* na fase de ovo do que na fase de ninfa, ao utilizarem extratos de *T. pallida* e *M. azedarach*.

Para o tratamento óleo de nim 2000 CE (Figura 1), no experimento logo após a aplicação, a eficiência de controle do inseto foi de 100%, evidenciando uma excelente atuação sobre a praga. Nos demais experimentos, ocorreram um controle de 54,55% apenas quando os insetos foram liberados nos grãos com 30 dias após sua aplicação. Dessa maneira esse produto nessa concentração teve uma ação sobre *Z. subfasciatus* melhor que os dois produtos relatados anteriormente.

Deltametrina 25 CE foi um tratamento eficiente sobre os insetos logo após a aplicação, e, aos 30 e 60 dias de armazenamento com seu resíduo (Figura 1). Tal resultado evidencia o excelente controle do produto sobre a praga.

Numa análise geral, verifica-se que os produtos naturais a base de óleo de nim proporcionaram um bom controle de *Z. subfasciatus* (Tabela 2 a 4 e Figura 1) ao serem liberados logo após a aplicação. Como sugestão para um próximo trabalho seria interessante verificar o resíduo até 30 dias dessa aplicação, uma vez que nesse período ocorreu redução das eficiências de controle.

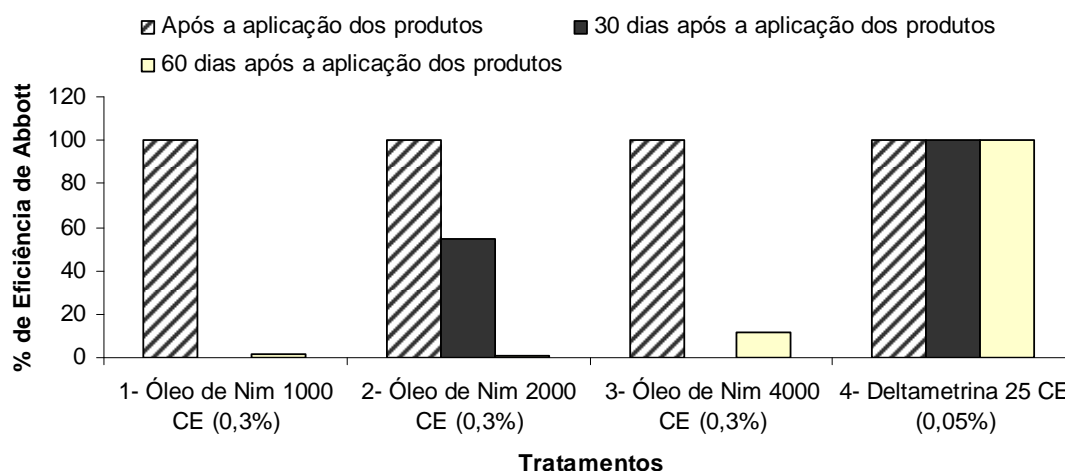


Figura 1 - Porcentagem de eficiência calculada por Abbott, obtidos em grãos de feijoeiro 0, 30 e 60 dias após a aplicação de produtos naturais a base de óleo de nim.

4. CONCLUSÕES

Pelos dados obtidos e nas condições em que os experimentos foram conduzidos, podem-se estabelecer as seguintes conclusões:

- Todos os produtos naturais à base de óleo de nim aplicados e em seguida liberados os adultos de *Z. subfasciatus*, foram eficientes em seu controle.
- Deltametrina apresentou residual até 60 dias da aplicação, com eficiência de 100% de controle do inseto; e,
- Estudos de resíduos dos produtos naturais a base de óleo de nim devem ser estudados até 30 dias da sua aplicação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 18, n. 1, p. 265-266, 1925.

ABREU, A. F. B. 2005. Cultivo do feijão da primeira e segunda safra na Região Sul de Minas Gerais. Disponível em: <http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/FeijãoPrimSeqSafrasSulMG/index.htm>. Acesso em: 17 dez. 2010.

ALMEIDA, F. A. C.; ALMEIDA, S. A.; SANTOS, N. R.; GOMES, J. P.; ARAÚJO, M. E. R. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 585-590, 2005.

BARBOSA, E. F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A; ZIMMERMANN, F. J. P. Controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* com óleos vegetais, unham, materiais inertes malathion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1213-1217, 2002.

BORÉM, A.; CARNEIRO, S. E. J.; A cultura do Feijão In:_____ Feijão. 2. ed. Viçosa: Ed, 2006. cap. 3, p. 45.

CREDLAND, P. F.; DENDY, J. Intraspecific variation in bionomic characters of the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Holanda, v. 65, n. 1, p. 39-47, 1992.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BATISTA, 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. 920 p.

GARCIA, J.; VELOSO, V. R. S.; DUARTE, J. B.; KAMADA, T. Eficiência de produtos alternativos no controle de *Zabrotes subfasciatus*, e seus efeitos sobre a qualidade das sementes de *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 39-42, 2000.

HOHMANN, C. L.; CARVALHO, S. M. Pragas e seu controle. In: IAPAR. **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. p.217-246.

MARTI, J.; RIBA, M. Actividad biologica de la azadiractina sobre *Nezara viridula*. In: JORNADA CIENTIFICA DE LA SOCIEDADE ESPAÑOLA DE ENTMOLOGIA APLICADA, 1995, Sevilla, p. 42.

MARTINEZ, G. S. V.; OLIVEIRA, J. V. Controle de adultos e formas imaturas de *Zabrotes subfasciatus* (BOH., 1833) em feijão *Vigna unguiculata* (L.) com óleos vegetais. In Congresso Brasileiro de Entomologia. Rio de Janeiro, RJ. 285 p. Resumos. 1986.

MARTINEZ, S.S.; LIMA, J.; BOIÇA Jr., A.L. Avaliação agrônômica e fitoquímica de neem, *Azadirachta indica*, de diferentes procedências em vários locais das regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Entomologia**. SOCIEDADE ENTOMOLÓGICA DO BRASIL, 17., 1998, **Resumos**: p. 831.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 549-555, 1999.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, n. 68, p. 1-16, 1994.

SCHOONHOVEN, A. Van; CARDONA, C.; VALOR, J. F. Levels of resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) in cultivated and wild beans. **Revista Colombiana de Entomologia**, Colômbia, v. 7, n. 1/2, p. 41-45, 1982.

SCHMUTTERER, H. Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 34, n. 7, p. 713-719, 1988.

SODEPAZ. **Solidaridad para el desarrollo Y La Paz**. Disponível em: <<http://www.sodepaz.org/nim/>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Atividade inseticida de extratos aquosos de meliáceas sobre a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 133-137, 2001.

SPERANDIO, L. A. A. **Alguns aspectos do comportamento de oviposição de fêmeas selvagens de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) em condições de privações do hospedeiro**. 2001. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

THOMAZINI, A. P. B. W.; VENDRAMIM, J. D.; LOPES, M. T. R. Extratos aquosos de *Trichilia pallida* e a traça-do-tomateiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 13-17, 2000.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle de diversas pragas tanto na agricultura quanto na pecuária tem sido feito basicamente com o uso de inseticidas sintéticos, sendo necessárias pesquisas com métodos que ofereçam menor risco para o ambiente. Apesar de sua significativa contribuição para a produção agrícola, o uso intensivo e indiscriminado destes produtos favoreceu o surgimento de pragas secundárias e não conseguiu eliminar os problemas já existentes; além disso, são altamente tóxicos, sendo prejudiciais ao ambiente e à saúde humana.

O emprego de métodos alternativos de controle, dentre os quais o uso de plantas inseticidas poderá ser uma ferramenta importante no manejo integrado de pragas. O emprego de substâncias extraídas de plantas no controle de pragas apresenta algumas vantagens, quando comparado ao uso de produtos sintéticos.

Os inseticidas naturais não deixam resíduos, apresentam menor custo de produção e são rapidamente degradáveis. Dentre as plantas cujo extrato tem poder inseticida, o nim, *Azadirachta indica* A. Juss. é uma espécie que tem sido estudada e destaca-se pela sua eficiência no controle de artrópodes pragas e baixa toxicidade aos inimigos naturais e ao homem.

Na busca de meios alternativos para o controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), este trabalho teve por objetivo, avaliar o efeito isolado e associado de diferentes doses e formulações de óleo de nim e de genótipos de feijoeiro sobre o comportamento de *Z. subfasciatus* e o período residual desses produtos naturais no armazenamento.

Inicialmente, foi testado o efeito de 11 genótipos de feijoeiro (Arc 1, Arc 2, Arc 3, Arc 4, Raz 49, Raz 55, Raz 59, HF 5465, Dor 391, Dor 476 e IAPAR-MD 806) sobre a oviposição e desenvolvimento dos insetos. Nesse experimento os genótipos Raz 49, Raz 59, Raz 55, Arc 1, e Arc 2 apresentaram resistência dos tipos não-preferência para alimentação e / ou antibiose; e, os genótipos HF 5465, Dor 391, Dor 476, IAPAR-MD 806, Arc 3 e Arc 4 foram suscetíveis ao ataque do inseto.

A seguir, foi avaliado o efeito dos produtos a base de óleo de nim (nanocápsulas (0,1 e 0,3%), óleo em pó solúvel (0,1 e 0,3%), nanocápsula + óleo em pó solúvel (0,3% + 0,3%), óleo 1000 concentrado emulsionável (CE) (0,1 e 0,3%), óleo 2000 CE (0,1 e 0,3%), óleo 4000 CE (0,1 e 0,3%), deltametrina 25 CE (0,05%) e a testemunha (sem controle) também sobre a oviposição e biologia dos insetos. Os produtos óleo de nim 1000 CE (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%) e deltametrina 25 CE (0,05%), proporcionaram maiores mortalidades de adultos e da fase imatura de *Z. subfasciatus*, menores números total de ovos e ovos viáveis, menores números de insetos emergidos e massa seca consumida.

Com base nos resultados obtidos nos experimentos dos genótipos e dos produtos a base de óleo de nim, foram selecionados quatro genótipos (três resistentes e um suscetível) e três produtos a base de óleo de nim (considerados os mais eficientes no controle da praga), para avaliar o efeito associado sobre a oviposição, desenvolvimento e consumo de grãos. Os genótipos com suas associações aos produtos à base de óleo de nim, foram eficientes no controle de *Z. subfasciatus* causando elevada porcentagem de insetos mortos no período de oviposição e reduzindo a oviposição e os genótipos Raz 49, Raz 55 e Raz 59 foram resistentes ao ataque de *Z. subfasciatus*, dos tipos não-preferência para alimentação e / ou antibiose.

Para finalizar foi avaliado o período residual dos tratamentos: óleo de nim 1000 (CE) (0,3%), óleo de nim 2000 CE (0,3%), óleo de nim 4000 CE (0,3%), deltametrina 25 CE (0,05%) e a testemunha (sem controle) sobre a porcentagem de insetos mortos, número total de ovos, número de ovos viáveis, mortalidade dos insetos na fase imatura, número de insetos emergidos e massa seca de grãos consumidos e determinado à porcentagem de eficiência pela fórmula de Abbott.

Todos os produtos naturais à base de óleo de nim aplicados e em seguida liberados os adultos de *Z. subfasciatus*, foram eficientes em seu controle; deltametrina apresentou residual até 60 dias da aplicação, com eficiência de 100% de controle do inseto; estudos de resíduos dos produtos naturais a base de óleo de nim devem ser estudados até 30 dias da sua aplicação.

Os resultados obtidos pelos experimentos conduzidos revelaram que os tratamentos a base de óleo de nim surgem como uma alternativa viável no controle de *Z. subfasciatus*. Novas pesquisas devem ser conduzidas para avaliar o período residual desses produtos dentro do período de 30 dias para verificar a melhor eficiência nesse período.