



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

BIOATIVIDADE DO ÓLEO DE NIM SOBRE *Tribolium castaneum*
E *Alphitobius diaperinus* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)
EM SEMNTES DE AMENDOIM ARMAZENADO

ADERDILÂNIA IANE BARBOSA DE AZEVEDO

Campina Grande
Paraíba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS



COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE
PRODUTOS AGRÍCOLAS

BIOATIVIDADE DO ÓLEO DE NIM SOBRE *Tribolium castaneum* E
Alphitobius diaperinus (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EM SEMENTES
DE AMENDOIM ARMAZENADO

ADERDILÂNIA IANE BARBOSA DE AZEVEDO

Campina Grande – PB
Fevereiro, 2008

**BIOATIVIDADE DO ÓLEO DE NIM SOBRE *Tribolium castaneum* E
Alphitobius diaperinus (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EM SEMENTES
DE AMENDOIM ARMAZENADO**

ADERDILÂNIA IANE BARBOSA DE AZEVEDO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

Orientadores: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida

Ph.D. Raul Porfirio de Almeida

Campina Grande – PB

Fevereiro, 2008



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

A994b

2008 Azevedo, Aderdilânia Iane Barbosa de.

Bioatividade do óleo de nim sobre *Tribolium castaneum* e *Alphitobius diaperinus* (Coleóptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim armazenado / Aderdilânia Iane Barbosa de Azevedo.— Campina Grande, 2008.

62f.: il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores : Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida, Raul Porfirio de Almeida, PhD.

1. Armazenamento de Sementes. 2. Insetos-praga. 3. *Azadirachta indica*. I. Título.

CDU – 631.53.02(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA




PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

ADERDILÂNIA IANE BARBOSA DE AZEVEDO

BIOATIVIDADE DO ÓLEO DE NIM SOBRE *Tribolium castaneum* E
Alphitobius diaperinus (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) EM SEMENTES
DE AMENDOIM ARMAZENADO

BANCA EXAMINADORA

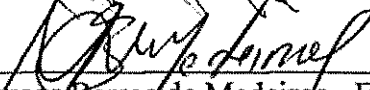
PARECER


Dr. Francisco de Assis C. Almeida - Orientador

APROVADA


Dr. Raul Portirio de Almeida - Orientador

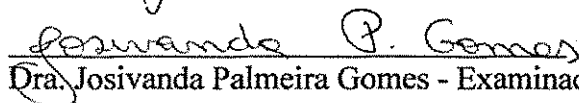
APROVADA


Dr. Marcos Barros de Medeiros - Examinador

Aprovada


Dr. Egberto Araújo - Examinador

APROVADA


Dra. Josivanda Palmeira Gomes - Examinadora

APROVADO

FEVEREIRO - 2008

O ser consciente é austero, mas sem carranca;

é jovial, porém sem vulgaridade;

é complacente, no entanto sem conivência;

é bondoso, todavia sem anuência com o erro.

Ajuda e promove aquele que lhe recebe o socorro,

seguindo adiante sem cobrar retribuição.

É responsável, e não se permite o vão repouso enquanto o dever o aguarda.

Conhecendo suas possibilidades, coloca-as em ação sempre que necessário,

aberto ao amor e ao bem.

Só o amadurecimento psicológico, através das experiências vividas,

libera a consciência do ser,

e ao consegui-la, ei-lo feliz,

conquistando a Terra da Promissão bíblica.

(Joana de Ângelis)

*Aos meus pais, Edite Barbosa e Francisco Brandão,
cujos exemplos de vida, fé e perseverança
são meus guias.*

*Aos meus irmãos, Admilda, Aderdivânia e Ícaro;
Aos meus sobrinhos, Ana Beatriz, Janine, Bianca, João Pedro e
José Lucas, a quem tanto amo,*

e a Deus,

Dedico.

Agradecimentos

À Deus pelo maravilhoso dom da vida;

À Dr. Raul P. de Almeida, pela amizade, generosidade, valiosa orientação e ensinamentos que me seguirão por toda vida;

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso de Almeida pelo apoio e aprendizado durante a realização deste trabalho;

A Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e a todos os professores que formam o corpo docente do curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, em especial a Josivanda P. Gomes, pela atenção, apoio e disponibilidade concedida durante o curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela concessão da bolsa de estudos;

A professora Dra. Carla de Lima Bicho pela identificação do inseto utilizado para o estudo, *Alphitobius diaperinus*.

À secretária do DEAg/UFCG, Rivanilda D. S. de Almeida, pela dedicação, atenção e carinho;

Aos colegas de curso: Bárbara, Cibele, Silmara, Míriam, Lívia, Viviane, Tatiana Wolia, por tudo que vivemos e superamos em busca de nossos objetivos;

À Luciene, “Lú”, por todo auxílio, amizade e carinho;

Aos funcionários da Embrapa Algodão, em especial a Maria Gorete e Airton Belo, pela amizade e apoio, que foram de extrema importância para a realização deste trabalho;

A meus companheiros de estágio, em especial a Laís Cabral que, com sua energia iluminada, foi especialmente importante na realização desse trabalho;

À D. Graça, “Vó” Leopodina e família pelo apoio e carinho;

À Fátima e Sr. Pedro, por todo apoio e carinho dedicado ao nosso crescimento;

Aos meus amigos Rozivânia, Susana, Valéria, Clarice, Marciane, Juciane, Roberta, Washington, Junior, Joilson e Jadelson pelo incentivo e carinho;

Ao meu primo Franklin, pessoa muito especial, com quem me identifico e que sempre me incentivou.

À minha amiga, Vanja Gondim, pela força e dedicação na etapa final deste trabalho;

Ao meu amigo Vandeir Gouveia, sempre com a "boa idéia", com quem pude contar nos momentos felizes e difíceis, ajudando a tornar problemas em solução.

Ao meu anjo da guarda, Amanda Lira... obrigada por tudo!

À Márcia Maria, Karen e Aleksandra, que foram minha família, que me fizeram forte quando enfraquecia, que cuidaram de mim... por tudo que vivemos, amo muito vocês!

À Vanessa, amiga de longas jornadas, exemplo de força e determinação, meu porto seguro;

À minha família, pelo incentivo, carinho e dedicação, em especial a Milda e Joacildo, Aderdi e Edinho, nos quais encontro forças para superar todos os obstáculos;

Aos meus sobrinhos, Ana Beatriz, Janine, Bianca, João Pedro e José Lucas, nos quais encontro a luz que renova minha energia para prosseguir;

Aos meus pais, Edite e Francisco, razão de minha vida, pelo amor e pelos exemplos de vida e humanidade;

A todas as pessoas, aqui não citadas, mas que fizeram parte da minha história.

A todos, agradeço.

Que sejam abençoados por Deus.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1. Cultivo e armazenamento de amendoim no Brasil.....	04
2.2. Pragas de grãos armazenados.....	06
2.2.1. <i>Tribolium castaneum</i>	07
2.2.2. <i>Alphitobius diaperinus</i>	08
2.3. Controle de pragas de grãos armazenados.....	10
2.4. Plantas inseticidas.....	11
2.5. Uso de <i>Azadirachta indica</i> no controle de pragas de sementes e grãos.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Criação de manutenção dos insetos.....	18
3.2. Bioensaios com <i>Tribolium castaneum</i> e <i>Alphitobius diaperinus</i>	19
3.3. Análise estatística dos dados.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1. Bioensaio com <i>Tribolium castaneum</i>	24
4.2. Bioensaio com <i>Alphitobius diaperinus</i>	36
5. CONCLUSÕES.....	48
6. SUGESTÕES.....	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág.
Tabela 1. Médias (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) de mortalidade de <i>T. castaneum</i> alimentados com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim e eficiência de Abbott	25
Tabela 2. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 30 dias do armazenamento com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	27
Tabela 3. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 60 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	27
Tabela 4. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 90 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	28
Tabela 5. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 120 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	28
Tabela 6. Médias (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) de mortalidade de <i>A. diaperinus</i> alimentados com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim e eficiência de Henderson e Tilton.....	37
Tabela 7. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>A. diaperinus</i> avaliados aos 30 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	39
Tabela 8. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>A. diaperinus</i> avaliados aos 60 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	39

Tabela 9. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *A. diaperinus* avaliados aos 90 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim..... 40

Tabela 10. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *A. diaperinus* avaliados aos 120 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim..... 41

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág.
Tabela 1. Médias (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) de mortalidade de <i>T. castaneum</i> alimentados com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim e eficiência de Abbott	25
Tabela 2. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 30 dias do armazenamento com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	27
Tabela 3. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 60 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	27
Tabela 4. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 90 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	28
Tabela 5. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>T. castaneum</i> avaliados aos 120 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	28
Tabela 6. Médias (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) de mortalidade de <i>A. diaperinus</i> alimentados com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim e eficiência de Henderson e Tilton.....	37
Tabela 7. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>A. diaperinus</i> avaliados aos 30 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	39
Tabela 8. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>A. diaperinus</i> avaliados aos 60 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	39

Tabla 9. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>A. diaperinus</i> avaliados aos 90 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	40
. Média (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de <i>A. diaperinus</i> avaliados aos 120 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 01. <i>Tribolium castaneum</i> (Herbest)	18
Figura 02. <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer).....	18
Figura 03. Criação de <i>Tribolium castaneum</i>	19
Figura 04. Criação de <i>Alphitobius diaperinus</i>	19
Figura 05. Seqüência das etapas empregadas na preparação e realização dos bioensaios.....	20
Figura 06. Bioensaio com <i>T. castaneum</i>	21
Figura 07. Bioensaio com <i>A. diaperinus</i>	21
Figura 08. Média de percentuais de sementes perfuradas de amendoim por <i>T. castaneum</i> , tratadas com óleo de nim, em quatro períodos de armazenamento (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	30
Figura 09. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>T. castaneum</i> e percentual de sementes perfuradas não tratadas com óleo de nim (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	32
Figura 10. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>T. castaneum</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 0,5% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	33
Figura 11. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>T. castaneum</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 1,0% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	34
Figura 12. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>T. castaneum</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 1,5% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	35
Figura 13. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>T. castaneum</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 2,0% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	35
Figura 14. Média de percentuais sementes perfuradas de amendoim por <i>A. diaperinus</i> , tratadas com óleo de nim, em quatro períodos de armazenamento (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	42

Figura 15. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>A. diaperinus</i> e percentual de sementes perfuradas não tratadas com óleo de nim (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	43
Figura 16. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>A. diaperinus</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 1% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	44
Figura 17. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>A. diaperinus</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 2% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	45
Figura 18. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>A. diaperinus</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 3% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	46
Figura 19. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de <i>A. diaperinus</i> e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 4% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).....	46

**Bioatividade do Óleo de Nim sobre *Tribolium castaneum* e *Alphitobius diaperinus*
(Coleoptera: Tenebrionidae) em Sementes de Amendoim Armazenado**

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a bioatividade do óleo extraído de sementes de nim sobre os insetos-praga de sementes armazenadas, *Tribolium castaneum* e *Alphitobius diaperinus*. Para a condução dos bioensaios, sementes de amendoim, cultivar BRS Havana, foram tratadas com óleo de nim e mantidas em bandejas durante o período de 24 horas. Cinquenta gramas de sementes foram colocadas em recipientes plásticos e infestadas com insetos na fase adulta. Avaliou-se no bioensaio com *T. castaneum* o efeito das concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% (massa/volume) do óleo de nim, sobre 10 insetos não sexados e acondicionados em recipientes com 6,0 cm de altura e 9,0 cm de diâmetro. Para *A. diaperinus*, as concentrações do óleo de nim de 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% (massa/volume) foram testadas em 20 insetos não sexados e acondicionados em recipientes com 8,0 cm de altura e 11,0 de diâmetro. Ambos os bioensaios foram constituídos por cinco tratamentos e quatro repetições. As variáveis analisadas foram mortalidade, número de descendentes (larvas, pupas e adultos) e o número de sementes perfuradas, avaliadas em quatro períodos de armazenamento (30, 60, 90 e 120 dias). Para análise dos dados, foram realizados testes não-paramétricos. Para análise de variância utilizou-se o teste de Friedman ($P \leq 0,05$) e para a comparação das médias o teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$). Foi avaliada também a eficiência do produto pelo método de Abbott e representada graficamente a flutuação do percentual de sementes perfuradas e do número de descendentes. Para o bioensaio com *T. castaneum* verificou-se que, nos quatro períodos avaliados, os valores médios de mortalidade não foram superiores a 37,5%, demonstrando baixa eficiência do produto sobre a mortalidade dos insetos adultos. Verificou-se retardamento na biologia de *T. castaneum* quando estes

foram submetidos à alimentação de sementes tratadas com óleo de nim. Em todos os períodos estudados o número de sementes perfuradas para todas as concentrações do óleo foi inferior ao da testemunha, sendo as concentrações de 1,0; 1,5 e 2,0% as mais eficientes. Observou-se ainda o efeito do nim sobre o desenvolvimento biológico dos insetos, na reprodução dos adultos, nas fases de desenvolvimento das larvas e na redução do número de pupas e adultos descendentes, durante todo período de armazenamento. Para *A. diaperinus*, observou-se a eficiência do produto sobre a mortalidade dos insetos a partir dos 90 dias do armazenamento, com eficiência variando de 26,01 a 97,50%. As concentrações mais eficientes foram a 3,0 e 4,0%, sendo a mortalidade dos insetos atribuída a possível deterrência alimentar. Em relação ao número de descendentes, observou-se que o óleo de nim impossibilitou que as larvas sofressem metamorfose, impedindo que se completasse o ciclo biológico de *A. diaperinus*. Em todos os períodos estudados, a testemunha diferiu estatisticamente dos tratamentos com óleo de nim para o número de sementes perfuradas, verificando-se 100% de dano na testemunha, exceto para o período de 30 dias, com aproximadamente 80%. Nos tratamentos com óleo esses percentuais variaram de 2,7 a 12,9%. Observou-se, através do número de descendentes, que o óleo de nim afetou todas as fases de desenvolvimento de *A. diaperinus*, conferindo proteção as sementes de amendoim em todos os períodos avaliados.

Palavras-chave: armazenamento de sementes, insetos-praga, *Azadirachta indica*

Bioactivity of Neem Oil on *Tribolium castaneum* e *Alphitobius diaperinus*

(Coleoptera: Tenebrionidae) in Stored Peanut Seeds

Abstract

This work was developed with the aim of evaluating the oil bioactivity of neem seed on the insect pests of stored seeds, *Tribolium castaneum* e *Alphitobius diaperinus*. To carry out the bioassays, peanut seeds of the BRS Havana cultivar were treated with neem oil and kept on trays during 24 hours period. Fifty grams of seeds were put in plastic recipients and infested with insects in the adult phase. In the *T. castaneum* bioassay the effect of neem oil concentration of 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% (mass/volume) on 10 not sexed insects maintained in recipients measuring 6.0 cm height and 9.0 cm diameter was evaluated. For *A. diaperinus* the neem oil concentrations of 0.0, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0% (mass/volume) were tested on 20 not sexed insects maintained in recipients measuring 8.0 cm height and 11.0 cm diameter. Both bioassays were designed with five treatments and four replications. The analyzed variables were mortality, offspring number (larva, pupa and adults) and the number of punched seeds, evaluated in four stored periods (30, 60, 90 and 120 days). For data analysis, nonparametric tests were used. Friedman test ($P \leq 0.05$) was used for variance analysis test and Student Newman Keuls ($P \leq 0.05$) for means comparison. The neem oil efficiency was evaluated by Abbott method and the punched seeds percentage and the offspring number fluctuations were represented in graphics. In the four evaluated periods *T. castaneum* obtained mean values of mortality not higher than 37.5%, showing low product efficiency on the adult insect mortality. The biology was enlarged due to *T. castaneum* feeding on treated neem seed. In all studied period, the number of punched seeds in the control was inferior to each one of the oil concentrations and the most efficient concentrations were of 1.0, 1.5 and 2.0%. The

effect of the neem on the insect's biological development, the adult's reproduction, the increase of the larval development phases and on the reduction of pupae and offspring adults' number, during all the stored period, was also observed. For *A. diaperinus*, the product efficiency on the insect mortality from 90 days of storing, with efficiency varying from 26,01 to 97,50%, was detected. The most efficiency neem concentrations were of 3.0 and 4.0% and the insect mortality was possibly attributed to alimentary deterrence. According to the offspring number, the neem oil made impossible larvae metamorphose, not allowing that the *A. diaperinus* life history was completed. The control differed statistically of the neem oil treatments to punched seeds number in all studied periods, verifying 100% of damage in the control, except to 30 days period, with approximately 80%. In the oil treatments those percentages varied from 2.7 to 12.9%. Through the offspring number it was verified that neem oil affected all the development phases of *A. diaperinus*, promoting protection to peanut seeds in all periods evaluated.

Keywords: seeds storage, pest insects, *Azadirachta indica*

1. INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é a quarta oleaginosa mais plantada no mundo, utilizada principalmente na produção de óleo comestível, confeitos, doces, pastas, ou para o consumo *in natura*. A produção brasileira de amendoim, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2007), foi estimada em 226,2 mil toneladas, safra 2006/2007. Deste total, o estado de São Paulo responde por 76%, onde a cultura está em expansão e têm recebido inovações tecnológicas mediante uso de cultivares mais produtivas, colheita mecanizada, processos inovadores na pós-colheita e no controle de qualidade do produto (MARTINS, 2006).

O amendoim cultivado e consumido no Nordeste do Brasil representa, aproximadamente, 5% da produção mundial e nacional. Seu cultivo vem crescendo por ser uma cultura de fácil manejo, ciclo curto e de preço atraente no mercado nordestino, além de ser adaptada às condições climáticas da região, incentivando a agroindústria regional. Apresenta-se ainda como uma fonte adicional e agregadora de renda, em razão das várias formas de produtos que podem ser processados (SANTOS et al., 2006; COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2007).

Por ser cultivada, na sua grande maioria, por pequenos produtores no Nordeste do Brasil, o amendoim é frequentemente armazenado em condições pouco favoráveis a sua conservação, dando origem ao ataque de insetos.

Os insetos comumente encontrados em sementes e grãos armazenados pertencem às ordens Coleoptera e Lepidoptera, com registro de mais de 600 espécies da ordem Coleoptera associadas a produtos armazenados em várias partes do mundo e entre elas se encontram a maioria das principais pragas (PACHECO e PAULA, 1995).

Os gêneros *Tribolium* sp. (Herbst) e *Alphitobius* sp. (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae), são cosmopolitas, pertencem ao grupo das pragas secundárias e ataca vários produtos armazenados entre eles o amendoim. O primeiro é um inseto que se desenvolve melhor nas massas de grãos com alto teor de impurezas e grãos quebrados, danificados pelo manuseio mecanizado durante os processos de colheita, secagem e armazenamento (SILVA e FARONI, 1998). O segundo, considerado mundialmente como uma das principais pragas da avicultura moderna (SILVA et al., 2005a; BICHO et al., 2005), se alimenta de produtos de cereais e de ração animal, especialmente quando estes se encontram úmidos e levemente mofados (SILVA e FARONI, 1998).

Os insetos-praga dos produtos armazenados ao se alimentarem dos grãos provocam furos, perdas de peso, resíduos, além de alterações na composição química, redução no percentual de germinação e vigor das sementes, e conseqüentemente, um menor valor comercial (ALMEIDA, 1989).

Para se controlar as pragas de grãos armazenados, têm-se utilizado o controle químico, por ser efetivo e de fácil manejo (COELHO et al., 2000). Em geral, quando se toma a decisão de se utilizar produtos químicos, não se tem levado em consideração os possíveis efeitos adversos ao meio ambiente e, principalmente, aos inimigos naturais. Devido a isto, fatores como intoxicação de operadores, resíduos excessivos e resistência de insetos a inseticidas têm se configurado em fator limitante ao uso desses produtos (ALMEIDA et al., 2005b).

Os produtos naturais extraídos de plantas têm se constituído numa alternativa importante para o programa de controle de pragas por serem mais seletivos e menos danosos ao meio ambiente (VENDRAMIM, 2000). Dentre estes, os produtos derivados do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), têm se destacado por apresentarem eficiência contra várias espécies de insetos-praga.

O nim, árvore da família Meliaceae, é conhecido há séculos, principalmente na Índia, por sua ação medicinal, e nas últimas décadas seu estudo têm se difundido devido às substâncias inseticidas presentes nas folhas e frutos. Dentre os mais de 40 terpenóides já identificados na planta e que possuem ação contra insetos, a azadiractina é o composto mais eficiente. Esses compostos têm grande potencial no controle de pragas, apresentam toxicidade extremamente baixa aos vertebrados, sendo praticamente inócuos, causando baixo impacto ao ambiente (CARNEIRO et al. 2007).

Com base nessas considerações, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a bioatividade do óleo extraído de sementes de nim sobre a mortalidade dos insetos-praga de grãos armazenados, *T. castaneum* e *A. diaperinus*, o desenvolvimento dos seus descendentes nas diferentes fases de desenvolvimento (larvas, pupas e adultos) e o percentual de sementes de amendoim perfuradas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultivo e armazenamento de amendoim no Brasil

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma planta dicotiledônea, oleaginosa, pertence à família Leguminosae e integra o gênero *Arachis*, juntamente com mais 80 espécies silvestres, anuais e perenes. Taxonomicamente, esta espécie é composta de duas subespécies: *hypogaea* e *fastigiada* (FREITAS e MARGARIDO, 2003).

Segundo o Registro Nacional de Cultivares (BRASIL, 2008), atualmente, catorze cultivares de *A. hypogaea* L. são registradas como aptas para produção e comercialização de sementes no Brasil – BR 1, BRS 151-17 e BRS Havana, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), IAC 22, IAC 5, IAC 8112, IAC Oirã, IAC Poitara, IAC Tupã, IAC-Caiopó, IAC-Tatú-ST, Runner IAC 886 e Tatu vermelho, do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e IAPAR 25 (Ticão), do Instituto Agrônomo do Paraná (IPAR).

O Brasil já foi importante produtor de amendoim, ocupando papel expressivo tanto no suprimento interno de óleo vegetal quanto na exportação de subprodutos. Porém, a partir da década de 1970, diversos fatores mercadológicos, políticos e tecnológicos levaram à redução do cultivo nacional e, indiretamente, modificaram o perfil do mercado desta oleaginosa (FREITAS e MARGARIDO, 2003). Nos últimos anos estão em curso importantes mudanças tecnológicas no cultivo e beneficiamento do produto, onde a adoção de tecnologias e inovações nas etapas iniciais da cadeia, como a produção agrícola e o beneficiamento, são de fundamental importância para o desempenho da última etapa, a de processamento industrial (FREITAS et al., 2005).

As diferenças socioeconômicas e edafoclimáticas entre as regiões produtoras determinam o sistema de produção predominante e suas peculiaridades (BOLONHEZI, et al.,

2005). O Estado de São Paulo concentra a maior produção brasileira de amendoim, correspondendo a 70% da área nacional e 76% da produção, safra 2006/2007. Já a produção nordestina, representa 10,2% e 4,8%, respectivamente, sendo a Bahia o seu principal produtor (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2007).

A produção do amendoim é destinada, sobretudo, para o consumo *in natura*, indústria de confeitos, e o restante para indústria oleoquímica. Sua importância é ressaltada pelo seu valor nutricional, pois possui um elevado teor calórico, e as proteínas, ricas em aminoácidos essenciais à nutrição, compõem entre 21% e 36% do peso do grão (FREITAS e MARGARIDO, 2003). Entretanto, caso não haja conservação adequada dos grãos armazenados, estes podem ser afetados por fatores físicos (temperatura, umidade e danos mecânicos) e biológicos (microorganismos, insetos, ácaros). Dentre estes, o teor de umidade exerce função importante, pois grãos com elevado teor de umidade propiciam o desenvolvimento de microrganismos, insetos e ácaros (PUZZI, 2000). Normalmente, o amendoim no ponto de colheita apresenta entre 35 e 40% de umidade, necessitando reduzir esse teor, de maneira a não prejudicar a qualidade do produto. A contaminação por aflatoxina (B1, B2, G1 e G2), causada pelos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, ocorre principalmente devido ao excesso de umidade nos grãos de amendoim antes de armazenar. É recomendado que sejam mantidos teores de umidade entre 8-10% para sementes e 10-12% para amendoim em casca (MORAES e MARIOTTO, 1985; BOLONHEZI, 2005).

Segundo Almeida et al. (1997) o armazenamento tem como função propiciar às sementes um ambiente em condições favoráveis, no qual as mudanças fisiológicas sejam mantidas, promovendo a conservação do vigor e a capacidade germinativa por um maior período de tempo. Azerêdo et al. (2005) constataram que sementes de amendoim extraídas dos frutos, acondicionadas em embalagem metálica e mantidas em ambiente não controlado, perdem acentuadamente o seu vigor após seis meses de armazenamento. Almeida et al. (1998)

verificaram que as condições ambientais, o tipo de recipiente e o tempo de armazenamento influenciam a germinação do amendoim, e que as sementes sem casca em condições de armazenamento são mais susceptíveis ao ataque por pragas.

2.2. Pragas de grãos armazenados

Durante o período de armazenamento, os grãos e seus derivados são atacados por um grande número de espécies de insetos-praga, que causa prejuízos elevados nesses produtos. As perdas quantitativas anuais causadas por essas pragas, são estimadas na ordem de 10% da produção mundial, o que equivale à quantidade de grãos necessária para alimentar 130 milhões de pessoas durante um ano de acordo com dados da FAO (Food and Agriculture Organization). Para o Brasil as perdas de grãos atingiram um índice de 10%, ou seja, cerca de 9,8 milhões de toneladas na safra 2000/2001 (INDICADORES AGROPECUÁRIOS, 2004).

Entre os insetos e ácaros associados a essa cultura e com potencial para alcançar o status de praga, são reconhecidos três principais grupos: os de hábito subterrâneo (pragas de solo), os que ocorrem infestando a parte aérea da planta e os que atacam os grãos armazenados. Neste último grupo são reconhecidas como principais pragas a traça das vagens – *Corcyra cephalonica* Stainton, 1865 e o gorgulho – *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (ALMEIDA, 2005).

As pragas de produtos armazenados são caracterizadas pela sua alta fecundidade e pelo elevado número de gerações que ocorre por ano, características essas que lhes permitem, a partir de uma pequena infestação inicial, atingir densidades populacionais elevadas, capazes de provocar grandes prejuízos, num período de tempo relativamente curto (ALMEIDA, 1989). De acordo com Gallo et al. (2002), os insetos encontrados nos produtos armazenados podem ser classificados, segundo seus hábitos alimentares, em três grupos: Pragas primárias,

as quais são capazes de atacar os grãos íntegros e sadios; pragas secundárias, as quais não atacam os grãos íntegros, alimentando-se de grãos previamente danificados pelos insetos primários, acidentalmente quebrados ou trincados, com defeitos na casca e que apresentam infecção fúngica; e pragas associadas, que não atacam os grãos, alimentando-se apenas dos detritos e fungos. O *T. castaneum* e *A. diaperinus* enquadram-se ao grupo das secundárias.

2.2.1. *Tribolium castaneum*

A espécie *T. castaneum* Herbest, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae) é considerada cosmopolita (PACHECO e PAULA, 1995) e sua presença geralmente é um sinal de que os grãos estão infestados por pragas primárias, entretanto, se as condições de armazenamento forem favoráveis ao seu desenvolvimento podem causar prejuízos ainda maiores que os resultantes do ataque das pragas que permitiram sua instalação (TREMATERRA, 2000).

Este tenebrionídeo é uma importante praga no armazenamento de cereais, atacando preferencialmente o embrião. Além de amendoim, ataca arroz, aveia, café, cacau, soja, frutos secos, nozes, especiarias, ervilhas, feijões, lentilhas, milho, soja, sorgo e trigo. Alimenta-se de todos os tipos de cereais moídos como farelos, rações, farinhas, fubá e também chocolates e raízes de gengibre (SILVA et al., 1968; PACHECO e PAULA, 1995; ALMEIDA et al., 1998; GALLO et al., 2002).

O período de desenvolvimento de *T. castaneum* varia grandemente dependendo da temperatura, tipo de alimento e umidade, sendo que sob condições favoráveis de temperatura o ciclo de ovo a adulto pode ser completado com temperaturas na faixa de 20 a 42°C. Sob condições ótimas (35 a 37°C e acima de 70% de UR), o desenvolvimento ocorre em 20 dias, enquanto a 22°C e 70% UR, leva cerca de 75 dias. A 34°C e 72% UR, o ciclo é completado em 22 dias. Sob condições favoráveis as fêmeas depositam 400 ou até mais de 1000 ovos, os

quais possuem forma oblonga e são esbranquiçados ou incolores. São cobertos por um fluido pegajoso que acumula farinha ou partículas de poeira, ficando de difícil visualização (EVANS, 1981).

As larvas passam por cinco a doze ecdises, apresentando em média sete a oito mudas (PACHECO e PAULA, 1995). As pupas são amareladas no início da fase e marrons no final, podendo ser encontradas soltas entre os substratos, em fendas e rachaduras das estruturas de armazenagem e nos maquinários (EVANS, 1981).

Os adultos vivem geralmente de 9 a 14 meses, podendo atingir até 4 anos. São achatados, com 3,0 a 4,0 mm de comprimento e cor castanho-avermalhada uniforme (EVANS, 1981; GALLO et al., 2002).

O canibalismo e a predação desempenham papéis importantes na nutrição de *T. castaneum*. Os ovos e as pupas são frequentemente atacados pelos adultos e larvas, limitando a população (PACHECO e PAULA, 1995).

2.2.2. *Alphitobius diaperinus*

O gênero *Alphitobius* (Coleoptera: Tenebrionidae), conhecido vulgarmente no Brasil como “cascudinho”, é uma praga cosmopolita comumente encontrada em grãos armazenados (FRANCISCO e PRADO, 2001). Os danos provocados por esse inseto estão relacionados ao aquecimento da massa de grãos e ao surgimento de patógenos (PUZZI, 2000). Dentre as espécies que atacam os produtos armazenados pode-se citar o *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) e o *Alphitobius laevigatus* (Fabr., 1781), destacando-se o primeiro entre os principais insetos-praga estudados.

A. diaperinus é uma praga secundária de grãos e se alimenta de produtos cereais e de ração animal. Considerada mundialmente como uma das principais pragas da avicultura

moderna, foi introduzida em sistemas de produção animal, provavelmente, por meio de ração contaminada, dispersando-se e adaptando-se rapidamente às condições dos aviários (PACHECO e PAULA, 1995; SILVA et al., 2001; BICHO et al., 2005; CAMARGO NETO et al., 2006).

Em grãos armazenados, a condição ideal para o desenvolvimento de *A. diaperinus* é de 33°C e 95% UR. A 32°C o ciclo de vida, que corresponde ao período de oviposição até a fase adulta, é completado em 46 dias, sendo que 60% dos estágios imaturos atingem a fase adulta. A 16°C o desenvolvimento ocorre em 92 dias e a sobrevivência é reduzida a cerca de 27% (EVANS, 1981). Em laboratório, alimentados com ração comercial para coelhos (27°C e 80% UR), o ciclo biológico é completado em 55 dias. Nessas condições, o período de pré-oviposição é de três dias e o período de incubação é de 5 dias. Os ovos são depositados entre as ranhuras da ração para facilitar a primeira alimentação das larvas e para proteção, pois não possuem suficiente quitinização, tornando-as vulneráveis às adversidades do meio (SILVA et al., 2005a).

As larvas possuem formato cilíndrico e com o decorrer do desenvolvimento a coloração varia de branca a marrom, passando por de oito a onze estágios (EVANS, 1981). Sob condições de temperatura constante (27°C e 80% UR), o período larval tem duração de 38 dias com 8 estágios, com mortalidade de 40% nos primeiros 15 dias após a eclosão. As pupas apresentam coloração esbranquiçada e forma que lembra a do adulto com contorno dos olhos e asas. O período pupal é de 5 dias com taxa de sobrevivência de 100%. Os adultos apresentam coloração branca e sem quitinização, a qual é adquirida em 4 dias, passando a coloração marrom-avermelhada (SILVA et al., 2005a).

2.3. Controle de pragas de grãos armazenados

O controle de insetos-praga de grãos armazenados tem sido realizado em larga escala por meio de produtos químicos (COELHO et al., 2000). A alta capacidade reprodutiva aliada ao poder de infestação cruzada e a grande capacidade de destruição dos insetos que atacam os grãos, justificam o uso destes produtos que determinam a mortalidade total das pragas, inclusive das formas jovens, e o controle preventivo mesmo quando aparentemente não haja infestações no produto armazenado (CAMPOS, 2005).

A fumigação e o expurgo são as principais medidas de controle adotadas com o intuito de eliminar as pragas dos grãos e produtos armazenados em todas suas fases, através de inseticidas voláteis, procurando atingir 100% de eficiência, não conferindo imunidade aos grãos (PUZZI, 2000; GALLO et al., 2002; CAMPOS, 2005). Entretanto, seu uso indiscriminado tem levado ao desenvolvimento da resistência em pragas, devido à alta frequência de aplicações de dosagens incorretas em períodos de exposição inadequados e em ambientes não herméticos. Esta resistência leva ao uso de dosagens cada vez mais elevadas, ao aumento de tempo de exposição, aos níveis inaceitáveis de resíduos, à possibilidade de intoxicação dos operadores e, conseqüentemente o aumento de custos sociais, ambientais e de produção (COELHO et al., 2000).

Relatos sobre o surgimento de mecanismos de resistência a tratamentos químicos em várias espécies de insetos têm sido cada vez mais constantes (MARTINAZZO et al., 2000). Pacheco et al. (1990) constataram a resistência a fosfina em populações de *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763), *Rhyzopertha dominica* (Fabr., 1792), *Cryptolestes* sp. e *T. castaneum*. Mills e Athié (2000) constataram o efeito da fumigação com fosfina em estádios imaturos de *S. oryzae* resistentes e suscetíveis em trigo e detectou que houve maior tolerância das pupas, possivelmente devido a um incremento do(s) mecanismo(s) de resistência (genes de

resistência) ou devido a mecanismos adicionais, como a elevada frequência de espécies homozigóticas. Athié et al. (2001) também verificaram resistência à fosfina em populações de *R. dominica* e *T. castaneum*.

Segundo Beckel et al. (2004) o comportamento *R. dominica* em superfície tratada com deltametrina é alterado em função do nível de resistência ao inseticida. Lambkin e Rice (2006) verificaram a resistência ao piretróide ciflutrina por populações de *A. diaperinus*, tendo o grau de resistência correlação positiva com o número de aplicações do inseticida.

Além do uso inadequado de medidas de controle de pragas que ocasionam as maiores perdas, a exemplo dos produtos químicos, grande parte das safras agrícolas de grãos se perde anualmente, devido às falhas de colheita no transporte e no armazenamento (CAMPOS, 2005).

O conhecimento desses prejuízos face as diversas causas acima citadas e principalmente as provenientes do uso indiscriminado dos produtos químicos, além da preocupação dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos, têm incentivado estudos relacionados a novos métodos de controle de pragas. Uma alternativa para o controle de insetos-praga de grãos é o uso de plantas inseticidas, considerado o método mais estudado em todo o mundo para o controle de pragas de produtos armazenados (PROCÓPIO et al, 2003).

2.4. Plantas inseticidas

A utilização de plantas inseticidas para o controle de pragas não é uma técnica recente, sendo seu uso bastante comum em países tropicais antes do advento dos inseticidas sintéticos (GALLO et al., 2002) Os primeiros inseticidas botânicos utilizados foram a nicotina extraída de *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), a rianodina extraída de *Ryania speciosa* (Flacuortiaceae), a sabadina e outros alcalóides extraídos de *Schoenocaulon officinale*

(Liliaceae), as piretrinas extraídas do piretro *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) e a rotenona extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae) (LAGUNES e RODRÍGUEZ, 1992).

Até a descoberta dos inseticidas organossintéticos, na primeira metade do século passado, as substâncias extraídas de vegetais eram amplamente utilizadas no controle de insetos. As variações na eficiência do controle, devido às diferenças na concentração do ingrediente ativo entre plantas e, principalmente, o baixo efeito residual, que apontava à necessidade de várias aplicações em períodos curtos, fez com que os inseticidas vegetais fossem gradativamente substituídos pelos sintéticos (COSTA et al., 2004). Com os problemas advindos do uso indiscriminado dos produtos sintéticos, houve a necessidade da utilização de novos compostos que controlassem os insetos-praga, minimizando problemas como o aparecimento de insetos resistentes, contaminação ambiental, resíduos nos alimentos, intoxicação de aplicadores e efeitos prejudiciais a organismos benéficos (HERNÁNDEZ e VENDRAMIM, 1997; ROEL, 2001). Para vários autores, os inseticidas vegetais podem suprir essa necessidade, pois ao contrário de muitos inseticidas sintéticos, os bioinseticidas são rapidamente biodegradados, sendo por isso menos danosos ao meio ambiente (FREEDMAN et al, 1979; DANTAS, 1993; VENDRAMIN, 2000).

As pesquisas com plantas inseticidas são realizadas, basicamente, com o objetivo de se descobrir moléculas com atividade contra insetos que permitam a síntese de novos produtos inseticidas e a obtenção de inseticidas naturais para o uso direto no controle de insetos-praga (VENDRAMIM, 2000).

Mais de 400 espécies de plantas com atividade inseticida pertencentes a diversas famílias botânicas têm sido descobertas e dentre estas muitas tem sido testadas em sementes e grãos armazenados (BOEKE et al., 2001). As famílias Meliaceae, Asteraceae, Labiaceae, Aristolochiaceae e Annonaceae são citadas como principais fontes de princípios ativos

inseticidas. Dentre tais famílias, a Meliaceae tem sido bastante investigada por apresentar muitas espécies como fonte de compostos inseticidas com diferentes modos de ação, sobre várias espécies de insetos (SCHMUTTERER, 1988). Dentre as espécies de meliáceas destacam-se *Azadirachta indica* A. Juss, comumente denominada nim ou nime, e *Melia azedarach*, conhecida popularmente por cinamomo, pára-raios ou santa-bárbara (VENDRAMIN, 1997), sendo, a primeira, considerada uma das mais eficientes plantas inseticidas já estudadas (SCHMUTTERER, 1988; KOUL et al., 1990). Apesar de menos pesquisadas, algumas meliáceas pertencentes ao gênero *Trichilia* também são bastante promissoras como fonte de inseticidas botânicos (RODRÍGUEZ e LAGUNES, 1992).

O potencial inseticida das plantas contra insetos-praga, é devido a estas serem possuidoras de substâncias com diferentes estruturas químicas e com diversas atividades contra insetos, como ação tóxica, repelente, fagoinibidora, ovicida e de esterilidade, além de afetar o sistema hormonal dos insetos (HILL, 1990; VIEIRA et al, 2001). As principais classes de substâncias inseticidas, presentes em plantas, já conhecidas são o grupo dos rotenóides, piretróides, alcalóides, terpenóides, furanocumarinas e cromenos (VIEIRA et al, 2001).

Uma das vantagens das substâncias presentes nesses grupos em relação aos materiais sintéticos usualmente utilizados, é que elas são menos concentradas e derivadas de recursos renováveis. Portanto, para um melhor entendimento dos processos naturais de controle de organismos prejudiciais à produção agrícola, inclui a investigação sobre extratos de plantas com efeito inseticida que podem trazer benefícios importantes ao agricultor como a obtenção de produtos de baixo custo e de fácil acesso e manuseio, constituindo-se em um importante passo rumo a sustentabilidade da agricultura (ALMEIDA et al., 2005a).

Os inseticidas botânicos, além de apresentarem eficiência, são de fácil utilização e obtenção, e minimizam os problemas apresentados pelos produtos químicos, constituindo-se

em um importante método de controle a ser adotado principalmente pelos pequenos agricultores (PROCÓPIO et al, 2003). No controle de pragas de grãos armazenados, esses produtos são promissores principalmente devido à possibilidade de se controlar as condições ambientais no interior das instalações de armazenamento, propiciando a maximização da atividade inseticida. Nesses locais, os produtos podem ser empregados na forma de pós, extratos e óleos (TAVARES e VENDRAMIN, 2005) e possuem, a exemplo da *Azadirachta indica*, ação repelente, antialimentar, reguladora de crescimento e inseticida, além de acaricida, fungicida e nematocida (ALMEIDA et al., 2005b).

Estudando plantas com atividade inseticida para o controle do *Sitophilus zeamais* em sementes de milho, Almeida et al. (2005b) verificaram que a mortalidade dos insetos está relacionada com o tipo de extrato, os métodos de aplicação e com a dose aplicada. Almeida et al. (1999) constataram que adultos de *Sitophilus* spp. foram controlados por extratos de pimenta do reino a 100% de concentração, aplicados na forma de vapor.

Williams e Mansingh (1993) testaram o potencial inseticida de extratos etanólicos de folhas de 60 plantas pertencentes a 32 famílias e 52 gêneros, em relação a adultos de *T. confusum*, e observaram que 13 extratos atingiram índices de mortalidade variáveis entre 53 e 100%.

Almeida et al., (2005a) constataram que os extratos de *Calopogonium caeruleum* e *Piper nigrum*, na dose de 3,0 e 6,0 mL, mostraram-se eficientes com efeitos ovicidas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). Arruda e Batista (1998) em estudos com essa mesma praga, também constataram que os tratamentos com óleos vegetais demonstraram ser bastante eficientes como ovicida e/ou larvicida, sendo o óleo de girassol limitante para a emergência do inseto.

Tavares e Vendramim (2005), concluíram que pós de frutos e da planta inteira (com frutos) de *Chenopodium ambrosioides* apresentam efeito altamente tóxico ao gorgulho-do-

milho, *Sitophilus zeamais*, além de reduzirem a emergência dos adultos. Procópio et al. (2003) estudando a bioatividade de pós de origem vegetal em relação a essa mesma praga, observaram que plantas das espécies *Eucalyptus citriodora* e *Capsicum frutescens* apresentaram efeito repelente e a espécie *Chenopodium ambrosioides* provocou mortalidade total dos insetos, impedindo a emergência de novos adultos. Silva et al. (2005b), também verificaram que extratos de *Chenopodium ambrosioides* L. e *Peumus boldus* Mol. foram eficazes no controle de *Sitophilus zeamais*.

A canela *Cinnamomum zeylanicum* demonstrou ter efeito repelente sobre *Zabrotes subfasciatus*, em testes feitos em laboratório por Oliveira et al. (2000). Oliveira e Vendramim (1999) comprovaram a repelência dos óleos de folhas de canela, louro e de sementes de nim sobre *Z. subfasciatus*.

Jbilou et al. (2006) verificaram que extratos de metanol de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae), *Ajuga iva* (Labiatae), *Aristolochia baetica* (Aristolochiaceae) e *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae), possuem princípios tóxicos com efeito inseticida significativo e podem ser protetor de grãos contra *T. castaneum*.

Al-Moajel (2004), testou pós de 11 diferentes espécies de plantas quanto à sua eficácia em adultos e larvas de *Trogoderma granarium* criadas em grãos de trigo em condições de laboratório e verificou que os pós de *Capsicum frutescens* e *Lawsonia inermis* apresentaram efeito significativo sobre a mortalidade dos adultos e larvas e reduziram significativamente a geração F1 dos insetos.

2.5. Uso de *Azadirachta indica* no controle de pragas de sementes e grãos

A planta de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) tem seu centro de origem no sudeste da Ásia e devido a sua adaptação é muito comum na África tropical e subtropical, sendo

encontrada também na Austrália e América (VIANA e PRATES, 2003). É bastante resistente à seca podendo desenvolver-se em qualquer solo, tendo preferência pelos arenosos profundos. Suas propriedades são aplicadas em diversos campos, assim como o da medicina, indústria de cosméticos, reflorestamento, construção civil e, especialmente, no controle de pragas agrícolas.

Como inseticida natural, o nim possui mais de 30 substâncias que atuam no combate aos insetos praga. O composto de maior atividade inseticida é a azadiractina, encontrada em todas as partes da planta, tais como cascas, folhas, sementes e frutos, onde apresenta nesta última maior concentração (BRUNETON, 1995). Os compostos extraídos dessa planta controlam mais de 400 espécies, incluindo insetos, nematóides, fungos, bactérias e mesmo algumas viroses (NATIONAL RESEACH COUNCIL, 1992).

ALMEIDA et al. (2005a) estudando efeitos de extratos vegetais em *Callosobruchus maculatus* constatou que o nim foi um dos mais eficientes causando 100% de mortalidade dos insetos. Lale e Abdulrahman (1999) observaram que o óleo de sementes de nim reduziu a oviposição e a emergência de adultos de *C. maculatus*. Ahmed et al. (2001) também observaram que o óleo de nim teve efeitos significativos no comportamento de acasalamento de *Callosobruchus chinensis*, reduzindo significativamente a frequência e duração da copulação, o que conduz a uma menor taxa de fecundidade e menor emergência. Maredia et al. (1992) verificaram alterações sobre a sobrevivência de adultos de *S. zeamais* expostos ao pó e ao óleo de sementes de nim.

Óleos essenciais de sementes de nim foram testados por Oliveira e Vendramin (1999), tendo exercido ação repelente significativa acima de 70% sobre *Z. Subfasciatus*. Sobre esta mesma espécie, Barbosa et al. (2002) estudaram os efeitos do óleo de nim e observaram menor número de ovos depositados e de adultos emergidos e redução de danos, não se

verificando diferença na porcentagem de sementes danificadas entre o malathion e o óleo de nim.

Saheyyaraj e Paulraj (2000) comprovaram a atividade de repelência de *A. indica* estudando o comportamento do *T. castaneum*. Por outro lado, Azevedo et al. (2007a), verificaram que o pó de folhas de nim não afetou o desenvolvimento deste mesmo inseto em sementes de amendoim armazenadas.

Tabassum et al. (1998), constataram que adultos de *A. diaperinus* apresentaram efeito inibidor na atividade de transaminases quando tratados com formulação de nim. Azevedo et al. (2007b), avaliaram o efeito da formulação comercial Neemseto (40%) sobre *Alphitobius* sp. e constataram influência do produto na proteção das sementes de amendoim contra este inseto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Pré-Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, no período de março a dezembro de 2007, sob condições de temperatura e umidade ambiente, registradas através de termohigrógrafo (marca Thies Gottingen).

3.1. Criação de manutenção dos insetos

As criações de populações de *Tribolium castaneum* (Figura 1) e de *Alphitobius diaperinus* (Figura 2) foram desenvolvidas a partir de indivíduos coletados em amendoim colhido em Barbalha, CE. As espécies acima citadas foram mantidas separadamente, criadas sob condições ambientais e multiplicadas em recipientes plásticos, com 18,0 cm de comprimento, 13,0 cm de largura e 5,0 cm de altura, sendo a tampa revestida com tecido tipo *voil* (Figuras 3 e 4). Para a alimentação dos insetos foram utilizadas sementes de amendoim



Figura 1. *Tribolium castaneum* (Herbest)

Fonte: Foto de R. P. de Almeida



Figura 2. *Alphitobius diaperinus* (Panzer)

Fonte: Foto de R. P. de Almeida

Figura 3. Criação de *Tribolium castaneum*

Fonte: Foto de R. P. de Almeida

Figura 4. Criação de *Alphitobius diaperinus*

Fonte: Foto de R. P. de Almeida

cultivar BRS Havana, provenientes do campo experimental em Mogeiro, PB, e armazenados na Estação Experimental da Embrapa Algodão em Patos, PB.

Os recipientes de criação foram infestados com 50 indivíduos adultos. A cada sete dias do início da infestação, os insetos foram removidos para outro recipiente plástico com auxílio de uma peneira de 4 mesh, deixando-se apenas as sementes ovipositadas até a emergência de adultos F1.

3.2. Bioensaios com *T. castaneum* e *Alphitobius diaperinus*

Na figura 5 estão apresentadas as etapas empregadas para preparação e condução dos bioensaios. Sementes de amendoim, cultivar BRS havana, foram selecionadas, para a obtenção de sementes íntegras, e tratadas com óleo de nim. O tratamento consistiu na mistura das sementes com o produto em saco plástico por meio de agitação manual por um período de um minuto. As sementes tratadas foram mantidas em bandejas em condições ambientais durante um período de 24 horas. Após esse período foram feitas pesagens de 50g de sementes, sendo estas armazenadas em recipientes plásticos e infestadas com insetos adultos não sexados. O produto utilizado nos bioensaios (óleo de sementes de nim) foi fornecido pela Empresa Cruangi Neem do Brasil Ltda.

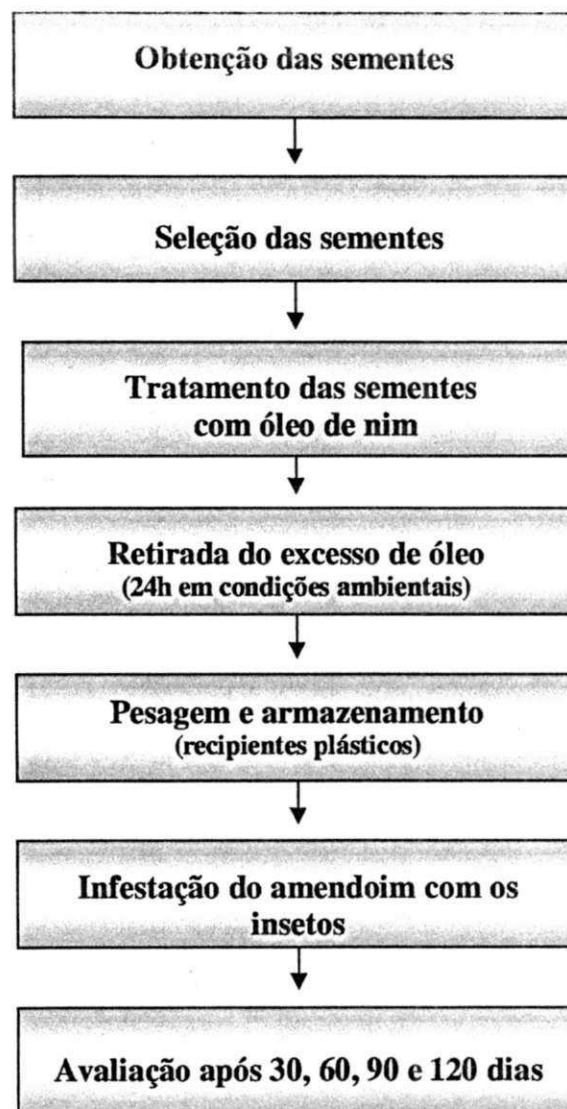


Figura 5. Seqüência das etapas empregadas na preparação e realização dos bioensaios.

O bioensaio com *T. castaneum* foi realizado em ambiente não climatizado a uma temperatura de $23,79 \pm 1,08^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar de $79,72 \pm 8,15\%$. As concentrações do óleo de nim utilizadas foram de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% (volume/massa de semente), sendo utilizados recipientes com 6,0 cm de altura e 9,0 cm de diâmetro (Figura 6), com 10 insetos na fase adulta de *T. castaneum* com idade desconhecida.

No bioensaio com *A. diaperinus* a temperatura ambiente foi de $24,63 \pm 1,22^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar foi de $74,81 \pm 5,63\%$. As concentrações do óleo de nim utilizadas

foram 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% (volume/massa de semente). Utilizou-se recipiente com 8,0 cm de altura e 11,0 cm de diâmetro e 20 insetos na fase adulta de *A. diaperinus* (Figura 7) com idade de até 30 dias da emergência.



Figura 6. Bioensaio com *T. castaneum*

Fonte: Foto de R. P. de Almeida



Figura 7. Bioensaio com *A. diaperinus*

Fonte: Foto de R. P. de Almeida

Para os bioensaios com *T. castaneum* e *A. diaperinus* foram utilizados cinco tratamentos e quatro repetições. Para a avaliação da atividade inseticida do produto, a mortalidade e a sobrevivência dos insetos foram analisadas em quatro períodos de

armazenamento (30, 60, 90 e 120 dias), pela contagem direta do número de insetos. Em cada bioensaio foram utilizados 80 recipientes, sendo 20 avaliados por período de armazenamento. Outras variáveis avaliadas foram: o número de descendentes nos diferentes estágios de desenvolvimento do inseto (larvas, pupas e adultos) e o número de sementes de amendoim perfuradas. Para análise da mortalidade, descendência e percentual de sementes perfuradas foram consideradas como tratamentos as cinco concentrações testadas, avaliando-as separadamente, em cada período de armazenamento. Esta última variável foi ainda avaliada considerando-se os períodos de armazenamento, ou seja, com quatro tratamentos.

3.3. Análise estatística dos dados

Para determinar o melhor método estatístico a ser empregado para os bioensaios conduzidos neste estudo, foi realizada análise de distribuição da normalidade dos dados. Esta avaliação objetivou definir que teste, paramétrico ou não-paramétrico, é o mais apropriado para a situação em questão (VIEIRA, 1999; VIEIRA, 2004). Os testes utilizados para determinar a normalidade dos dados e a homogeneidade das variáveis foram, respectivamente, Shapiro Wilks e Levene (VIEIRA, 1999), que verificou desvios de normalidade na variável mortalidade, número de descendentes (larvas, pupa, adultos) e sementes perfuradas.

Em função dos desvios de normalidade obtidos foram adotados testes não-paramétricos, aplicando-se a análise de variância pelo teste de Friedman ($P \leq 0,05$). A comparação de médias foi avaliada pelo teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$). Os testes de Friedman e Student Newman Keuls foram realizados através do software SPSS v 13.0. As variáveis analisadas foram: número de insetos mortos, número de descendentes (larvas, pupas e adultos) e número de sementes perfuradas. Para esta última variável os dados foram

analisados obtendo-se a proporção do número de sementes perfuradas em relação ao total de sementes em cada repetição.

Para a avaliação de mortalidade dos adultos em função das concentrações do óleo de nim, utilizou-se a proporção do número de insetos mortos pelo número de insetos no final de cada período de armazenamento avaliado. A eficiência do produto foi calculada pelo método de Henderson e Tilton (1955).

A flutuação dos dados para o percentual de sementes perfuradas, número de larvas, pupas e adultos descendentes foram representados em gráficos gerados pela planilha do programa Microsoft Office Excel 2003.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Bioensaio com *T. castaneum*

O efeito do óleo de sementes de nim sobre a mortalidade de *T. castaneum*, é apresentado na Tabela 1. Através desta tabela podem-se verificar os valores médios de mortalidade nos quatro períodos de armazenamento e as correspondentes eficiências do óleo de nim corrigidas pela fórmula de Henderson e Tilton (1955). Nos quatro períodos avaliados os valores médios de mortalidade não foram superiores a 37,5%, demonstrando a pouca eficiência do produto sobre os insetos adultos. Aos 30 dias a concentração de 2,0% foi a mais efetiva, diferindo estatisticamente tanto da testemunha como das demais concentrações do óleo de nim avaliadas, obtendo-se eficiência de 37,5%. Aos 60 dias do armazenamento, a concentração mais efetiva foi a de 1,0%, com 32,5% de eficiência, diferindo estatisticamente apenas da testemunha. Para 90 e 120 dias, não houve diferença estatística entre as concentrações testadas, obtendo-se P-valor de 0,339 e de 0,422, respectivamente. Para estes dois períodos, as maiores eficiências do óleo de nim sobre *T. castaneum* não foram superiores a 10,37 e 8,47%, respectivamente.

Verificou-se neste estudo que o óleo de sementes de nim conferiu baixa eficiência quanto à mortalidade de *T. castaneum*. Azevedo et al. (2007a) estudaram o efeito do pó de folhas de nim, nas concentrações de 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% e verificaram que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para a mortalidade dessa espécie nos períodos de 30 e 60 dias de armazenamento.

Tabela 1. Médias¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) de mortalidade de *T. castaneum* alimentados com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim e eficiência de Henderson e Tilton².

Concentrações (%)	30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120 DIAS	
	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E
0,0	0,00 \pm 0,00 a	-	0,00 \pm 0,00 b	-	2,08 \pm 2,08 a	-	16,93 \pm 2,96 a	-
0,5	0,00 \pm 0,00 a	0,00	17,50 \pm 6,29 ab	17,50	12,50 \pm 9,46 a	10,07	9,16 \pm 3,43 a	0,00
1,0	0,00 \pm 0,00 a	0,00	32,50 \pm 4,78 a	32,50	7,50 \pm 4,78 a	5,57	24,31 \pm 2,55 a	8,47
1,5	0,00 \pm 0,00 a	0,00	12,50 \pm 2,51 ab	12,50	12,50 \pm 6,29 a	10,37	17,50 \pm 10,30 a	0,00
2,0	37,50 \pm 16,52 b	37,50	20,00 \pm 13,50 ab	20,00	10,00 \pm 0,00 a	8,13	17,50 \pm 10,30 a	0,00
X ² de Friedman	10,667	-	9,946	-	4,529	-	3,884	-
P – Valor	0,031*	-	0,041*	-	0,339	-	0,422	-

*Significativo (P \leq 0,05)

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls (P \leq 0,05), analisadas através dos dados de proporção de mortalidade.

²%E – Eficiência de Henderson e Tilton (1955)

Sahayaraj e Paulraj (2000) estudando as propriedades inseticidas e repelentes de extratos de folha de *A. indica*, nas concentrações de 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 6,0% constaram que, após um período de 7 dias, esse extrato não causou mortalidade sobre *T. castaneum* em sementes de amendoim. No entanto, relataram que houve efeito repelente contra esta espécie, sugerindo seu uso para proteção das sementes de amendoim armazenadas.

Procópio et al. (2003) testaram pós de frutos de *A. indica*, *Capsicum frutescens*, *Chenopodium ambrosioides*, contra *S. zeamais* em milho e constataram mortalidade dos adultos do gorgulho, respectivamente de 6,67, 4,17 e 100% após 10 dias do contato com os pós vegetais.

Outros vegetais com propriedades inseticidas, utilizados na forma de extratos de metanol sobre *T. castaneum*, a exemplo de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae), *Ajuga ivã* (Labiatae), *Aristolochia baetica* (Aristolochiaceae) e *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae), foram testados por Jbilou et al. (2006) que determinaram, respectivamente, 92%, 45%, 32% e 15% de mortalidade, após 32 dias do tratamento.

Em relação ao número de descendentes, observou-se que aos 30 e 60 dias do armazenamento (Tabelas 2 e 3), houve diferença significativa entre o número de larvas na testemunha e nas demais concentrações testadas, indicando o efeito do nim sobre a reprodução das fêmeas de *T. castaneum*. Apesar da grande diferença na quantidade de descendentes (larvas) entre as concentrações do óleo de nim estudadas, aos 30 dias do armazenamento, não se verificou diferenças estatísticas entre elas. A constatação do número médio de larvas superior na concentração a 2%, em relação aos outros tratamentos com óleo de nim, pode ser devido ao fato dos insetos, ao serem submetidos a mais alta concentração do produto, ter ovipositado uma maior carga de ovos em função do instinto de sobrevivência. Aos 60 dias não houve diferença estatística entre os tratamentos com óleo de nim. Nesses dois períodos avaliados não foi detectada a presença de pupas e adultos.

Tabela 2. Média¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *T. castaneum* avaliados aos 30 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.

Concentrações (%)	Descendentes		
	Larvas	Pupas	Adultos
0,0	6,500 \pm 2,843 a	-	-
0,5	0,000 \pm 0,000 b	-	-
1,0	0,500 \pm 0,500 b	-	-
1,5	0,000 \pm 0,000 b	-	-
2,0	3,750 \pm 1,652 b	-	-
χ^2 de Friedman	11,360	-	-
P – Valor	0,023*	-	-

*Significativo ($P \leq 0,05$)

¹Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Média¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *T. castaneum* avaliados aos de 60 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.

Concentrações (%)	Descendentes		
	Larvas	Pupas	Adultos
0,0	14,000 \pm 2,739 a	-	-
0,5	3,000 \pm 0,707 b	-	-
1,0	3,000 \pm 0,707 b	-	-
1,5	3,750 \pm 0,629 b	-	-
2,0	4,000 \pm 0,408 b	-	-
χ^2 de Friedman	10,085	-	-
P – Valor	0,039*	-	-

*Significativo ($P \leq 0,05$)

¹Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$).

Nos períodos de 90 e 120 dias do armazenamento houve diferença estatística significativa entre a testemunha e os demais tratamentos, verificando-se menor número de larvas para a testemunha (Tabelas 4 e 5). Este fato deve-se a redução do efeito do óleo de nim sobre os insetos após os dois primeiros períodos do armazenamento, havendo uma menor interferência do produto sobre a fecundidade das fêmeas. A capacidade de ovipositar apenas quando existem condições favoráveis a postura é relatada por Arruda e Batista (1998). Em

armazenamento os tratamentos com óleo de nim não diferiram entre si, quanto ao número de larvas. Entretanto, aos 120 dias o tratamento a 1,5% do óleo foi superior aos demais (Tabela 5). Esse efeito de regulador de crescimento e da metamorfose de insetos, afetando a biologia, oviposição, viabilidade dos ovos e causando deterrência alimentar, tem sido atribuído ao composto azadirachtina presente nos extratos de nim (MORDUE-LUNTZ e NISBET (2000); SCHMUTTERER, 1988).

Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto ao número de descendentes na fase de pupa aos 90 dias. O efeito do produto na emergência dos adultos descendentes neste período foi observado, verificando-se que o número de indivíduos na testemunha foi superior estatisticamente a todas as concentrações do óleo testadas (Tabela 4). Aos 120 dias, a testemunha diferiu estatisticamente apenas do tratamento a 2% de óleo de nim em relação ao número de pupas (Tabela 5). O número de descendentes adultos comportou-se semelhantemente aos 90 dias do armazenamento.

De modo geral, estes resultados sugerem que houve retardamento na biologia dos insetos descendentes quando submetidos à alimentação de sementes tratadas com óleo de nim, verificando-se a ação deterrente do óleo de nim sobre o *T. castaneum*. Utilizando-se dietas tratadas com extratos de *P. harmala* e *R. raphanistrum* em comparação a testemunha não tratada, Jbilou et al. (2006) verificaram que o período larval de *T. castaneum* foi significativamente mais longo que nas dietas tratadas (8,3 e 8,2 dias respectivamente) em comparação a duração do período larval na testemunha (7,1 dias). Além disso, estes autores verificaram que o extrato do *R. raphanistrum* reduziu significativamente a produção da geração F1 deste inseto, enquanto que extratos de *P. harmala*, de *A. iva* e de *A. baetica* inibiram completamente essa produção.

Através da avaliação do percentual de sementes perfuradas pode-se observar o efeito do óleo de nim sobre *T. castaneum* (Figura 8). Verificou-se que em todos os períodos

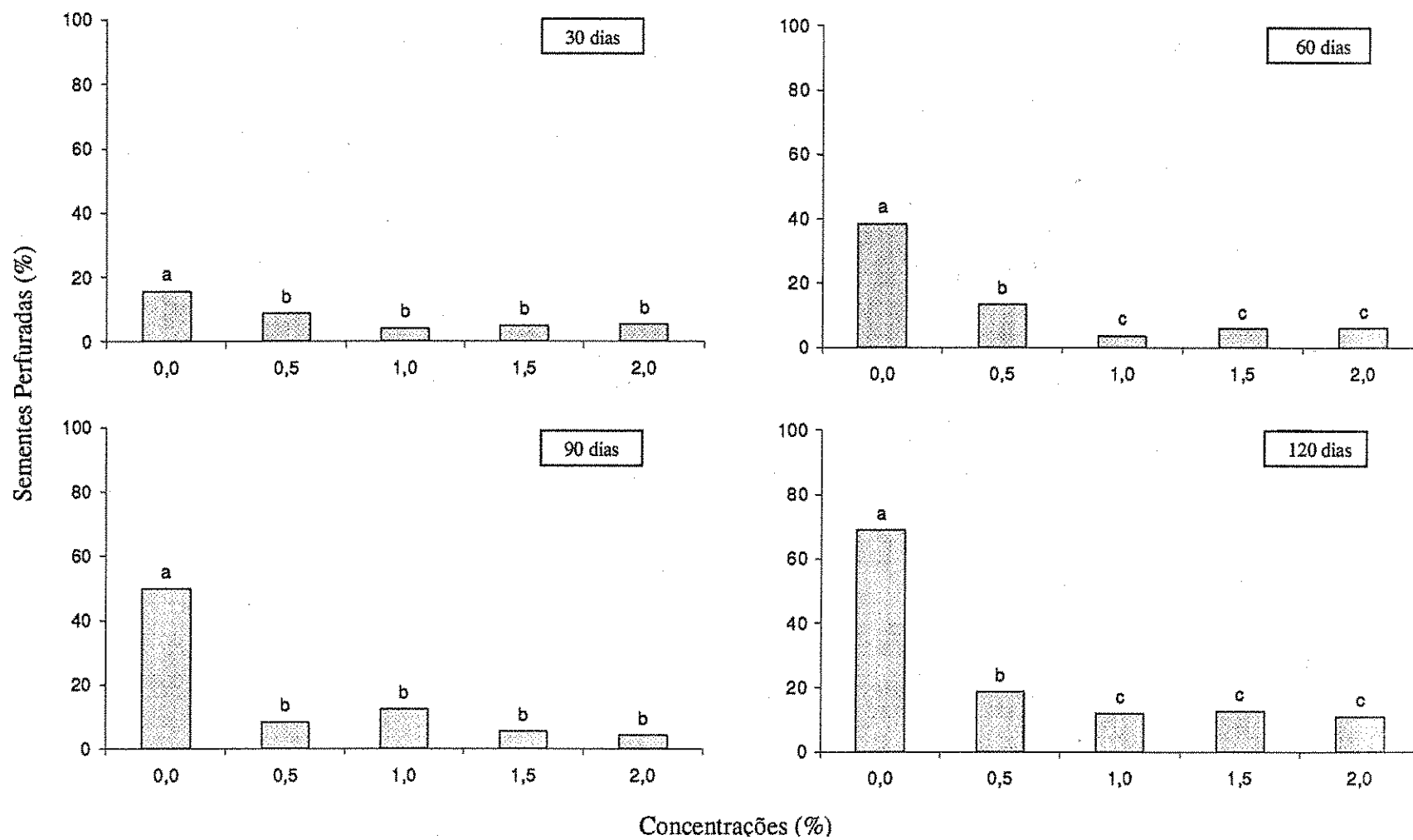


Figura 8. Média de percentuais de sementes perfuradas de amendoim por *T. castaneum*, tratadas com óleo de nim, em quatro períodos de armazenamento (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

estudados a testemunha diferiu estatisticamente dos tratamentos com o óleo de nim, com médias de percentuais de sementes perfuradas variando de 15,6 a 68,9%. Comparando-se os percentuais de sementes perfuradas da testemunha, nos períodos de 30, 60, 90 e 120 dias, com o maior percentual dos tratamentos com óleo de nim, verificou-se uma diferença de 6,9; 25,2; 37,5 e 50,2%, respectivamente. De modo geral as concentrações mais eficientes foram as de 1,0; 1,5 e 2,0%, proporcionando maior proteção às sementes de amendoim.

A eficiência que um produto deve ter na proteção de sementes e grãos a uma praga secundária, a exemplo de *T. castaneum*, deve estar associada aos danos provocados por pragas primárias e em função das condições de colheita (SILVA e FARONI, 1998). Estes autores verificaram que a colheita mecanizada de variedades de menor dureza de grãos de milho e previamente danificada por pragas primárias no campo, pode favorecer a infestação de *T. castaneum* durante o armazenamento. Em grãos de trigo, segundo Trematerra et al. (2000) os danos provocados por *R. Dominica* e *S. oryzae*, também favoreceram a infestação de *T. castaneum*.

A flutuação do número de descendentes de *T. castaneum* e o percentual de sementes perfuradas durante o período de armazenamento do amendoim estão representados nas figuras de 9 a 13. Pode-se verificar na testemunha (Figura 9) que com o aumento do período de armazenamento houve elevação do percentual de sementes perfuradas, detectando-se diferenças estatísticas significativas entre os períodos avaliados de 30, 60, 90 e 120 dias, com percentuais de 15,6; 38,5; 49,8 e 69,0%, respectivamente. Nesta condição, quanto maior o período de armazenamento, maior a infestação de insetos descendentes, proporcionando, dos 30 aos 120 dias do armazenamento, um acréscimo de 45% de sementes perfuradas. O maior pico da flutuação das larvas ocorreu aos 60 dias do armazenamento, após o qual houve redução em número. A partir deste período houve transformação de larvas em pupas e surgimento de adultos, concluindo-se o 1º ciclo biológico de *T. castaneum*.

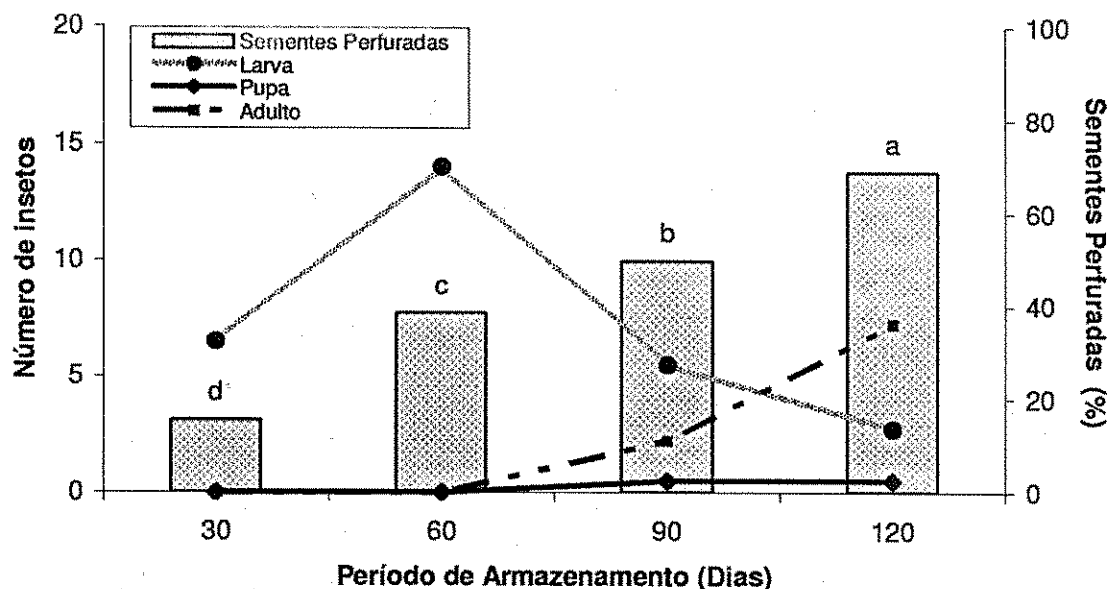


Figura 9. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *T. castaneum* e percentual de sementes perfuradas não tratadas com óleo de nim (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

Para as sementes tratadas com óleo de nim, observa-se que o ciclo biológico do *T. castaneum* foi afetado durante o período de armazenamento. Na concentração de 0,5% observou-se que o maior percentual de sementes perfuradas foi obtido aos 120 dias, com valor inferior a 20% (Figura 10). O fato deste percentual ser superior estatisticamente aos demais tratamentos, em que as sementes foram tratadas com nim, a uma menor concentração, pode ser atribuído ao valor acumulativo dos danos ocasionados nas sementes. Em relação à flutuação do número de descendentes verificou-se que, nesta concentração, aos 30 dias de armazenamento, não se observou presença de larvas. Aos 60 dias o número de larvas estava em ascensão, entretanto pupas e adultos não foram detectados. Aos 90 dias verificou-se o maior número de larvas, entretanto não interferindo no dano provocado na semente, já que os percentuais de sementes perfuradas não diferiram entre os períodos de 30, 60 e 90 dias, com valores não superiores a 13,3%. Este comportamento possivelmente ocorreu devido ao efeito do produto na reprodução dos adultos genitores sobre a alimentação dos mesmos e sobre as larvas, que tiveram prolongadas suas fases de desenvolvimento, com retardamento e redução

do número de pupas e adultos descendentes. Constatou-se ainda que aos 90 e 120 dias a média dos indivíduos descendentes (pupas e adultos) permaneceu similar, sugerindo que não houve transformação de larvas em pupas e estas em adultos. O contrário pode ser constatado na testemunha, sem tratamento com nim, em que aos 90 dias houve redução do número de larvas e ascensão do número de pupas e adultos (Figura 9).

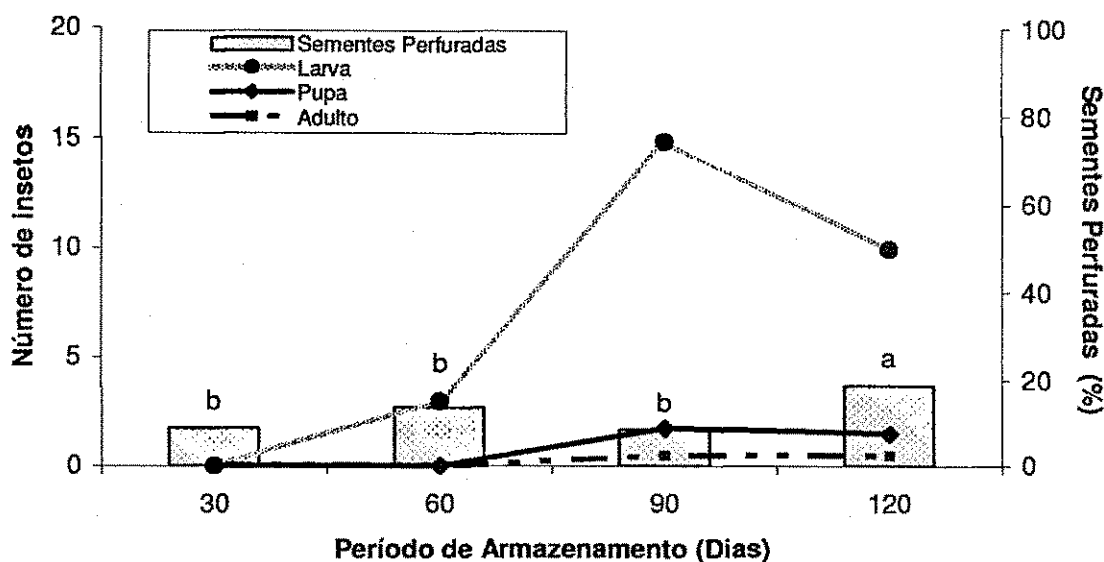


Figura 10. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *T. castaneum* e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 0,5% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

Na concentração a 1% verificou-se que os percentuais de sementes perfuradas nos períodos de 30 e 60 dias diferiram estatisticamente dos períodos de 90 e 120 dias, com valores de 3,7 e 4,1% e de 12,3 e 11,9%, respectivamente (Figura 11). O comportamento do número de descendentes de *T. castaneum* foi semelhante ao da concentração a 0,5%, entretanto, aos 90 dias não foi observada a presença de descendentes adultos. Isto é corroborado pelo aumento no número de larvas para o mesmo período, em consequência, possivelmente, de não sofrerem metamorfose ou atingirem apenas a fase de pupa, alongando, dessa forma, o período larval e pupal, além do possível surgimento de larvas recém eclodidas.

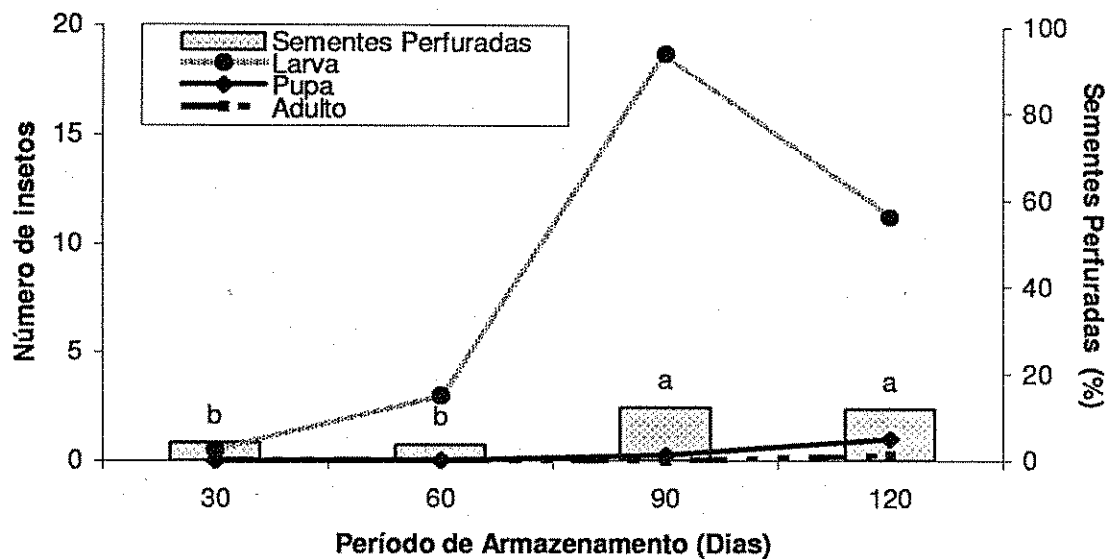


Figura 11. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *T. castaneum* e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 1,0% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

Sementes tratadas a 1,5% com óleo de nim, apresentaram descendentes com desenvolvimento biológico semelhante aos das concentrações anteriores. Entretanto, aos 120 dias do armazenamento ocorreu um aumento do número de larvas, diferentemente dos períodos anteriores (Figura 12). Isto se justifica pela ação do óleo de nim, verificando-se redução do número de pupas e adultos neste período, resultado de um menor número de larvas que sofreram metamorfose, alongando, dessa forma, o período larval de *T. castaneum*. Nesta concentração o percentual de sementes perfuradas, aos 120 dias (12,6%), foi estatisticamente superior aos demais períodos, caracterizando uma redução do efeito do óleo de nim após os 90 dias do armazenamento.

Nas sementes tratadas a 2,0% (Figura 13), os descendentes de *T. castaneum* tiveram comportamento similar aqueles dos períodos de 30 e 60 dias, em que houve um pico de produção de larvas aos 90 dias e em seguida uma redução aos 120 dias. Diferentemente das demais concentrações, verificou-se o aparecimento de larvas aos 30 dias, sugerido

anteriormente neste trabalho, ser devido ao instinto de sobrevivência dos insetos ao serem submetidos a maior concentração do óleo de nim.

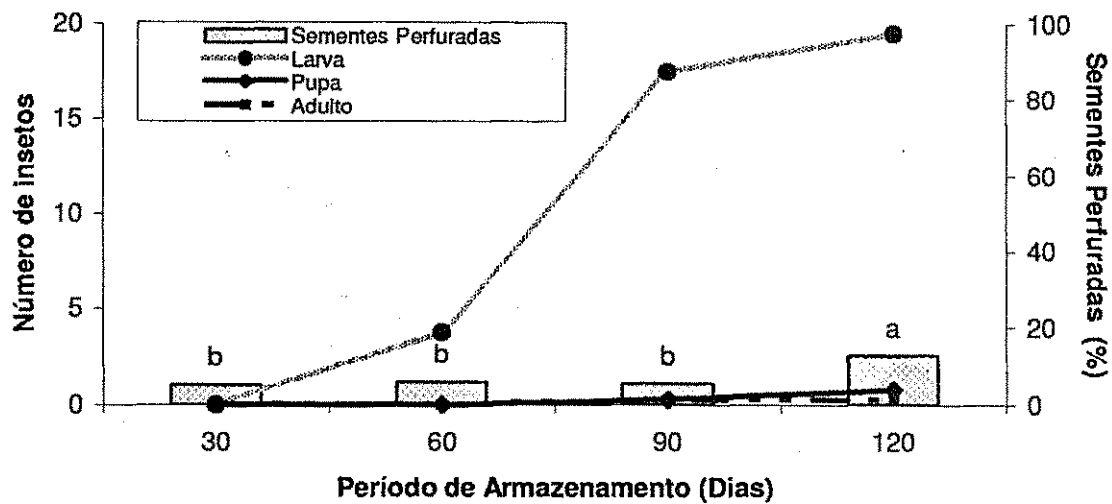


Figura 12. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *T. castaneum* e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 1,5% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

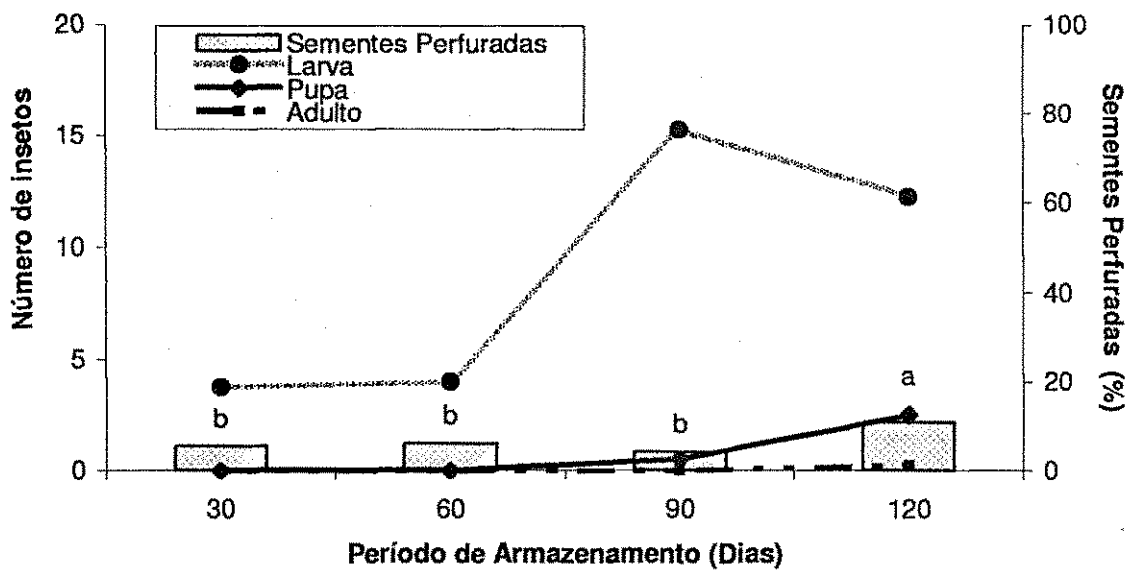


Figura 13. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *T. castaneum* e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 2,0% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

Verificou-se neste bioensaio que o óleo de nim interferiu no desenvolvimento biológico de *T. castaneum* durante todo o período de armazenamento. Costa et al. (2004) relatam o alongamento de fases do ciclo biológico, a ocorrência de deformações e a morte durante essas fases como causas do efeito de extratos. Mordue-Luntz e Nisbet (2000) consideram que os efeitos fisiológicos causam interferência no crescimento e nos processos de metamorfose dos insetos, além de prejudicarem a reprodução e outros processos celulares. Esses autores classificam os efeitos fisiológicos em indiretos, ou seja, aqueles que são decorrentes da interferência hormonal do ingrediente ativo e direto quando há inibição da divisão celular e síntese de proteínas, com o inseticida atuando diretamente sobre células e tecidos. Tanzubil e McCaffery (1990) consideram que o atraso no desenvolvimento de insetos pode também ser decorrente da menor eficiência de conversão alimentar, causada pelo desvio de parte dos nutrientes à degradação de substâncias tóxicas presentes no alimento.

4.2. Bioensaio com *Alphitobius diaperinus*

Através da Tabela 6, pode-se observar o efeito do óleo de sementes de nim sobre a mortalidade de *A. diaperinus*. Nesta tabela, os valores médios de mortalidade e as respectivas eficiências do nim corrigidas pela fórmula de Henderson e Tilton (1955), foram avaliados para os quatro períodos de armazenamento das sementes de amendoim. Aos 30 e 60 dias do armazenamento não houve mortalidade superior a 2,50 e 23,75%, respectivamente. Aos 30 dias nenhum dos tratamentos diferiu entre si, entretanto, aos 60 dias a concentração a 4,0% foi superior a todos os demais (P-valor de 0,006). Aos 90 dias a 4,0% do produto, a mortalidade foi estatisticamente superior (P-valor de 0,004) a todos os demais tratamentos, sendo as

Tabela 6. Médias¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) de mortalidade de *A. diaperinus* alimentados com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim e eficiência de Henderson e Tilton².

Concentrações (%)	30 DIAS		60 DIAS		90 DIAS		120 DIAS	
	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E	$\bar{X} \pm EP(\%)$	%E
0,0	0,00 \pm 0,00 a	-	1,25 \pm 1,25 c	-	0,28 \pm 0,28 d	-	1,17 \pm 0,36 c	-
1,0	2,50 \pm 1,44 a	2,50	2,50 \pm 1,44 c	1,27	27,50 \pm 4,78 c	27,27	71,25 \pm 5,15 b	71,21
2,0	1,25 \pm 1,25 a	1,25	10,00 \pm 0,00 b	8,86	26,25 \pm 5,15 c	26,01	78,75 \pm 10,87 ab	78,72
3,0	2,50 \pm 2,50 a	2,50	6,25 \pm 1,25 bc	5,06	75,00 \pm 5,00 b	74,92	97,50 \pm 2,50 a	97,50
4,0	2,50 \pm 2,50 a	2,50	23,75 \pm 7,50 a	22,78	91,25 \pm 2,39 a	91,22	93,75 \pm 2,39 a	93,74
X ² de Friedman	2,421	-	14,474	-	15,241	-	12,595	-
P – Valor	0,659	-	0,006*	-	0,004*	-	0,013*	-

*Significativo (P \leq 0,05)¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls (P \leq 0,05), analisadas através dos dados de proporção de mortalidade.²%E – Eficiência de Henderson e Tilton (1955)

concentrações a 3 e 4% as mais eficientes com 74,92 e 91,22%, respectivamente. Aos 120 dias não ocorreu diferença estatística entre as concentrações a 2,0; 3,0 e 4,0% (P-valor de 0,013). Neste último período foi verificada uma eficiência do produto a partir de 71,21% para todas as concentrações testadas.

A mortalidade neste estudo, a partir dos 90 dias foi devido, possivelmente, a deterrência alimentar, contribuindo para o sucesso do controle. De acordo com Mordue (Luntz) e Nisbet (2000), a deterrência é um distúrbio que está associado a mecanismos sensoriais e causa redução do consumo de alimento. Para estes autores, o comportamento alimentar dos insetos depende da integração do sistema nervoso central com os quimiorreceptores, localizados nos tarsos, peças bucais e cavidade oral. Relataram também, que determinadas substâncias, como a azadirachtina, presente nos extratos de nim, podem atuar sobre os quimiorreceptores, estimulando as “células deterrentes específicas” ou bloqueando os fagoestimulantes, como as “células receptoras de açúcar”, inibindo a alimentação.

Tabassum et al. (1998) constataram que a formulação de nim (RB-a+PBO+Tx-100) causou 50% de mortalidade de *A. diaperinus* na dose de 58,92 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Almeida et al. (2005a) obtiveram 100% de mortalidade de *C. maculatus* em feijão tratados, pelo método de vapor, com extratos de folhas de *A. indica*.

Para o número de descendentes (larva, pupa e adulto) verificaram-se diferenças estatísticas significativas nos quatro períodos estudados (Tabelas de 7 a 10). Aos 30 dias do armazenamento (Tabela 7) a testemunha apresentou o maior número de larvas, indicando a atividade nociva do produto testado nessa fase de desenvolvimento dos insetos para todos os tratamentos com óleo de nim, numa relação inversamente proporcional entre a concentração e o número de descendentes. A 4,0 % não foi detectada a presença de larvas para nenhum dos períodos estudados (Tabelas de 7 a 10), assim como pupas e adultos. Em condições normais

de desenvolvimento de *A. diaperinus*, a fase larval tem duração de 38 dias (SILVA et al., 2005a), o que corrobora com os resultados obtidos, detectando-se insetos na fase de pupa, aos 60 dias do armazenamento, apenas na testemunha (Tabela 8).

Tabela 7. Média¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *A. diaperinus* avaliados aos 30 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.

Concentrações (%)	Nº de descendentes		
	Larvas	Pupas	Adultos
0,0	65,250 \pm 3,473 a	-	-
1,0	17,000 \pm 1,581 b	-	-
2,0	7,500 \pm 1,500 c	-	-
3,0	2,750 \pm 1,797 cd	-	-
4,0	0,000 \pm 0,000 d	-	-
χ^2 de Friedman	15,139	-	-
P – Valor	0,004*	-	-

*Significativo ($P \leq 0,05$)

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$)

Tabela 8. Média¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *A. diaperinus* avaliados aos 60 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.

Concentrações (%)	Nº de descendentes		
	Larvas	Pupas	Adultos
0,0	81,750 \pm 5,250 a	2,500 \pm 0,570 a	-
1,0	7,250 \pm 0,479 b	0,000 \pm 0,000 b	-
2,0	3,500 \pm 0,957 b	0,000 \pm 0,000 b	-
3,0	0,500 \pm 0,500 b	0,000 \pm 0,000 b	-
4,0	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b	-
χ^2 de Friedman	15,844	12,000	-
P – Valor	0,003*	0,017*	-

*Significativo ($P \leq 0,05$)

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$).

Ainda aos 60 dias, verificou-se o efeito do produto sobre larvas e pupas para todas as concentrações estudadas e aumento da média de larvas ($\bar{X} = 81,75$), que diferiu estatisticamente das concentrações a 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0%, com médias de 7,25; 3,50; 0,50 e

0,00 larvas, respectivamente. Os tratamentos com óleo de nim neste período não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Na concentração a 4,0% não foi detectada presença de larvas nem de pupas, entretanto estas foram observadas na testemunha (Tabela 8). Adultos descendentes não foram detectados em nenhum dos tratamentos avaliados.

Nos períodos de 90 e 120 dias (Tabelas 9 e 10), também se verificou o efeito do produto para todas as concentrações do óleo de nim para larvas, pupas e adultos, diferindo estatisticamente da testemunha. Nestes períodos verificou-se a presença de descendentes na fase de pupa apenas na testemunha, com média de 10,25 e 73,25 pupas, respectivamente aos 90 e 120 dias de armazenamento e de adultos com média de 58,50 e 157,25 insetos, respectivamente.

Nas condições em que foi desenvolvido este bioensaio, o óleo de nim impossibilitou que as larvas sofressem metamorfose, impedindo que se completasse o ciclo biológico de *A. diaperinus*. Efeito contrário foi observado por Chernaki-Leffer et al. (2006) que ao estudarem os efeitos de reguladores de crescimento, produtos de origem sintética, sobre *A. diaperinus* em ração de coelho, verificaram que o metoxifenoazide, produto do grupo das diacilhidrazinas que atuam como agonistas dos ecdisteróides, provocou aceleração no processo da

Tabela 9. Média¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *A. diaperinus* avaliados aos 90 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.

Concentrações (%)	Nº de descendentes		
	Larvas	Pupas	Adultos
0,0	74,750 \pm 8,557 a	10,250 \pm 3,568 a	58,500 \pm 6,292 a
1,0	2,250 \pm 1,315 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
2,0	3,250 \pm 1,250 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
3,0	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
4,0	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
χ^2 de Friedman	13,486	16,000	16,000
P – Valor	0,009*	0,003*	0,003*

*Significativo ($P \leq 0,05$)

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$)

Tabela 10. Média¹ (\bar{X}) \pm Erro Padrão (EP) do número de descendentes de *A. diaperinus* avaliados aos 120 dias do armazenamento, com sementes de amendoim tratadas com óleo de nim.

Concentrações (%)	Nº de descendentes		
	Larvas	Pupas	Adultos
0,0	144,250 \pm 7,181 a	73,250 \pm 6,750 a	157,250 \pm 14,960 a
1,0	7,000 \pm 0,707 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
2,0	0,500 \pm 0,500 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
3,0	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
4,0	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b	0,000 \pm 0,000 b
χ^2 de Friedman	15,463	16,000	16,000
P – Valor	0,004*	0,003*	0,003*

*Significativo ($P \leq 0,05$)

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman Keuls ($P \leq 0,05$)

ecdise, não apresentando efeito significativo sobre as larvas deste coleóptero.

Os percentuais de sementes perfuradas estão apresentados na Figura 14. Em todos os períodos estudados a testemunha diferiu estatisticamente dos tratamentos com óleo de nim (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0%). Nos períodos de 30 e 60 dias, todas as concentrações do óleo foram diferentes estatisticamente da testemunha. Aos 90 dias as três maiores concentrações de nim diferiram estatisticamente da concentração a 1,0% e da testemunha. Com 120 de armazenamento as concentrações a 3,0 e 4,0% conferiram os menores percentuais de sementes perfuradas, caracterizando a eficiência do óleo de nim na proteção das sementes contra *A. diaperinus*. Aos 30 dias do armazenamento o percentual foi de aproximadamente 80,0% para sementes não tratadas e de 10,0; 6,6; 7,5 e 10,4%, respectivamente, para os tratamentos com nim. Aos 60, 90 e 120 dias observou-se na testemunha valores percentuais de sementes perfuradas de 99,8, 100 e 100%, respectivamente. Nos tratamentos com óleo os percentuais variaram de 2,7 a 12,9%. Azevedo et al. (2007b) verificaram que o percentual de sementes de amendoim danificadas por *Alphitobius* sp., aos 30, 60 e 90 dias, na testemunha diferiu de todos os tratamentos, sendo a concentração a 4,0% a que conferiu melhor proteção às sementes.

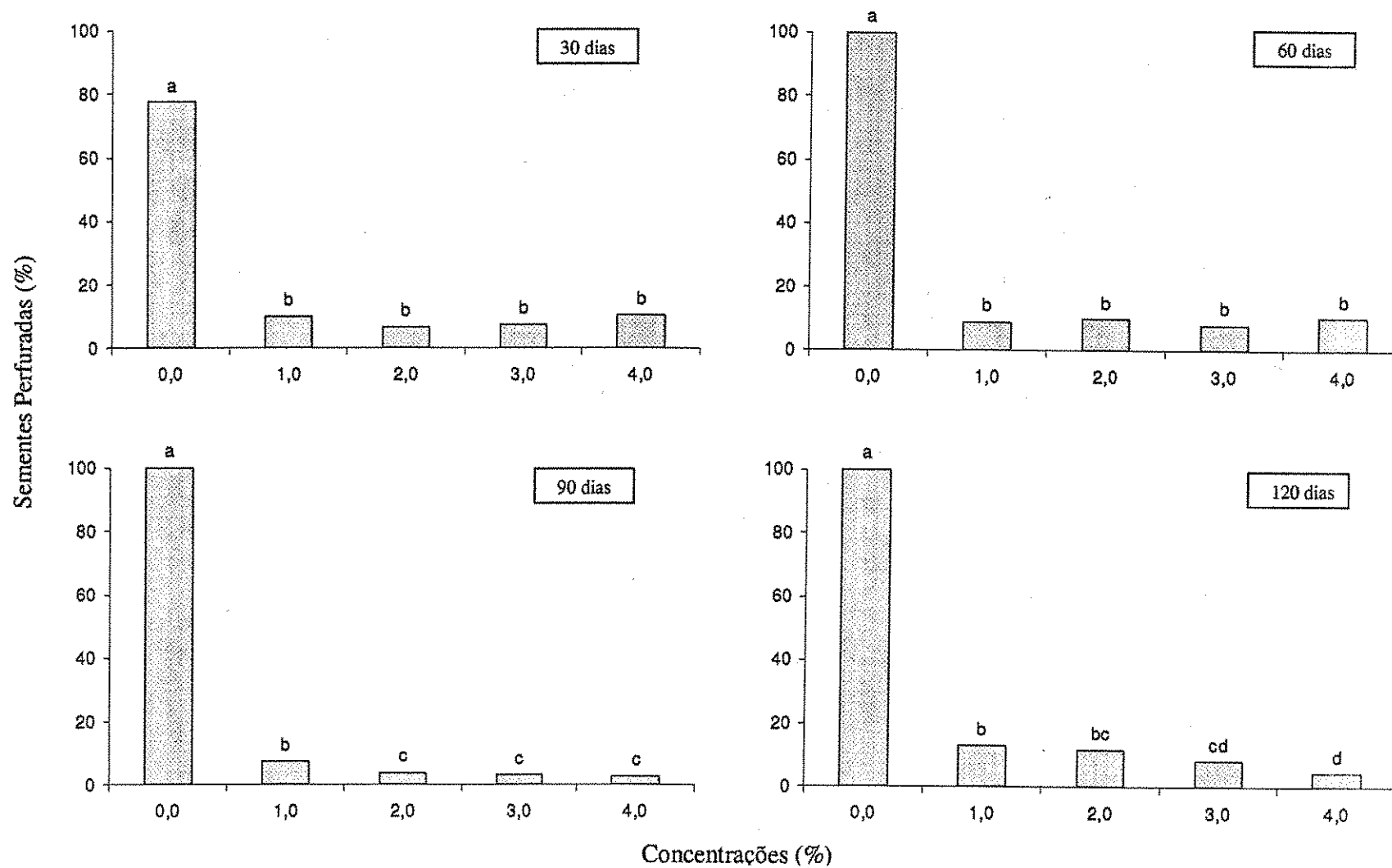


Figura 14. Média de percentuais sementes perfuradas de amendoim por *A. diaperinus*, tratadas com óleo de nim, em quatro períodos de armazenamento (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

Nas Figuras de 15 a 19 são apresentados a flutuação do número de descendentes de *A. diaperinus* (larva, pupa e adulto) e o percentual de sementes perfuradas nos quatro períodos de armazenamento.

Para as sementes não tratadas com o óleo de nim (Figura 15), observou-se 100% de sementes perfuradas em todos os períodos estudados, com exceção do período de 30 dias com aproximadamente 80%, apesar de não diferir estatisticamente dos demais períodos.

O número de larvas, pupas e adultos, atingiram seus máximos aos 120 dias, podendo-se observar pela flutuação o sincronismo entre as fases de desenvolvimento dos descendentes. Aos 90 dias houve um acréscimo da população de pupas e adultos em contrapartida a redução de larvas, visto que este período foi caracterizado pela metamorfose dos mesmos. Em seguida verificou-se ascensão de todas as fases, uma vez que com a formação de nova geração de adultos (F1) possibilitou a produção de descendentes F2.

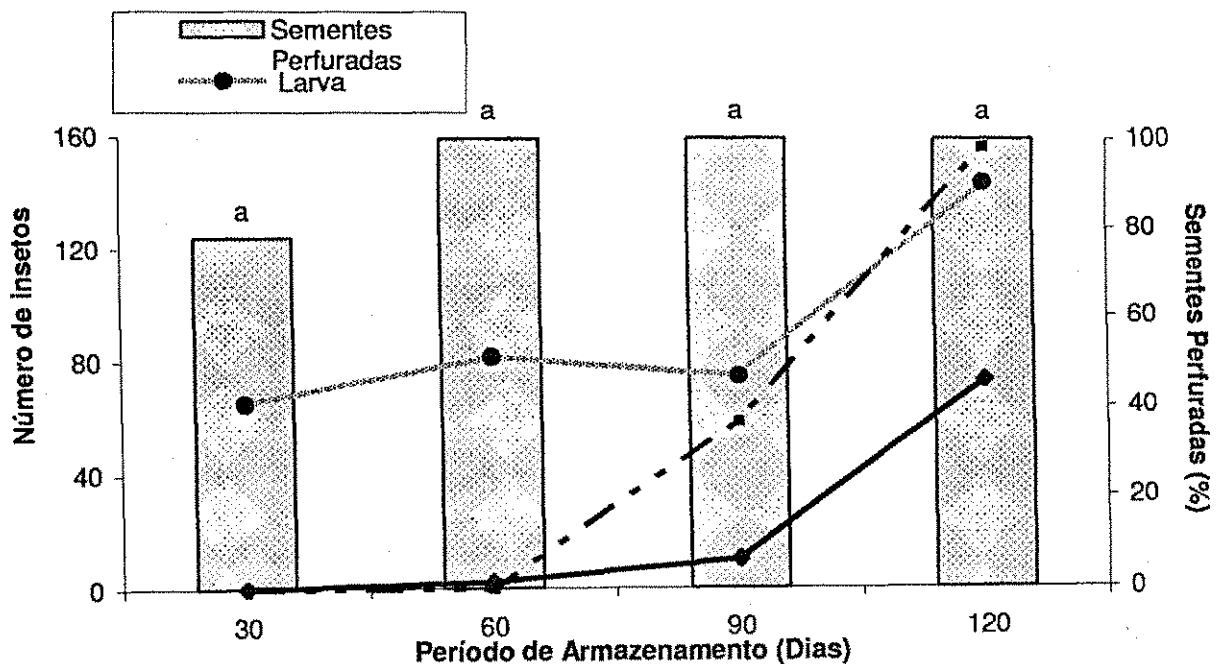


Figura 15. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *A. diaperinus* e percentual de sementes perfuradas não tratadas com óleo de nim (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

O tratamento de sementes com óleo de nim, inviabilizou o desenvolvimento do inseto e conseqüentemente possibilitou a diminuição do dano provocado nas sementes. Na concentração a 1,0% (Figura 16), verificou-se que o número de larvas diminuiu até os 90 dias do armazenamento. Com isto, pode-se verificar o efeito do óleo de nim sobre o desenvolvimento do inseto, apesar de ocorrer um pequeno aumento do número de larvas aos 120 dias. Através de observação visual pode-se constatar o reduzido tamanho das larvas, cuja capacidade de se alimentarem foi afetada. Pupas e adultos não foram encontrados em nenhum dos períodos estudados. O percentual de sementes perfuradas nessa concentração foi inferior a 12,9%. Aos 90 e 120 dias do armazenamento os percentuais de sementes perfuradas obtidos diferiram estatisticamente entre si.

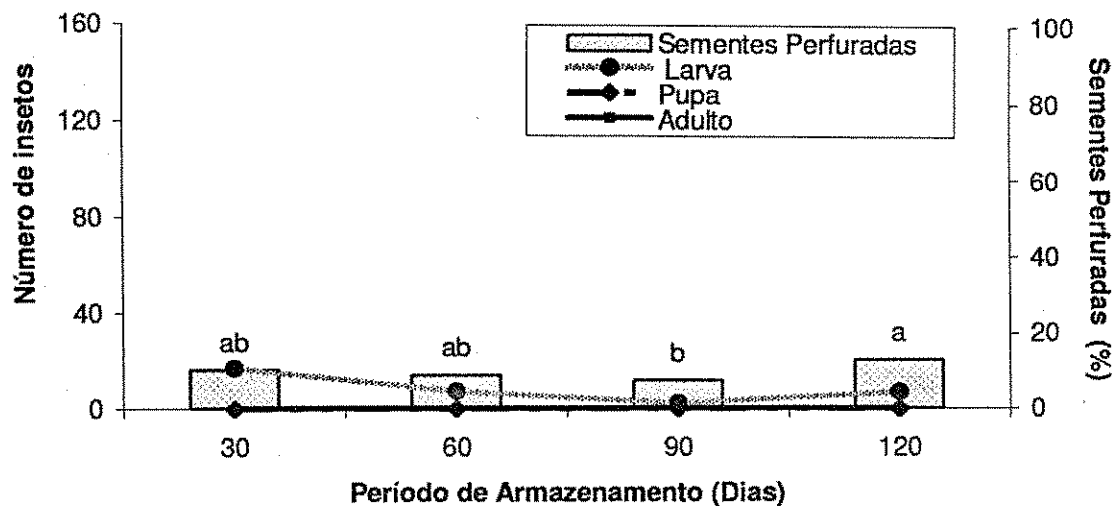


Figura 16. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *A. diaperinus* e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 1,0% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

A 2,0% do óleo de nim (Figura 17) a flutuação do número de larvas teve comportamento decrescente, culminando na ausência das mesmas aos 120 dias. Verificou-se a presença de larvas nos períodos de 30, 60 e 90 dias. Apesar das pequenas diferenças de percentuais de sementes perfuradas nos períodos estudados, o valor obtido aos 90 dias do

armazenamento foi inferior estatisticamente aos demais períodos, com exceção do período de 30 dias, que por sua vez não diferiu dos demais. Pupas e adultos não foram detectados.

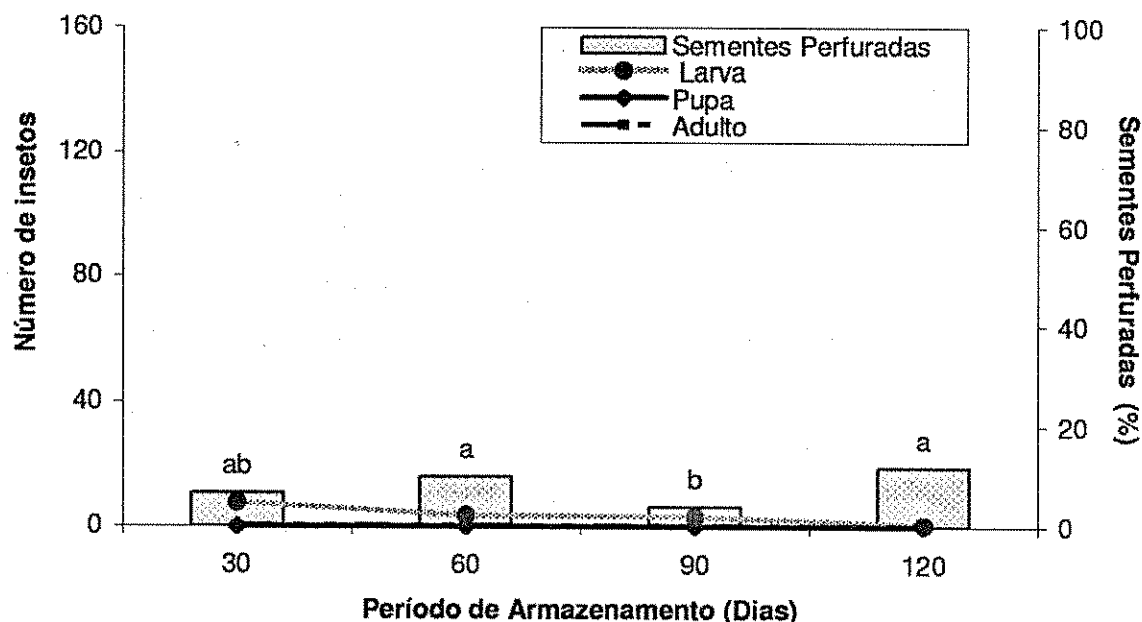


Figura 17. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *A. diaperinus* e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 2,0% (Student Newman Keuls; $P \leq 0,05$).

A presença de larvas foi constatada apenas no período de 30 dias (Figura 18), não sendo detectados insetos pupas e adultos durante o período de armazenamento para a concentração de 3,0%. Os percentuais de sementes perfuradas não ultrapassaram 8,2%. O maior efeito do nim se deu aos 90 dias, cujos percentuais diferiram estatisticamente dos demais períodos avaliados. O fato de se ter um maior percentual de sementes perfuradas aos 120 dias para as concentrações a 1,0; 2,0 e 3,0% (Figuras 16, 17 e 18) deve-se possivelmente a redução do efeito do nim, favorecendo a capacidade de alimentação dos adultos genitores.

A 4,0% do óleo de nim, não foi verificada a presença de descendentes de *A. diaperinus* durante o período de armazenamento, devido ao efeito do produto sobre a reprodução e mortalidade dos insetos genitores (Figura 19). Para esta concentração, os períodos de 90 e

120 dias foram estatisticamente inferiores aos períodos de 30 e 60 dias para o percentual de sementes perfuradas.

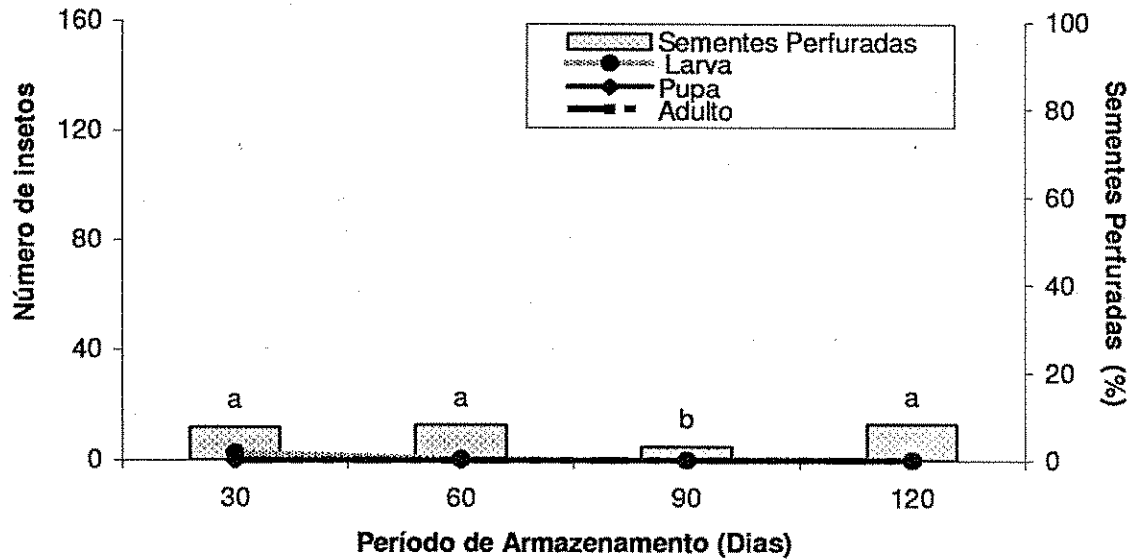


Figura 18. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *A. diaperinus* e percentual de sementes perfuradas tratadas com óleo de nim a 3,0% (Student Newman Keuls; P ≤ 0,05).

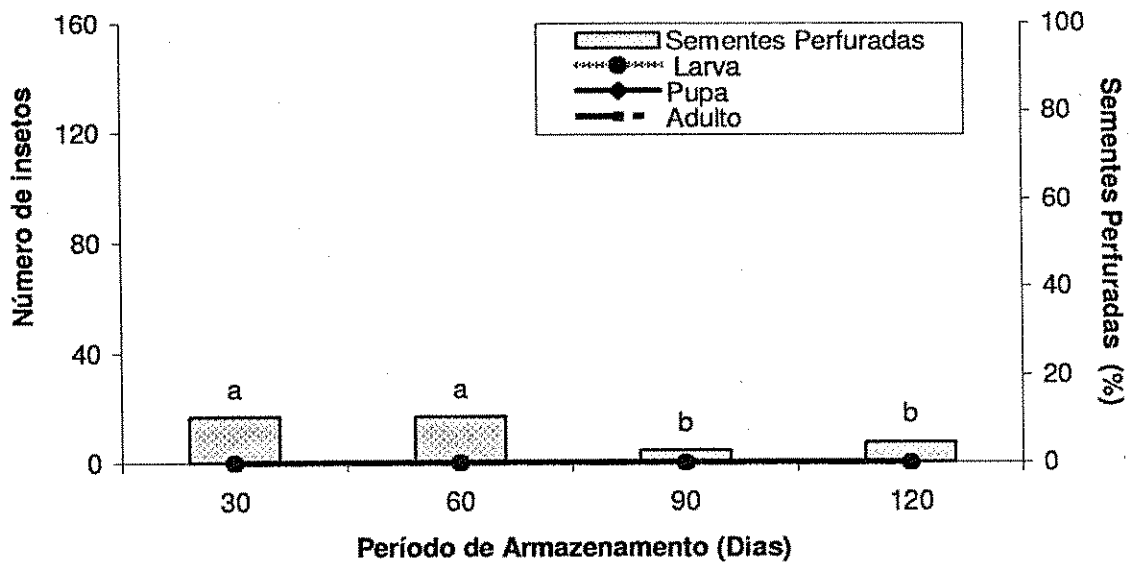


Figura 19. Flutuação do número de descendentes (larva, pupa e adulto) de *A. diaperinus* e percentual de sementes perfuradas durante com óleo de nim a 4,0%. (Student Newman Keuls; P ≤ 0,05).

Através dos resultados obtidos neste bioensaio, pode-se verificar que o óleo de nim produziu efeito deletério sobre o *A. diaperinus*, afetando todas as fases de desenvolvimento. Barbosa et al. (2002) obtiveram elevado nível de proteção aos danos de *Z. subfasciatus* em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e o percentual médio de sementes danificadas da ordem de 5,17%, ao utilizar o óleo de nim por um período de 150 dias de armazenamento.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa concluiu-se quanto a bioatividade do óleo de nim sobre *Tribolium castaneum* que:

- O óleo de sementes de nim teve baixa eficiência sobre a mortalidade de insetos adultos de *T. castaneum* em sementes de amendoim, cultivar BRS havana.
- O óleo de nim apresentou efeito fagodeterrente sobre *T. castaneum* em sementes de amendoim, cultivar BRS havana.
- A reprodução dos adultos genitores de *T. castaneum* e o desenvolvimento biológico de seus descendentes (larvas, pupas e adultos) foi afetada pelo óleo de nim durante todo período de armazenamento.
- As concentrações a 1,0; 1,5 e 2,0% do óleo de nim foram as que conferiram melhor proteção as sementes de amendoim contra *T. castaneum*.

Quanto à bioatividade do óleo de nim sobre *A. diaperinus*:

- O óleo de nim foi eficiente sobre a mortalidade de insetos adultos de *A. diaperinus* aos 90 e 120 dias do armazenamento.
- O óleo de nim afetou a metamorfose das larvas descendentes, impedindo que se completasse o ciclo biológico de *A. diaperinus* pela inviabilização da formação de pupas e adultos.

- As concentrações mais eficientes do óleo de nim foram a 3,0 e 4,0%, para a mortalidade de adultos de *A. diaperinus*.
- O óleo de nim interferiu como fagodeterrente sobre o desenvolvimento de *A. diaperinus*.
- O óleo de nim afetou todas as fases de desenvolvimento de *A. diaperinus*, conferindo proteção as sementes de amendoim em todos os períodos avaliados.

6. SUGESTÕES

Para trabalhos futuros nesta linha de pesquisa, sugere-se:

- Avaliar o efeito do óleo de nim em diferentes embalagens de armazenamento;
- Testar o efeito repelente e deterrente do óleo de nim sobre *T. castaneum* e *A. diaperinus*;
- Avaliar o efeito do óleo de nim sobre a qualidade fisiológica da semente de amendoim.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, K. S.; YASUI, Y.; ICHIKAWA, T. Effects of neem oil on mating and oviposition behaviour of azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae).

Pakistan Journal of Biological Sciences, Faisalabad, v. 4, n. 11, p. 1371-1373, 2001.

ALMEIDA, A. de. Natureza dos danos causados por insetos de grãos armazenados. In: SEMINÁRIO SOBRE CONTROLE DE INSETOS, 4. 1989, Campinas, **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, p. 16-32, 1989.

ALMEIDA, R. P. de. Manejo de insetos-praga da cultura do amendoim. In: SANTOS, R.C. (Ed.Tec.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Cap.8, 451p.

ALMEIDA, F. de A. C.; ALMEIDA, S. A. de.; SANTOS, N. R. dos.; 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, PB, v. 9, n. 4, p.585-590, 2005a.

ALMEIDA, F. de A. C.; GOLDFARB, A. C.; GOUVEIA, J. P. G. de. Avaliação de extratos vegetais e métodos de aplicação no controle de *Sitophilus* sp. **Revista Brasileira de Produtos Agro Industriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 13-20, 1999.

ALMEIDA, F. de A. C.; HARA, T.; CAVALCANTE MATA, M. E. R. M. **Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. 291p.

ALMEIDA, F. de A. C.; MORAES, J. de S.; SANTOS, R. C. dos; ALMEIDA, R. P. de; ARAÚJO, E. Influência do beneficiamento, da embalagem e do ambiente de armazenamento

na qualidade sanitária de sementes de amendoim. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v. 2, n. 2, p.97-102, 1998.

ALMEIDA, F. A. C.; PESSOA, E. B.; GOUVEIA, J. P. G. de ; SILVA, A. S. A. Emprego de extratos vegetais no controle das fases imatura e adulta do *Sitophilus zeamais*. *Revista Agropecuária Técnica*, Areia, PB, v. 26, n. 1, 2005b.

AL-MOAJEL, N. H. Testing Some Various Botanical Powders for Protection of Wheat Grain Against *Trogoderma granarium* Everts. *Journal of Biological Sciences*, Faisalabad, v. 5, n. 4, p. 592-597, 2004

ARRUDA, F. P. de; BATISTA, J. de L. Efeito da luz, de óleos vegetais e de cultivares de Caupi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) *Caatinga*, Mossoró, RN, v. 11, n. 1, p. 253-57, dez. 1998.

ATHÉ, I; OLIVEIRA, J. J. do V.; CASTRO, M. F. P. M. de.; BARBIERI, M. K. Resistência à fofina de insetos de grãos armazenados determinada por cromatografia gasosa. *Brazilian Journal of food Technology*, v. 4, n. 57, p. 43-47, 2001.

AZERÊDO, G. A.; BRUNO, A. R. de L.; LOPES, K. P.; SILVA, A. da; DINIZ, E.; LIMA, A. A. de . Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 37-44, 2005.

AZEVEDO, A. I. B. de; CUNHA, L. C. da; ALMEIDA, R. P. de. Pó de Folhas de neem pode afetar *Tribolium castaneum* em sementes de amendoim armazenadas? In: SIMPÓSIO DE ENTOMOLOGIA, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ENTOMOLOGIA DA

PARAÍDA, 3., 2007, Campina Grande. **Entomologia e Biodiversidade - Anais...** Campina Grande: UEPB, p. 158, 2007a.

AZEVEDO, A. I. B. de; CUNHA, L. C. da; SANTOS, E. C. X. R. dos; LICARIÃO, M. R.; ALMEIDA, R. P. de. Efeitos da formulação comercial Neemseto sobre *Alphitobius* sp., alimentados com sementes de amendoim. In: SIMPÓSIO DE ENTOMOLOGIA, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ENTOMOLOGIA DA PARAÍDA, 3., 2007, Campina Grande. **Entomologia e Biodiversidade - Anais...** Campina Grande: UEPB, p. 156, 2007b.

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, set. 2002.

BECKEL, H. S.; LORINI, Irineu ; LAZZARI, S. M. N. . Comportamento de adultos de diferentes raças de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) em superfície tratada com deltamethrin. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, PR, v. 48, n. 1, p. 115-118, 2004.

BICHO, C. de L.; ALMEIDA, L. M. de; RIBEIRO, P. B.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Flutuação populacional circanual de coleópteros em granja avícola, em Pelotas, RS, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia.**, Porto Alegre, v. 95, n. 2, p. 205-212, 2005.

BOEKE, S. J.; LOON, J. J. A.; HUIS, D. K.; DICKE, M. **The use of plant material to protect stored leguminous seeds against seed beetles: a review.** Netherlands: Backhuys Publishers, 2001. 108p.

BOEKE, S. J.; SINZOGAN, A. A. C.; ALMEIDA, R. P. de; BOER, P. W. M. de.; JEONG, G.; KOSSOU, D. K.; VAN LOON, J. J. A. Side-effects of cowpea treatment with botanical insecticides on two parasitoids of *Callosobruchus maculatus*. Netherlands Entomological Society, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Netherlands, n. 108, p. 43–51, 2003.

BOLONHEZI, D. Colheita e pós-colheita do amendoim. In: SANTOS, R.C. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Cap. 6, 451p.

BOLONHEZI, D. GODOY, J. I. SANTOS, R. C. Manejo cultural do amendoim. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Cap. 5, 451p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Registro nacional de cultivares**:. RNC, 1998-2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> acesso em: 30 jan. 2008.

BRUNETON, J. **Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants**. Andover: Intercept, 1995. 915p.

CAMARGO NETO, A. F.; TALLARICO, E; CAPRIOGLI, M. A.; SOARES, V. E.; MEIRELES, M. V.; SILVA, G. S.; Seasonal Variation of *Alphitobius diaperinus* Population in Broiler Facilities in the Center- North Region of The State of São Paulo. **Brazilian Journal of Poultry Science**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 183 – 185, 2006.

CAMPOS, T. B. de. Pragas dos grãos armazenados. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 12., 2005, Ribeirão Preto, SP. **Anais... Pragas agroindustriais**. Ribeirão Preto, SP. Instituto Biológico, 2005. 93p.

CARNEIRO, S. M. DE T. P. G.; PIGNONI, E.; VASCONCELLOS, M. E. da C.; GOMES, J. C. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathology**, Botucatu, v. 33, n. 1, p.34-39, 2007.

CHERNAKI-LEFFER, A.M.; SOSA-GOMEZ, D.R.; ALMEIDA, L. M. de. Suscetibilidade de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) a reguladores de crescimento de insetos (Rci). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 1, p.51-55, 2006.

COELHO, E. E.; FARONI L. R. D.; BERBERT, P. A.; MARTINS, J. H. Armazenamento e processamento de produtos agrícolas – Eficácia da Mistura Dióxido de carbono-fosfina no controle de *Sitophilus zeamais* em função do período de exposição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 2, p. 227-234, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira - grãos: intenção de plantio segundo levantamento, novembro 2007**. Brasília, 2007.

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

DANTAS, I.M. **Toxicidade de isoflavonóides de sementes de *Pachyrrhizus tuberosus* (Lam.) Spreng (Leguminosae) var. Preta, sobre adultos de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)**. 1993. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

EVANS, D. E. The biology of stored products Coleoptera. **Proceedings of the Australian development assistance course on the preservation of stored cereals**. CSIRO, Conberra, v. 1, p. 149-185, 1981.

FRANCISCO, O.; PRADO, A. P. do. Characterization of the larval stages of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) using head capsule width. **Revista Brasileira Biologia**, São Carlos, v. 61, n. 1, p. 125-131, 2001.

FREEDMAN, B.; NOWAK, L.J.; KWOLEK, W.F.; BERRY, E.C.; GUTHRIE, W.D. A bioassay for plant-derived pest control agents using the European corn borer. **Journal of Economic Entomology**, Geneva, v. 72, n. 4, p. 541-545, 1979.

FREITAS, S. M. de; MARGARIDO, M. A. Fatores que influenciam o cultivo de amendoim das águas no estado de São Paulo: Uma análise econométrica. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, SP, v. 50, n. 2, p. 29-40, 2003.

FREITAS, S.M.; MARTINS, S.S.; NOMI, A.K; CAMPOS, A.F. Evolução do mercado brasileiro de amendoim. In: SANTOS, R.C. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Cap. 1, 451p.

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

HENDERSON, C.F.; TILTON, E.W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 48, n. 1, p.157-161, 1955.

HERNÁNDEZ, C.R.; VENDRAMIM, J.D. Avaliação da bioatividade de extratos aquoso de meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, n. 3, p.305-317, 1997.

HILL, D. S. **Pest of stored productes and their control**. London: Brit. Library, 1990.

INDICADORES AGROPECUÁRIOS 1996-2003. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

JBILLOU, R.; ENNABILI, A.; SAYAH, F. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **African Journal of Biotechnology**, Kenya, v. 5, n. 10, p. 936-940, 2006.

KOUL, O.; ISMAN, M.B.; KETKAR, C.M. Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 1-11, 1990.

LAGUNES T., A.; RODRÍGUEZ, H. C. **Los extractos acuosos vegetales con actividad insecticida: el combate de la conchuela del frijol**. Texcoco: USAID-CONACYT-SME-CP, 1992. 57p. (Temas Selectos de Manejo de Insecticidas Agrícolas, 3).

LALE, N.E.S.; ABDULRAHMAN, H.T. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil obtained by different methods and neem powder for the management of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. **Journal of Stored Products Research**, Netherlands, v. 35, p.135-143, 1999.

LAMBKIN, T. A.; RICE, S.J. Baseline responses of *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) to cyfluthrin and detection of strong resistance in field populations in eastern Australia. **Journal Economic Entomology**, Lanham, v. 99, p. 908-913, 2006.

MAREDA, K. M.; SEGURA, O. L.; MIHMM, J. A. Effects of neem, *Azadirachta indica*, on six species of maize insect pests. **Tropical Pest Management**, London, v. 38, n. 2, p. 190-195, 1992.

MARTINAZZO, A. P.; FARONI, L. R. D.; BERBERT, P. A.; REIS, F. P. Utilização da fosfina em combinação com o dióxido de carbono no controle do *Rhyzopertha dominica* (f.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1063-1069, 2000.

MARTINS, R. Retorno de investimento em pesquisas com cultivares de amendoim no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2006. Campinas, SP, **Anais...** Campinas: ABIPTI, 2006.

MILLS, K. A.; ATHIÉ, I. Control of immature stages of phosphine susceptible and resistant strains of *Sitophilus oryzae* (L.), by phosphine fumigation. **Brazilian Journal of food Technology**, Campinas, SP, v. 3, n. 51, p. 171-176, 2000.

MORAES, S. A. de; MARIOTTO, P. R. Diagnóstico da patologia de sementes de amendoim no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 41-44, 1985.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Neem: a tree for solving global problems**. Washington: National Academy Press, 1992, 139p.

OLIVEIRA, J. V.; SILVA, G. J. R.; COUTINHO, R. L. B.C.; SANTOS, A. S. Influência de pós vegetais na viabilidade de ovos e emergência de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão, *Phaseolus vulgaris*, armazenado. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 1., 2000, Fortaleza.

Resumos... Fortaleza, CE: ACECI, p. 41, 2000.

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, Piracicaba, SP, v. 28, n. 3, p. 549-555, 1999.

PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: identificação e biologia.**

Campinas, SP:, Fundação Cargill, 1995. 228p.

PACHECO, I. A.; SANTORE, M. R.; BOLONHEZI, S. Resistence to malathion, irimiphosmethyl and feinitrothion in Coleoptera from stored grains. In: INTERNATIONAL

WORKING CONFERENCE ON STORED-PRODUCT PROTECTION, 5., 1990,. Bordeaux.

Proceeding... Bordeaux: INRA-Station de Physiologic Vegetable, 1990. p. 1029-1037.

PROCÓPIO, S. de O.; VENDRAMIM, J. D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SANTOS, J. B. dos.

Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophylus zeamaisi* MOTS (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p.

1231-1236, 2003.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos.** Campinas, São Paulo: Instituto

Campineiro de Ensino Agrícola, 2000, 664p.

RODRÍGUEZ, H.C.; LAGUNES, T.A. Plantas con propiedades insecticidas: resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. **Agroproductividad**,

Montecillo, v. 1, p.17-25, 1992.

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

SAHEYARAJ, K.; PAULRAJ, M. G. Impacto f some plant products on the behavior of *Tribolium castaneum* in groundnut seed. **International Arachis Newsletter**. USA , n. 20, p. 75-76, 2000.

SANTOS, R. C.; FREIRE, R.M. M.; SUASSUNA, T. M. F.; REGO, G. M. Novas cultivares – BRS Havana: nova cultivar de amendoim de pele clara. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p.1337-1339, 2006.

SCHMUTTERER, H. Potencial of azadirachtin-containing pesticides for integated pest control in developing and industrialized countries. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 34, n. 7, p. 713-9, 1988.

SILVA, A. A. L. da; FARONI, L. R. D. Influência do processo de colheita na infestação do milho (*Zea mays* L.) pelo besouro da farinha (*Tribolium castaneum* Herbs) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 2, n. 3, p. 312-315, 1998.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. da. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Rio de Janciro: Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, 1968. 622p. (pt. II)

SILVA, A. S. da; HOFF, G.; DOYLE, R. L.; SANTURIO, J. M.; MONTEIRO, S. G. Ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, RS, v. 33, n. 2, p. 177-181, 2005a.

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

SILVA, G.; ORREGO, O.; HEPP, R.; TAPIA, M. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 11-17, 2005b.

TABASSUM R.; NAQVI, S. N. H.; JAHAN, M.; NURULAIN, S. M. Determination of the toxicities of fenprothrin (Pyrethroid) and neem formulation (RB-a+PBO+Tx-100) against *Alphitobius diaperinus* adults and their effects on transaminases. **Journal of Zoology**, v. 22, p. 319-322, 1998.

TANZUBIL, P.B.; McCAFERRY, A.R. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the african armyworm, *Spodoptera exempta*. **Crop Protection**, v. 9, p. 383-386, 1990.

TAVARES, M. A. G. C.; VENDRAMIM, J. D. Biotividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Stophilus zeamais* Mots. (Coloptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 2, p. 319-323, 2005.

TREMATERRA, P.; SCIARRETA, A.; TAMASI, E. Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* to naturally and artificially

damaged *durum* wheat kernels. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Netherlands, v. 94, p. 195–200, 2000.

VENDRAMIM, J.D. Uso de plantas inseticidas no controle de pragas. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE AGRICULTURA ORGÂNICA, 2., Campinas, 1997. **Anais...** Campinas, Fundação Cargill, p. 64-69, 1997.

VENDRAMIN, J. D. Plantas inseticidas e controle de pragas. **Informativo da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 1-5, 2000.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 69-74. 2003.

VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; ANDREI, C. C. Plantas inseticidas. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELO, J. C. P.; MENTE, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Ed. Universidade do UFRGS 2001. Cap. 34, p. 751-766.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 185 p.

VIEIRA, S. **Bioestatística: tópicos avançados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 216 p.

WILLIAMS, L. A. D.; MANSINGH, A. Pesticidal potentials of tropicals plants I. insecticidal activity in leaf extrats os sixty plants. **Insect Science and its Appllication**, Jamaica, v. 14, n.5/6, p. 697-700. 1993.