



**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:

Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

**ASSOCIAÇÃO DE DEFENSIVOS NATURAL E SINTÉTICO À POLÍMERO PARA O
CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) EM SEMENTES DE AMENDOIM**

BRUNO ADELINO DE MELO

Campina Grande – PB

Fevereiro, 2013

**ASSOCIAÇÃO DE DEFENSIVOS NATURAL E SINTÉTICO À POLÍMERO PARA O
CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) EM SEMENTES DE AMENDOIM**

BRUNO ADELINO DE MELO

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: Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

Orientadores: Prof^a. Dr^a Josivanda Palmeira Gomes

Ph.D. Raul Porfírio de Almeida

Campina Grande – PB

Fevereiro, 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- M528a Melo, Bruno Adelino de.
 Associação de defensivos natural e sintético à polímero para o controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidade) em sementes de amendoim / Bruno Adelino de Melo. – Campina Grande, 2017.
 67 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2013.
 "Orientação: Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes, Prof. Dr. Raul Porfírio de Almeida".
 Referências.
1. Amendoim (*Arachis hypogaea*). 2. Pragas de Armazenamento. 3. Imidacloprido. 4. Carboxin + thiram. 5. *Azadirachta indica*. I. Gomes, Josivanda Palmeira. II. Almeida, Raul Porfírio de. III. Título.

CDU 633.368(043)



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



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

BRUNO ADELINO DE MELO

ASSOCIAÇÃO DE DEFENSIVOS NATURAL E SINTÉTICO À POLÍMERO
PARA O CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (Coleoptera:
tenebrionidae) EM SEMENTES DE AMENDOIM

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Josivanda P. Gomes
Dr.ª Josivanda Palmeira Gomes
Orientadora (UAEA/CTRN/UFCCG)

APROVADO

Raúl Porfírio de Almeida
Dr. Dr. Raúl Porfírio de Almeida
Orientador (EMBRAPA/CNPA)

APROVADO

Francisco de Assis Cardoso Almeida
Dr. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida
Examinador (UAEA/CTRN/UFCCG)

Aprovado

Marcos Barros de Medeiros
Dr. Dr. Marcos Barros de Medeiros
Examinador (UEPB)

APROVADO

Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo
Dr.ª Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo
Examinadora (UEPB)

APROVADO

FEVEREIRO DE 2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

*José Adelino Filho e Ana Maria Almeida de Melo
e meu irmão Thiago Adelino de Melo*

AGRADECIMENTOS

À **DEUS** primeiramente pela força que me deu até hoje e pela certeza de tê-la durante toda minha vida.

Aos meus pais **José Adelino Filho** e **Ana Maria Almeida de Melo** e ao meu irmão **Thiago Adelino**, por todo incentivo e confiança que me deram e darão.

À Dr. **Raul Porfírio de Almeida** e à professora Dr^a **Josivanda Palmeira Gomes** pelas orientações, ensinamentos e confiança dispensados, além da amizade construída durante esse período.

Ao Dr. **Valdinei Sofiatti** e a **Eduardo Vasconcelos** pelas ajudas durante o desenvolvimento dos experimentos.

Ao amigo e colega de estágio, **Thiago Costa Ferreira** pela grande e valiosa ajuda durante todo esse período.

À todos os **Professores** do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola - UFCG pela contribuição valiosa em minha formação acadêmica.

À **Universidade Federal de Campina Grande** e a **Embrapa Algodão**, por toda a estrutura física, equipamentos, professores e funcionários disponibilizados.

À **CAPES**, pela bolsa de Mestrado cedida

Às minhas colegas de Mestrado, **Juliana Ferreira**, **Shirlyanne Ferreira**, **Elisabete Piancó**, **Luzia Márcia**, **Francinalva Cordeiro**, pela amizade e pelos bons momentos vividos.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XII
1.INTRODUÇÃO.....	14
2.OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3.REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i> L.).....	17
3.2 <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797)(Coleoptera: Tenebrionidae).....	19
3.3 Nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss) e sua atividade inseticida.....	20
3.4 Revestimento de sementes.....	24
4.MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 Local e condições do experimento.....	27
4.2 Criação de <i>Alphitobius diaperinus</i>	27
4.3 Desenvolvimento de uma mini betoneira para aplicação dos produtos.....	28
4.4 Preparação do extrato aquoso das folhas de nim.....	29
4.5 Tratamentos utilizados.....	30
4.6 Bioensaio 01 – Eficiência dos produtos sobre adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i>	32
4.7 Bioensaio 02 - Teste de repelência dos produtos sobre adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i>	32
4.8 Bioensaio 03 - Sobrevivência das larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> aos produtos.....	34
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1 Bioensaio 01 – Eficiência dos produtos sobre adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i>	35
5.2 Bioensaio 02 - Teste de repelência dos produtos sobre adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i>	51
5.3 Bioensaio 03 - Sobrevivência das larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> aos produtos.....	54

6.CONCLUSÕES.....	57
7.SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	58
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 01.	Temperaturas e umidades relativas do ar registradas durante cada bioensaio. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	27
Tabela 02.	Tratamentos e descrição da composição das caldas para o tratamento de 1,0 Kg de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	31
Tabela 03.	Médias ¹ ± Erro Padrão do número de insetos mortos nos diferentes produtos em cada período de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	37
Tabela 04.	Eficiência ¹ dos produtos sobre adultos de <i>Alphitobius diaperinus</i> nos diferentes períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	38
Tabela 05.	Médias ¹ ± Erro Padrão do número de ovos de <i>Alphitobius diaperinus</i> nos diferentes produtos e períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	43
Tabela 06.	Médias ¹ ± Erro Padrão do número de sementes de amendoim perfuradas por <i>Alphitobius diaperinus</i> , nos diferentes tratamentos e períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	48
Tabela 07.	Médias do percentual de sementes perfuradas por <i>Alphitobius diaperinus</i> tratadas com os diferentes produtos em cada um dos períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	49
Tabela 08.	Análise de correlação ¹ entre as variáveis Número de Insetos Mortos (N°IM), Número de Ovos (N°O), Número de Sementes Perfuradas (N°SP) e Percentual de Sementes Perfuradas (PSP). Campina Grande, Paraíba, 2013...	51
Tabela 09.	Valores de χ^2 e (p) para as escolhas de <i>Alphitobius diaperinus</i> por sementes de amendoim tratadas ou não com inseticida, fungicida e extrato de nim associado ou não a um polímero para recobrimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	52
Tabela 10.	Valores de χ^2 (WL) e (P) da análise de sobrevivência para larvas de <i>Alphitobius diaperinus</i> submetidas a substratos tratados com inseticida, fungicida e extrato de nim, associado ou não a polímero. Campina Grande, Paraíba, 2013.....	54

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01.** Criação estoque de *Alphitobius diaperinus* mantida no laboratório: (A) recipientes de reprodução; (B) pupas; (C) recipientes com pupas sexadas e (D) adulto emergido. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 28
- Figura 02.** Mini betoneira desenvolvida para aplicação dos produtos em sementes de amendoim, cultivar BR1: (A) visão lateral; (B) visão posterior; (C) ligação entre a furadeira e o recipiente da betoneira e (D) misturadores no interior do recipiente. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 29
- Figura 03.** Esquema utilizado para seleção da parte das folhas para preparação do extrato aquoso de nim: (A) folha inteira; (B) retirada dos folíolos da parte mediana e apical; (C) parte selecionada da folha de nim e (D) folíolos utilizados para preparação do extrato aquoso. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 30
- Figura 04.** Sementes de amendoim, cultivar BR 1, tratadas com os produtos em estudo: (1) Testemunha; (2) extrato aquoso de nim; (3) inseticida; (4) fungicida; (5) polímero; (6) polímero + inseticida; (7) polímero + fungicida; (8) pol. + ext. de nim (25%) e (9) pol. + ext. de nim (50%). Campina Grande, Paraíba, 2013. 31
- Figura 05.** (A) Arena utilizada para determinar a capacidade de repelência dos produtos a *Alphitobius diaperinus* e (B) arena coberta com tecido preto. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 33
- Figura 06.** (A) Larvas de *Alphitobius diaperinus* com 12,0 mm de tamanho e (B) individualizadas em tubos. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 34
- Figura 07.** Comparação do número de insetos mortos no fator produtos. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Campina Grande, Paraíba, 2013..... 35
- Figura 08.** Número médio de insetos mortos nos diferentes períodos de armazenamento (fator períodos). Campina Grande, Paraíba, 2013..... 36
- Figura 09.** Número médio de insetos mortos em cada tratamento durante os períodos de armazenamento. (A) Testemunha; (B) Extrato aquoso de nim; (C) Inseticida; (D) Fungicida; (E) Polímero; (F) Polímero + Inseticida; (G) Polímero + Fungicida; (H) Polímero + Extrato de nim (25%) e (I) Polímero + Extrato de nim (50%). Significativo a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 39
- Figura 10.** Comparação de média do número de ovos de *Alphitobius diaperinus* em função dos produtos utilizados. Médias transformadas para $\sqrt{x+1}$. Médias sem transformação entre parênteses. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Campina Grande, Paraíba, 2013..... 41

- Figura 11.** Número médio de ovos de *Alphitobius diaperinus* nos diferentes períodos de armazenamento (fator períodos). Médias transformadas para $\sqrt{x+1}$. Médias sem transformação entre parênteses. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 42
- Figura 12.** Número médio de ovos coletados em cada tratamento durante os períodos de armazenamento. (A) Testemunha; (B) Extrato aquoso de nim; (C) Inseticida; (D) Fungicida; (E) Polímero; (F) Polímero + Inseticida; (G) Polímero + Fungicida; (H) Polímero + Extrato de nim (25%) e (I) Polímero + Extrato de nim (50%). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$. Significativo a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 45
- Figura 13.** Comparação do número de sementes perfuradas por *Alphitobius diaperinus* no fator produtos. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Campina Grande, Paraíba, 2013..... 46
- Figura 14.** Número médio de sementes perfuradas por *Alphitobius diaperinus* nos diferentes períodos de armazenamento (fator períodos). Campina Grande, Paraíba, 2013..... 47
- Figura 15.** Número médio de sementes perfuradas em cada tratamento durante os períodos de armazenamento. (A) Testemunha; (B) Extrato aquoso de nim; (C) Inseticida; (D) Fungicida; (E) Polímero; (F) Polímero + Inseticida; (G) Polímero + Fungicida; (H) Polímero + Extrato de nim (25%) e (I) Polímero + Extrato de nim (50%). Significativo a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 50
- Figura 16.** Preferência de *Alphitobius diaperinus* por sementes de amendoim tratadas ou não com inseticida, fungicida e extrato de nim associado ou não a polímero para recobrimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 52
- Figura 17.** Índice de Repelência obtido para *Alphitobius diaperinus* em sementes de amendoim tratadas ou não com inseticida, fungicida, extrato de nim, associado ou não a polímero para recobrimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013..... 53
- Figura 18.** Comparação da sobrevivência de larvas de *Alphitobius diaperinus* entre a testemunha e: (A) Extrato de nim; (B) Inseticida; (C) Fungicida; (D) Polímero; (E) Pol. + Inseticida; (F) Pol. + Fungicida; (G) Pol. + Ext. de nim (25%); (H) Pol. + Ext de nim (50%). Campina Grande, Paraíba, 2013..... 55

**ASSOCIAÇÃO DE DEFENSIVOS NATURAL E SINTÉTICO À POLÍMERO PARA O
CONTROLE DE *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797) (COLEOPTERA:
TENEBRIONIDAE) EM SEMENTES DE AMENDOIM**

RESUMO: Em condições de armazenamento, as sementes podem ser atacadas por insetos-praga. Para sua proteção, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss) tem se mostrado como uma alternativa ao uso de produtos sintéticos. Aliado a isto, o revestimento de sementes tem sido uma técnica que garante a fixação de defensivos agrícolas (inseticidas e fungicidas) e outros materiais à superfície das sementes, auxiliando estas na germinação. Diante o exposto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o potencial de defensivos sintético e natural, associados à polímero para o controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim. Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, Campina Grande, Paraíba. Sementes de amendoim (cultivar BR1) foram tratadas com inseticida (imidacloprido), fungicida (carboxin + thiram) e extrato aquoso das folhas de nim, associando-se ou não ao polímero, compondo os seguintes tratamentos: extrato aquoso de nim; inseticida; fungicida; polímero; polímero + inseticida; polímero + fungicida; polímero + extrato aquoso de nim (25%); e extrato aquoso de nim (50%), tendo como testemunha, sementes sem nenhum tratamento. Realizaram-se três bioensaios. O primeiro sobre eficiência dos produtos sobre adultos, avaliou o Número de Insetos Mortos (N°IM), Número de Ovos (N°O) e Número de Sementes Perfuradas (N°SP) durante 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de armazenamento. A eficiência dos produtos sobre os adultos foi calculada pelo método de Abbott (1925). Os dados foram submetidos à Análise de Variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as médias quando necessário foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Adicionalmente foi realizada uma análise de correlação entre as principais variáveis. O segundo bioensaio, avaliou o potencial dos produtos em repelir adultos de *A. diaperinus*, utilizando-se para isto arenas circulares, tendo na base, seis recipientes distribuídos de forma equidistante entre si. Foram distribuídas de forma alternada, sementes sem tratamento e sementes que receberam um dos tratamentos mencionados anteriormente. No centro da arena liberou-se 15 casais de *A. diaperinus* e após 24 h, registrou-se o número de insetos em cada recipiente. As escolhas de *A. diaperinus* foram analisadas utilizando o teste do Qui-quadrado ($P \leq 0,05$). Calculou-se ainda o Índice de Repelência (IR), submetendo-o à Análise de Variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as médias foram comparadas quando necessário pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). O terceiro bioensaio avaliou a sobrevivência das larvas mantidas no pó das sementes tratadas com os produtos do primeiro bioensaio. Avaliou-se a

sobrevivências das larvas até o décimo dia após a liberação das mesmas no substrato. Com o número de larvas vivas em cada tratamento, realizou-se uma Análise de Sobrevivência pelo teste *Log-Rank* utilizando o método *D. Collet*, comparando-se individualmente a sobrevivência de larvas submetidas aos produtos, com a sobrevivência das larvas na testemunha. Os tratamentos com inseticida e fungicida, associados ou não ao polímero foram eficientes para o controle dos insetos, com reduções no N°O e N°SP. Para repelência, a associação do inseticida, fungicida ao polímero apresentou os melhores resultados para o IR. As larvas submetidas ao pó das sementes tratadas com inseticida, fungicida e polímero + inseticida tiveram suas sobrevivências alteradas negativamente, com 100% de mortalidade em até 120 horas. Os tratamentos com extrato de nim, associado ou não ao polímero não exerceram efeito significativo sobre nenhuma das variáveis estudadas.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea*, pragas de armazenamento, imidacloprido, carboxin + thiram, *Azadirachta indica*

**SYNTHETIC AND NATURAL PESTICIDES ASSOCIATION TO POLYMER
AIMING THE CONTROL OF *Alphitobius diaperinus* (PANZER, 1797)
(COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE) ON PEANUT SEEDS**

ABSTRACT: Under storage conditions, seeds can be attacked by pest insects. For their protection, the neem (*Azadirachta indica* A. Juss) has been shown as one alternative to synthetic products. In addition, seeds recovering has been a technique which guarantees insecticides and fungicides fixation and other materials on seeds surface, aiding the seeds germination. Thus, this work aimed evaluate the potential of synthetic and natural products associated to polymer to the control of *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) on peanut seeds. Bioassays were carried out at the Laboratory of Entomology of Embrapa Cotton, Campina Grande, Paraíba. Peanut seeds (cultivar BR1) were treated with insecticide (imidacloprid), fungicide (carboxin + thiram) and aqueous extract of neem leaves, associated or not to polymer, constituting the followed treatments: aqueous extract of neem, insecticides, fungicides, polymer, polymer + insecticide, polymer + fungicide, polymer + aqueous extract of neem (25%) and aqueous extract of neem (50%) and control (seeds without treatment). Three bioassays were accomplished. The first one about products efficiency on adult insects, evaluated the Number of Dead Insects, Eggs and punched seeds during 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days of storage. The products efficiency on adult insects was calculated by Abbott method (1925). Data were submitted to Variance Analysis by F test ($P \leq 0,05$) and means compared by Scott-Knott test ($P \leq 0.05$), when necessary. Additionally, a correlation analysis between the principal variables, were realized. the second bioassay evaluated the products capacity in repelling *A. diaperinus* adults, by using circular arenas, with six recipients in its basis distributed in an equidistant way among them. Seeds without treatment and with one of the treatments mentioned before were distributed by alternative way. In the center of the arena 15 *A. diaperinus* couples were released and after 24 hours the number of insects in each recipient was recorded. *A. diaperinus* choices were analyzed using the Chi-Square test ($P \leq 0.05$). The Repellence Index was also calculated, submitting it to Variance Analysis test ($P \leq 0.05$) and means compared by Scott-Knott test ($P \leq 0.05$) when necessary. The third bioassay evaluated larval survival kept in seed powder treated with the products of the first bioassay. Larvae survival until ten days after insect release in the substrate was evaluated. By the number of alive larvae in each treatment, a survival analysis using *Log-rank* test (D. Collet Method) was accomplished, in which the survival of larvae submitted individually to products were compared to the survival of larvae in the control. The treatments

with insecticide and fungicide, associated or no to polymer were efficient to control insects, reducing the number of eggs and punched seeds. For repellence, the association of insecticide e fungicide to polymer presented the best results for the Repellence Index. Larvae submitted o seeds powder treated with insecticide, fungicide and polymer + insecticide obtained their survival negatively altered, with 100% of mortality within 120 hours. Treatments with neem extract, associated or not to polymer, did not affected significantly on none of the variable.

Key-words: *Arachis hypogaea*, storage pests, imidacloprid, carboxin + thiram, *Azadirachta indica*

1. INTRODUÇÃO

O amendoim é uma leguminosa de origem sul-americana, rica em vitaminas, proteínas e óleo. É cultivado principalmente em regiões tropicais e sua exploração comercial é realizada também em países de clima temperado. Apesar de ser uma planta mesófila, é adaptada às condições extremas de disponibilidade hídrica, sendo cultivada tanto no trópico úmido como no trópico semiárido (Belletini & Endo, 2001).

Com o armazenamento, algumas características desejáveis nas sementes podem ser alteradas, devido a uma série de fatores. Dentre esses, a presença de insetos-praga é sem dúvida um dos mais importantes, pois esses insetos reduzem o valor qualitativo e quantitativo das sementes, uma vez que deixam excrementos, insetos mortos, larvas, sementes furadas e, além disso, a massa de sementes atacada por insetos adquire odor desagradável (Gallo et al., 2002).

Dentre as pragas de armazenamento, *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) é considerada secundária, podendo infestar vários produtos, inclusive amendoim. Além disso, as larvas desse inseto são vetores de diversos patógenos, como *Salmonella typhimurium* (Loeffler, 1892), *Escherichia coli* (Migula, 1895), *Aspergillus* spp. e *Staphylococcus* spp. (Dunford & Kaufman, 2009).

O emprego de inseticidas e fungicidas é comum no tratamento de sementes, podendo também ser utilizado em conjunto com polímeros (Santos et al., 2010; Queiroga et al., 2011). Por outro lado, o nim tem sido amplamente utilizado para controle de fungos e insetos (Coitinho et al., 2006; Silva & Pereira, 2008; Marcomini et al., 2009; Costa et al., 2010).

De acordo com Baudet & Peske (2007), os polímeros têm importante papel no revestimento de sementes, formando uma nova camada, o mesmo pode ser aplicado simultaneamente à semente com qualquer outro produto, seja para proteger contra condições do ambiente, patógenos, insetos ou para melhorar as condições de germinação da semente e emergência das plântulas.

Segundo Baudet & Peske (2007), a associação de polímero + fungicida + inseticida para o tratamento das sementes, é um investimento financeiro baixo que pode gerar grande retorno ao produtor. A aplicação de forma eficiente é fundamental para garantir que todas as sementes sejam revestidas com produto químico em quantidade apropriada e assim o tratamento das sementes possa mostrar seu real potencial.

O nim tem sido testado para controle de pragas tanto em nível de campo ou no armazenamento, utilizando-se das várias partes da planta, como raízes, caule, folhas, frutos e

sementes e aplicado mais comumente na forma de pó, extratos e óleos, diretamente sobre os insetos ou sobre os recursos dos quais eles fazem uso. Diversas pesquisas têm sido realizadas nos últimos anos, com intuito de estudar os efeitos do nim sobre diversas pragas, em especial as que fazem uso de produtos armazenados como recurso, obtendo bons resultados no controle dessas pragas (Martinez, 2002).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de produtos sintéticos e extrato de nim combinado ou não a polímero em recobrimento de sementes no controle de *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a eficiência de inseticida, fungicida e extrato aquoso de nim, associado ou não a polímero, no tratamento de sementes de amendoim armazenadas, contra adultos *Alphitobius diaperinus* e sua oviposição.
- Avaliar o número de sementes perfuradas por adultos de *A. diaperinus* em sementes de amendoim tratadas com inseticida, fungicida e extrato aquoso de nim, associado ou não a polímero.
- Estudar a repelência de inseticida, fungicida e extrato aquoso de nim, associado ou não a polímero sobre adultos de *A. diaperinus*.
- Avaliar a sobrevivência de larvas de *A. diaperinus* submetidas a sementes de amendoim tratadas com inseticida, fungicida e extrato aquoso de nim associado ou não a polímero.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Amendoim (*Arachis hypogaea* L.)

O gênero *Arachis* L. possui nove divisões e apresenta maior relevância econômica por acolher a espécie *Arachis hypogaea* L., ou seja, o amendoim cultivado (Veiga et al., 2001). O gênero é formado por aproximadamente 80 espécies, e sua distribuição natural é limitada ao Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai (Valls, 2005).

A. hypogaea é uma dicotiledônea que pertence à família Legumiosae, subfamília Papilonoideae. Originário da América do Sul é uma das oleaginosas mais cultivadas no mundo. A espécie *A. hypogaea* subdivide-se em duas subespécies, *Arachis hypogaea* L. subespécie *hypogaea* e *Arachis hypogaea* subespécie *fastigiata* (Graciano, 2009).

O amendoim era muito utilizado na dieta dos indígenas no período da colonização, por possuir grande quantidade de óleo, proteínas e vitaminas. Atualmente, grande parte dos países consome e conhece o amendoim, devido principalmente ao inigualável sabor e versatilidade de uso na culinária e indústria (Santos, 2005).

Quanto as características nutricionais do amendoim, Araújo et al. (2007) demonstraram que em uma amostra de 100 gramas, o mesmo apresenta quantidades elevadas de lipídios (34%), proteína (33%), além de ferro (2,3 mg), fósforo (263 mg), sódio (63 mg) e potássio (328 mg), podendo variar com a cultivar utilizada.

É uma leguminosa que possui frutificação do tipo geocarpia, ou seja, a flor aérea, quando fecundada, produz um fruto subterrâneo. O mesmo possui flores amarelas, que surgem no ramo principal, em grupos de número variável, podendo também apresentar flores nos ramos secundários, variando com a variedade ou o tipo vegetativo. De forma geral, todas são hermafroditas e férteis, autógamas, havendo poucos cruzamentos naturais (Cooperbio, 2012).

A nível mundial, a China se destaca como maior produtor de amendoim (14.764.841 t), produzindo cerca de 40% de todo amendoim do mundo, mesmo possuindo a segunda maior área plantada (4.398.431 ha). Em seguida está, Índia (5.510.000 t), Nigéria (2.969.260 t) e Estados Unidos (1.673.010 t), produzindo aproximadamente 15, 8 e 5% da produção mundial respectivamente (FAO, 2009).

No Brasil, a região maior produtora é a Sudeste, com 211.753 toneladas, correspondendo a 81% de toda produção nacional, onde grande parte da produção se deve ao estado de São Paulo, que produz 77% da produção nacional (202.272 t). Em seguida estão os

estados de Tocantins (11.137 t), Paraná (9.932 t), Minas Gerais (9.481 t) e Bahia (8.431 t), com produções bem inferiores em comparação ao estado de São Paulo. Dentre os municípios paraibanos, Mogeiro se destaca por produzir 46% da produção estadual (IBGE, 2010).

Há algumas décadas, o Brasil ocupava papel importante na produção de amendoim, tanto no mercado interno (óleo vegetal) como no mercado externo (subprodutos). Contudo, na década 1970 teve início a problemas mercadológicos, políticos e tecnológicos que ocasionaram redução do cultivo nacional e conseqüentemente, alteraram os aspectos de mercado desta oleaginosa (Freitas & Margarido, 2003).

Segundo Brasil (2011), existem 24 cultivares de amendoim registradas, desenvolvidas pela Embrapa (BR1, BRS-151-L7, BRS Havana e BRS Pérola Branca), Instituto Agrônômico – IAC (IAC 127, IAC 137, IAC 147, IAC 213, IAC 22, IAC 5, IAC 503, IAC 505, IAC 8112, IAC Oirã, IAC Poitara, IAC Tupã, IAC-Caiapó, IAC-Tatú-ST, Runner IAC 886 e Tatu Vermelho), Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR (Iapar 25 – Tição), El Carmen Sementes do Brasil LTDA (GRANOLEICO) e Wilco do Brasil LTDA (Olin e Tamrum OL 01).

A cultivar BR1 lançada pela Embrapa Algodão em 1994, foi obtida dos genótipos CNPA 95 AM, CNPA 96 AM e Sapé Roxo, sendo criada para atender especialmente os produtores do Nordeste. Dentre suas características, destaca-se a precocidade, produtividade e adaptação às condições fisiográficas do Nordeste brasileiro. Possui ciclo de aproximadamente 89 dias e apresenta hábito de crescimento ereto, suas vagens contem de 3 a 4 sementes, sendo as mesmas arredondadas e de coloração vermelha (Santos et al., 2005).

Por ser bem adaptado às condições dos trópicos e possuir valor econômico superior a outras culturas como feijão e milho, o amendoim se apresenta como uma boa alternativa para melhorar a renda de pequenos agricultores no Brasil, especialmente no Nordeste (Pimentel, 2000).

Apesar de amendoim possuir várias características favoráveis a um bom desenvolvimento, o mesmo pode ser atacado por insetos durante seu ciclo fenológico, tanto pela parte subterrânea, como pela parte aérea, reduzindo seu desenvolvimento e conseqüentemente sua produção. Além disso, existem pragas que atacam o amendoim armazenado, a exemplo de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Almeida, 2005; Albuquerque & Santos, 2006). Além destes insetos associados ao amendoim armazenado, *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) é considerada também praga secundária (Rao et al., 2010).

3.2 *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)

Com mais de 10.000 espécies de insetos conhecidos, a família Tenebrionidae apresenta 100 espécies associadas a produtos armazenados. Diversos deles estão entre as mais importantes pragas secundárias de produtos alimentícios armazenados. Os adultos dessas espécies medem de 3 a 10 mm de comprimento, são de cor castanho-avermelhada ao preto, achatados e de lados paralelos. As larvas são ativas e bem esclerosadas (Centreinar, 2011). Um dos membros dessa família é a espécie *Alphitobius diaperinus*, considerada praga secundária de grãos, que alimenta-se de produtos de cereais e de ração animal, preferindo os que se encontram úmidos e levemente mofados. É praga importante em locais de criação de aves, onde pode disseminar várias doenças, podendo também disseminar certos patógenos humanos como *Salmonella* (Dobie et al., 1984).

A. diaperinus teve origem provavelmente na África, sendo bem adaptado as condições quente e úmido. Sua ocorrência é relatada em quase todos os continentes, estando presente na América do Norte, América Central, América do Sul, Europa, Norte, Sul e Sudeste da Ásia, África, Oceania e na Bacia do Mediterrâneo, infestando os mais diversos produtos, como farinhas, trigo, cevada, arroz, aveia, soja, feijão-caupi e amendoim. Esse inseto também pode ser relatado com outros nomes científicos, como: *Alphitobius mauritanicus* (Curtis) Stephens (1832), *Heterophaga diaperina* (Panzer) Redtenbacher (1849), *Heterophaga opatroides* (Dejean) Dejean (1833), *Phaleria diaperinus* (Panzer) Latreille (1804), *Uloma mauritanica* Curtis (1831) e *Uloma opatroides* Dejean (1821) (Padil, 2013).

Em relação às características morfológicas dessa espécie, em seus diferentes estágios de vida, Chernaki & Almeida (2001b), descreveram que os ovos apresentam cório (casca) translúcido e frágil, com coloração branco leitosa brilhante, possuindo substância adesiva, por meio da qual se aderem entre si e ao substrato, medindo em média 1 mm de comprimento por 0,5 mm de largura. As larvas possuem corpo alongado e afilado, com tegumento de coloração marrom, esclerotizado, medindo em média 13 mm de comprimento por 1,7 mm de largura. As pupas possuem apêndices livres e coloração amarela pálida, tornando-se com o tempo, mais escura em algumas partes do corpo e medem em média 6,5 mm de comprimento por 2,5 mm de largura. Os adultos apresentam corpo ovalado, tegumento marrom escuro, quase negro, brilhante, medindo cerca de 6 mm de comprimento e 3 mm de largura.

O ciclo biológico de *A. diaperinus* de forma geral completa-se em 55 dias, a 27°C e 80% de UR. As larvas eclodem após cinco dias da oviposição, de coloração esbranquiçada e com 1,5 mm de comprimento. O período larval é de aproximadamente 38 dias, período em

que as larvas passam por até 11 ínstaes, chegando a atingir 13 mm, estágio em que apresentam coloração marrom escuro (Vergara & Gazani, 1996). O período pupal é de aproximadamente cinco dias, emergindo adultos que apresentam coloração branca, e ao passar quatro dias, apresentam a cor marrom. Os adultos iniciam o acasalamento após 20 dias da emergência (Silva et al., 2005) apresentando longevidade média superior a 400 dias (Preiss & Davidson, 1971).

Chernaki & Almeida (2001a) observaram que a 22°C o tempo de desenvolvimento é maior para todas as fases, contudo a sobrevivência é baixa. Observaram ainda que a temperatura de 31°C foi a mais adequada para as fases imaturas, com boa taxa de sobrevivência. Temperaturas abaixo de 16,5°C contribuem de forma eficiente para o controle dessa praga, pois o desenvolvimento das fases imaturas é limitado.

Rueda & Axtell (1996) estudando o desenvolvimento de *A. diaperinus* em cinco temperaturas (20, 25, 30, 35 e 38° C) observaram que para todas as fases de desenvolvimento desse inseto, a temperatura de 30° C foi melhor, exceto para o estágio de pupa, onde a temperatura de 35° C proporcionou 95% de sobrevivência.

Quanto ao dimorfismo sexual de *A. diaperinus*, Hewlett (1958) observou que nas fêmeas, os esporões localizados no vértice das tíbias das pernas média e posterior são retos, enquanto que nos machos um dos esporões é curvo voltado para dentro. A determinação instantânea utilizando esses caracteres com o besouro vivo não é possível devido à atividade do besouro e à necessidade para a orientação ideal à observação dos esporões de forma conclusiva. A imobilização geralmente é necessária e isto pode ser uma prática tediosa quando um grande número de indivíduos necessita ser analisado. Os caracteres sexuais secundários que distinguem a pupa do macho e pupa da fêmea, são observados na parte ventral posterior do abdômen, no último segmento. Ambos os sexos retêm os “urogonfos” larvais, porém as fêmeas tem um par extra de projeções musculares esclerotizadas. A porção ventral posterior dos machos possui pequenas papilas, porém nenhuma projeção definida (Barké & Davis, 1967).

3.3 Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e sua atividade inseticida

Nas últimas décadas tem ocorrido um incremento no número de estudos voltados para a interação química inseto–planta, utilizando metabólitos secundários ou aleloquímicos de plantas visando ao controle de pragas. Até o início da década de 1960, o papel do metabolismo de plantas era muito obscuro. A partir daí, esta situação começou a mudar, em

vista do interesse que alguns pesquisadores por estas substâncias e pela complexa interação das plantas com os insetos (Harbone, 1982).

Segundo Tavares (2002), as plantas que primeiro foram usadas como inseticidas naturais foram a *Nicotiana tabacum* (*Solanaceae*) dando origem a nicotina, o *Chrysanthemum cinerariaefolium* (*Asteraceae*) de onde se extrai a piretrina, *Derris* sp. e *Lonchocarpus* spp. (*Fabaceae*), que dão origem a rotenona, a *Schoenocaulon officinale* (*Liliaceae*) de onde se extrai a sabadina e outros alcalóides e a *Rhynchospora speciosa* (*Flacourtiaceae*) que dá origem a rianodina. Atualmente entre as espécies mais utilizadas como inseticidas naturais, destaca-se o nim (*Azadirachta indica*).

O nim é uma planta natural do sudeste da Ásia e do subcontinente indiano. Pertence à família Meliaceae, que inclui espécies como o cinamomo, o cedro e o mogno. É uma planta de clima tropical, resistente à seca, de crescimento rápido, copa densa, chegando a alcançar 15 m de altura, podendo ser cultivada em regiões de clima quente e solos bem drenados (Soglia et al., 2006).

O nim possui diversas utilidades, sendo utilizado na medicina, na indústria de cosméticos, como fertilizante, em programas de reflorestamento e sistemas agroflorestais e defensivos naturais. O princípio ativo azadirachtina, tem demonstrado grande eficácia no controle de diversas pragas que atacam plantas e animais (Soares et al., 2006).

A azadirachtina interfere de forma negativa e variada no desenvolvimento dos insetos pela sua semelhança com o hormônio da ecdise, alterando a metamorfose, podendo em grandes concentrações, impedir a ecdise. Devido a isto, as fases imaturas dos insetos são mais susceptíveis. Não causa a morte instantânea do inseto, devido ao seu efeito fisiológico e provoca distúrbios na alimentação. Assim o desenvolvimento dos insetos fica retardado, podendo o nim repelir adultos e afetar a postura quando o substrato for tratado. Os insetos mastigadores são os mais afetados, pois o nim possui maior efeito quando o inseto vem a ingerir o recurso que foi tratado com ele (Soares et al., 2006).

Para controle de pragas tanto em nível de campo ou no armazenamento, o nim tem sido testado utilizando-se das várias partes da planta, como raízes, caule, folhas, frutos e sementes e aplicado mais comumente na forma de pó, extratos e óleos, diretamente sobre os insetos ou sobre os recursos dos quais eles fazem uso. Diversas pesquisas têm sido realizadas nos últimos anos, com intuito de estudar os efeitos do nim sobre diversas pragas, em especial as que fazem uso de produtos armazenados como recurso, obtendo bons resultados no controle dessas pragas (Martinez, 2002).

Dentre as várias pesquisas, pode-se destacar o trabalho de Reddy & Singh (1998), que visando controlar *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae) com o óleo volátil de *A. indica* em seis doses (5, 10, 25, 50, 100 e 200 µL) e cinco tempos de exposição (1, 6, 12, 24 e 48 h), obtendo mortalidades de 100% quando os insetos foram expostos às doses de 200, 100 e 50 µL por períodos a partir de 1, 12 e 24 h, respectivamente. Os autores ainda observaram atividade ovicida do óleo, com 100% de eficiência nas doses de 100 e 200 µL, quando expostos por 3 e 5 dias.

Oliveira & Vendramim (1999), estudando a capacidade repelente de pós vegetais ou óleos essenciais de quatro espécies vegetais e dentre elas, *Azadirachta indica* sobre *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), verificaram que nas doses, 0,5; 2,5 e 5,0 ml/kg de sementes, o óleo de sementes de *A. indica*, causou repelências de 29,6; 76,7 e 89,4%, respectivamente, sendo considerada como a segunda espécie mais eficiente.

Almeida et al. (2004), trabalhando com extratos alcoólicos de *Anthemis nobilis*, *A. indica*, *Camellia sinensis*, *Croton tiglium*, *P. nigrum*, para controle de *C. maculatus*, observaram relação direta entre a dose aplicada e mortalidade dos insetos, verificando que os extratos de *A. indica* e *P. nigrum* causaram 100% de mortalidade aos adultos de *C. maculatus*, quando os mesmos foram expostos por período igual ou superior a 20 minutos.

Anwar et al. (2005) visando o controle de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1972) (Coleoptera: Bostrychidae), *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Trogoderma granarium* (Everts, 1898) (Coleoptera: Dermestidae), utilizando óleo de nim em quatro concentrações (5, 10, 15 e 20%) em três períodos de armazenamento (30, 60 e 90 dias), constataram que a mortalidade de todos os insetos estudados foi maior a medida que se aumentou a concentração do óleo utilizada. Por outro lado, quando se analisou a mortalidade dos insetos entre os períodos de armazenamento, observou-se que o óleo não controlou os insetos com a mesma eficiência entre os três períodos de armazenamento, com um aumento gradativo do número de indivíduos com o aumento do tempo de armazenamento.

Odeyemi & Ashamo (2005), testaram os extratos de folhas e amêndoas do nim, para controle de *T. granarium*, em seis doses (0, 50, 150, 250, 350 e 500 mg/mL) em amendoim, observaram que o extrato preparado a partir de folhas de nim foi mais eficiente, com 60 e 24% de mortalidade para adultos e larvas respectivamente. Os autores ainda avaliaram o efeito desses extratos sobre a capacidade germinativa das sementes de amendoim e observaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, com porcentagem média de germinação de 90%.

Kanvil et al. (2006), avaliaram a atividade repelente de extratos de diversas estruturas de *Saussurea lappa* (raiz), *Peganum harmala* (semente), *Valeriana officianalis* (raiz) e óleo de *A. indica* (semente) contra *T. castaneum*, por quatro períodos de exposição (1, 2, 4 e 8 semanas) e em três doses (250, 500 e 1000 µg/cm²), observaram que o óleo de *A. indica* causou repelências médias de 51, 48 e 34% quando utilizou-se doses de 1000, 500 e 250 µg/cm² respectivamente.

Parugrug & Roxas (2008), avaliaram a capacidade de repelência dos pós de folhas de *A. indica*, *Cymbopogon citratus*, *Lantana camara*, *Ocimum basilicum* e *Tagetes erecta* contra *S. zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: Curculionidae), observaram que o pó de *A. indica*, *L. camara* e *C. citratus* causaram as maiores taxas de repelência, quando os insetos foram expostos por 5, 4 e 2 horas respectivamente. Os demais pós tiveram taxas de repelência satisfatórias, contudo, inferiores aos citados acima.

Selase & Getu (2009), verificaram a capacidade do pó de sementes ou folhas de *Jatropha curcas*, *Datura stramonium*, *Chenopodium ambrosioides*, *Phytoloca dodecondra*, *A. indica* e *Parthenium hysterophorus* em controlar *Z. subfasciatus*, constataram que os pós de *C. ambrosioides* e *A. indica* na concentração 10 e 15g/150g respectivamente (peso pó/massa de sementes) foram os únicos que inibiram 100% a geração F1.

Souza & Trovão (2009), utilizaram extratos secos de nim (*A. indica*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), craibeira (*Tabebuia caraiba*), faveleira (*Cnidoculus quercifolius*), para tratar grãos de milho, contra *S. zeamais*, observaram que apenas o *A. indica* combateu esse inseto com 70% de mortalidade de adultos e a espécie *C. quercifolius* foi considerada pelos autores como ovicida e/ou larvicida.

Marcomini et al. (2009), estudaram a atividade inseticida de extratos vegetais de *Annona muricata*, *C. ambrosioides*, *Eucalyptus grandis*, *Melia azedarach*, *O. basilicum*, *Ruta graveolens* e *T. erecta*, e um óleo comercial à base de nim, *A. indica* (Dalneem®) sobre *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae) e observaram que o óleo a base de nim causou 97,5% de mortalidade aos adultos. Ainda observaram que esse efeito foi maior quando aplicado diretamente sobre os insetos.

Iqbal et al. (2010), avaliaram o potencial repelente de extratos de sete plantas contra *T. castaneum*, em três doses (1600, 800 e 400 µg/cm²) e quatro períodos de exposição (1, 2, 4 e 8 semanas), constataram que dentre essas plantas, *A. indica* causou uma das maiores repelências, com percentagem média de 75, 68 e 63% quando os mesmos foram expostos respectivamente às doses 1600, 800 e 400 µg/cm².

Azevedo et al. (2010), avaliaram a bioatividade do óleo de nim sobre *A. diaperinus*, observaram que o óleo de nim causou mortalidades acima de 74,92% aos 90 dias do armazenamento, quando utilizou-se as concentrações de 3 e 4%. Os autores ainda observaram que o óleo conferiu proteção às sementes de amendoim, em todas as concentrações, nos períodos estudados, visto que afetou todos os descendentes de *A. diaperinus* da geração F1.

3.4 Revestimento de sementes

O revestimento de sementes não é uma técnica recente e constitui-se em uma solução para vários empecilhos na produção das culturas e tem como objetivo fundamental garantir a plantabilidade das sementes (Gadotti & Puchala, 2010).

Segundo Baudet & Peres (2004), essa técnica de revestimento de sementes, foi usada pela primeira vez, pelos chineses, para revestir sementes de arroz, para que assim elas afundassem. Em outro momento, essa técnica foi utilizada em sementes de hortaliças, permitindo a uniformização do tamanho e da forma das mesmas, conseqüentemente os custos das lavouras foram reduzidos, devido a não mais ser necessário raleio dos canteiros para uniformizar o estande.

Baudet & Peske (2007) mencionam que a associação de polímero + fungicida + inseticida para o tratamento das sementes, é um investimento financeiro baixo que pode gerar grande retorno ao produtor. A aplicação de forma eficiente é fundamental para garantir que todas as sementes sejam revestidas com produto químico em quantidade apropriada e assim o tratamento das sementes possa mostrar seu real potencial.

Existem algumas formas de revestimento de sementes, que pode ser a peliculização, incrustação, peletização ou encapsulamento. A peliculização consiste no recobrimento feito às sementes com um polímero, possuindo este a capacidade de semipermeabilidade em água. Além do mais, possui excelente capacidade para aderir às sementes. Já a incrustação caracteriza-se por aumentar em até cinco vezes o peso das sementes, com o uso de materiais que não alteram negativamente a germinação, podendo ser utilizados nutrientes, além do polímero, inseticida e fungicida. A peletização assemelha-se a incrustação, contudo o peso da semente pode ser aumentado em até 200 vezes em relação ao peso original (Gadotti & Puchala, 2010). O encapsulamento de sementes caracteriza-se pela cobertura das sementes com um pó, sendo esse o agente encapsulante e por um adesivo, que são combinados em proporções adequadas (Medeiros et al., 2006).

Várias pesquisas têm mostrado a importância do emprego do revestimento de sementes, dentre elas, Pereira et al. (2005) que estudou a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho submetidas a tratamentos fitossanitários em associação com diferentes polímeros, durante o armazenamento, sendo observado que a peliculização não afetou a qualidade fisiológica das sementes de milho e a aplicação de Furazin e/ou Maxin, sobre as sementes de milho, é tecnicamente viável. Sementes de milho de alta qualidade inicial foram tratadas e armazenadas por seis meses, não havendo comprometimento de sua qualidade fisiológica.

Medeiros et al. (2006) trabalhando recobrimento de sementes de cenoura, avaliaram a qualidade fisiológica das mesmas após o recobrimento com aglomerante (vermiculita) e em duas proporções (2:1 e 3:1) e com adição do fungicida Thiram + Carbendazin, observaram que o recobrimento de sementes com fungicida Thiram 600g + Carbendazin 200g, com uma concentração de 0,25%, aglomerante na proporção 3:1 e corante color coat não afetou a qualidade fisiológica das sementes.

Pereira et al. (2009) avaliaram o desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas, bem como a nodulação e o crescimento das plantas e observaram que a peliculização das sementes não interferiu na qualidade fisiológica e sanitária, na nodulação e no crescimento das plantas de soja, independentemente do tratamento fungicida utilizado.

Santos et al. (2010), analisaram o efeito de 14 diferentes materiais de revestimento em associação com tratamento químico sobre desempenho de sementes de *Brachiaria brizantha* durante o armazenamento e observaram que as sementes revestidas com Areia + PVA e Areia + CaSiO₃ + PVA ou polímero, tratadas quimicamente, mantêm sua qualidade fisiológica ao longo dos 12 meses de armazenamento; o tratamento químico com fungicida Carbendazim + Thiram e inseticida Fipronil nas sementes revestidas ou não, foi eficiente no controle de fungos e promoveu melhor desempenho fisiológico ao longo do armazenamento.

Pereira et al. (2011), verificaram o desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas, antes e após o armazenamento e constataram que a peliculização, em associação com fungicidas, não afetou a qualidade fisiológica das sementes de soja e o tratamento de lotes de sementes de soja com os fungicidas thiabendazole+thiram e carbendazin+thiram melhorou seu desempenho e qualidade sanitária.

Queiroga et al. (2011), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas aos processos de encapsulamento com e sem corante em comparação com as sementes apenas tratadas com fungicidas (carboxin e thiran 200 Sc) e inseticida (pirimiphos

methyl) e a testemunha, constataram que o processo de recobrimento de sementes de algodão deslintadas, tratadas com fungicidas e inseticida e encapsuladas, não ocasionou redução na qualidade fisiológica das sementes, e o uso de corante em sementes encapsuladas não alterou a sua qualidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e condições do experimento

Os bioensaios foram realizados no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, Campina Grande, Paraíba, sob condições ambiente, registrando-se a temperatura e umidade relativa do ar diariamente com termo higrômetro com Data logger digital. As temperaturas e umidades relativas dos experimentos encontram-se reunidas na Tabela 1.

Tabela 1. Temperaturas e umidades relativas do ar registradas durante cada bioensaio. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Bioensaio	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Bioensaio 01 – Eficiência sobre adultos	25,14 ± 0,04	70,58 ± 0,30
Bioensaio 02 – Repelência a adultos	26,32 ± 0,04	69,66 ± 0,38
Bioensaio 03 – Sobrevivência de larvas	25,82 ± 0,01	77,21 ± 0,07

4.2 Criação de *Alphitobius diaperinus*

Aproximadamente 100 casais de *A. diaperinus*, adultos, foram colocados em recipientes plásticos (500 mL), com tampa perfurada, tendo como substrato, farelo de milho peneirado (Figura 1A), que segundo Hosen et al. (2004) é um dos substratos que possibilitam o melhor desenvolvimento desse inseto. Os insetos permaneceram nos recipientes por um período de 20 dias para que pudessem copular e ovipositar no farelo de milho, sendo retirados do substrato ao final desse período. Após 30 dias da retirada dos casais do farelo, o mesmo foi revolvido a cada dois dias em busca de pupas (Figura 1B). As pupas encontradas foram separadas por sexo, segundo Chernaki & Almeida (2001b) e agrupadas por semana, em recipientes plásticos com capacidade de 500 mL contendo farelo de milho (Figura 1C), onde os adultos emergiram e permaneceram até o momento de serem utilizados nos bioensaios (Figura 1D)



Figura 1. Criação estoque de *Alphonsoia diaperinus* mantida no laboratório: (A) recipientes de reprodução; (B) pupas; (C) recipientes com pupas sexadas e (D) adulto emergido. Campina Grande, Paraíba, 2013. (Imagens 1B e 1D aumentadas aproximadamente 30x)

4.3 Desenvolvimento de uma mini betoneira para aplicação dos produtos

Para possibilitar a aplicação uniforme dos produtos sobre as sementes de amendoim, foi desenvolvida uma mini betoneira. A mesma foi construída a partir de tubos metálicos quadrados de 20,0 mm de espessura. Lateralmente a mesma possui a forma de um trapézio retângulo, possuindo a base 50,0 cm e a parte superior 22,0 cm e altura de 50,0 cm, formando uma inclinação de aproximadamente 45° (Figura 2A). A mesma possui 40,0 cm de largura e no centro da estrutura metálica, foi acoplada uma furadeira elétrica (Black&Decker - 3/8" KR505 - 500 Watts) para girar o recipiente da betoneira. O acionamento da betoneira é realizado por meio de um interruptor + timer de velocidade (Figura 2B) Com o timer, pode-se escolher a velocidade desejada para uso na aplicação dos produtos. Na parte frontal da estrutura metálica, foi fixado um conjunto de rolamento e eixo, interligando assim o mandril da furadeira e a base do recipiente. O recipiente da betoneira possui capacidade para 8,0 litros

e tem na base um mecanismo de retirada do recipiente para limpeza. Esse mecanismo é travado por um parafuso com porca do tipo borboleta facilitando o manuseio (Figura 2C). No interior do recipiente, foram fixados três misturadores para auxiliar na uniformização da aplicação dos produtos (Figura 2D).

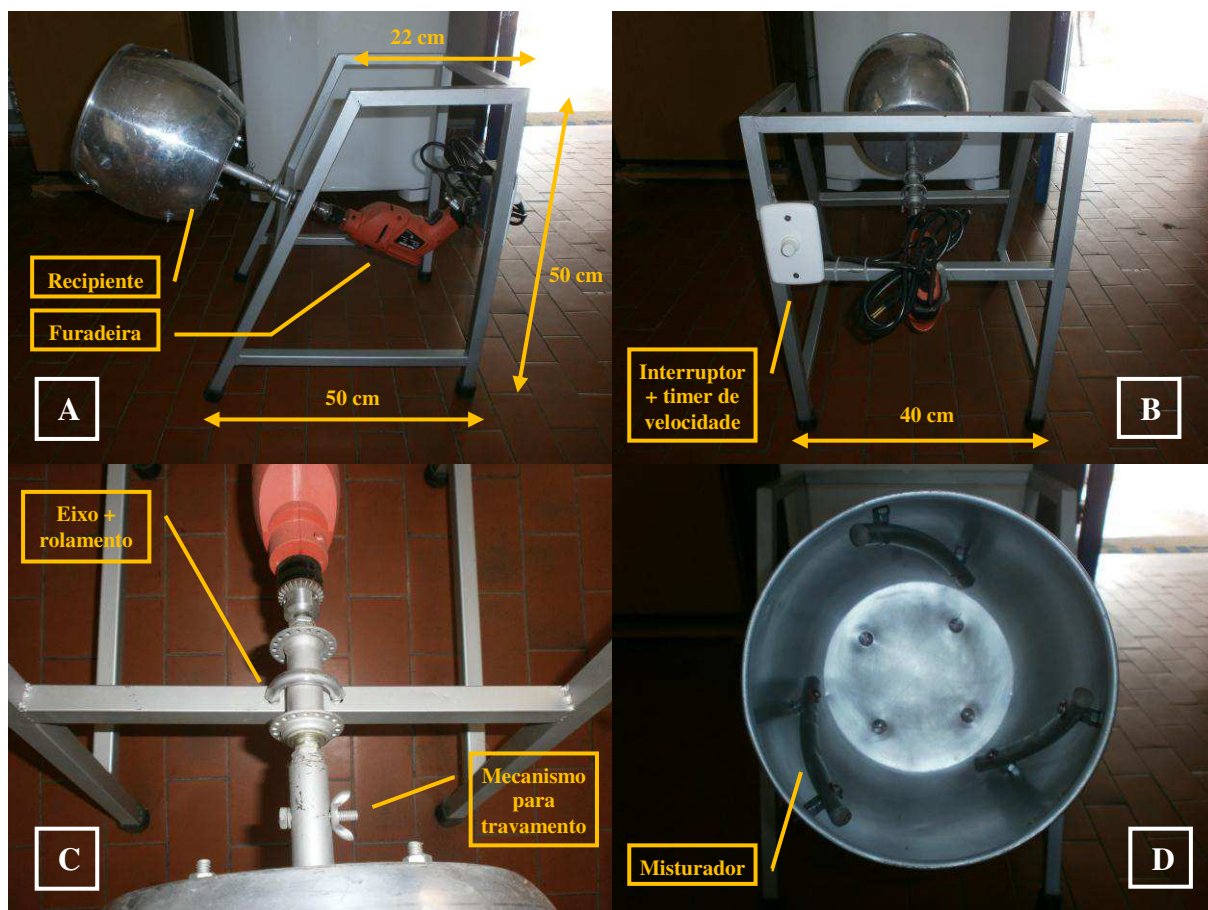


Figura 2. Mini betoneira desenvolvida para aplicação dos produtos em sementes de amendoim, cultivar BR1: (A) visão lateral; (B) visão posterior; (C) ligação entre a furadeira e o recipiente da betoneira e (D) misturadores no interior do recipiente. Campina Grande, Paraíba, 2013.

4.4 Preparação do extrato aquoso das folhas de nim

Galhos e folhas da árvore de nim foram coletados na Embrapa Algodão, na cidade de Campina Grande, Paraíba. De acordo com a metodologia adotada por Siddiq & Baleela (2007) selecionou-se parte da folha, utilizando-a para preparação do pó, como esquematizado na Figura 03. Os folíolos foram secados em estufa a 40° C, durante 48 horas (Oliveira & Vendramim, 1999) e em seguida triturados em mini processador (Black&Decker - HC31 – 100 Watts) até obtenção do pó. O pó foi armazenado em recipiente de vidro com tampa e

mantidos em refrigerador a uma temperatura de 5° C a fim de conservar o princípio ativo presente nos folíolos de nim.

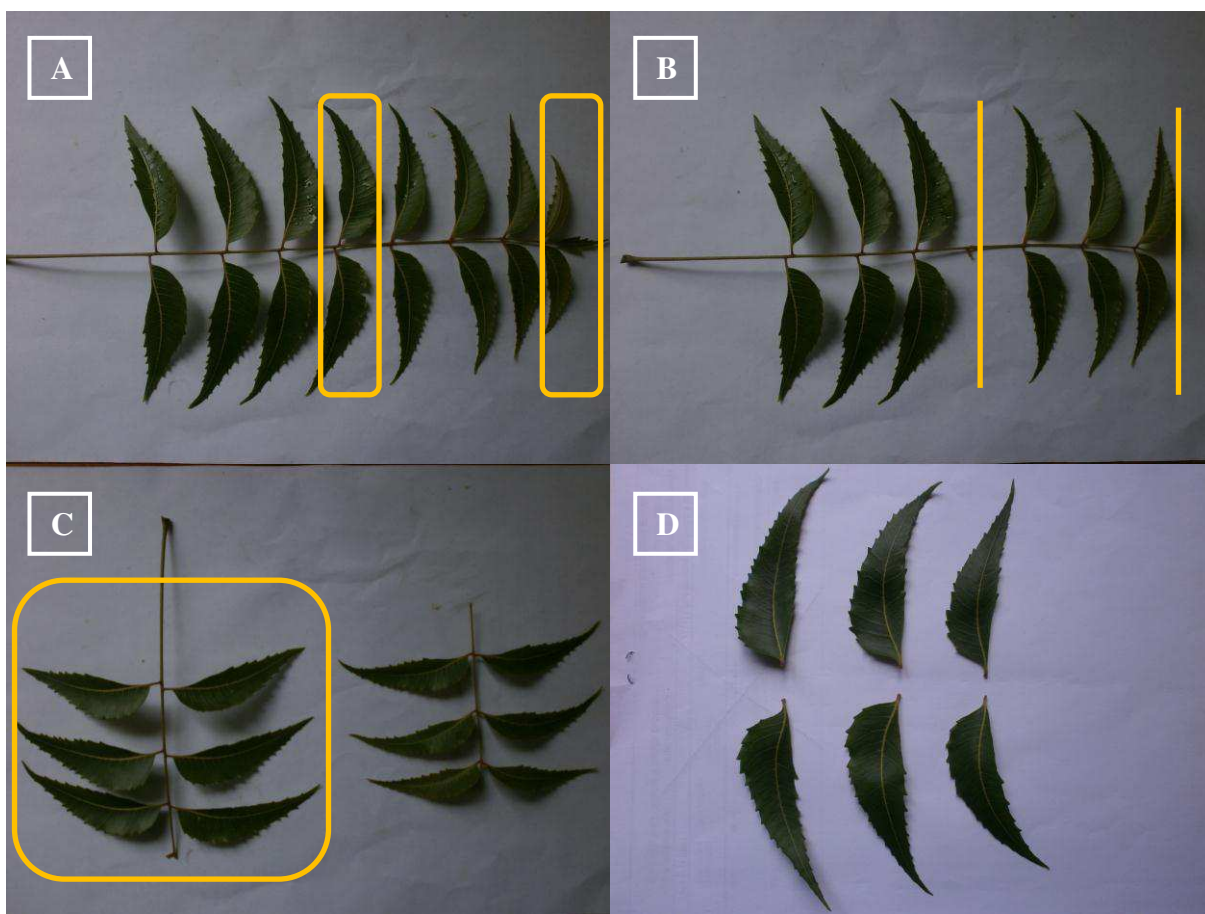


Figura 3. Esquema utilizado para seleção da parte das folhas para preparação do extrato aquoso de nim: (A) folha inteira; (B) retirada dos folíolos da parte mediana e apical; (C) parte selecionada da folha de nim e (D) folíolos utilizados para preparação do extrato aquoso. Campina Grande, Paraíba, 2013.

O extrato aquoso das folhas de nim foi obtido pela imersão do pó em água destilada, na proporção de 1,0 g/10,0 mL (peso pó/volume de água), com agitação, seguido de repouso por 24 horas. Após isso, o extrato foi filtrado com auxílio de tecido *voil* e utilizado logo em seguida nos bioensaios (Marcomini et al., 2009).

4.5 Tratamentos utilizados

As sementes de amendoim receberam tratamento (Tabela 2) com polímero incotec® (10,0 mL/1,0 kg de semente), inseticida (imidacloprido) (1,0 mL/1,0 kg de semente), fungicida (carboxin + thiram) (2,5 mL/1,0 kg de semente) nas doses recomendadas e o extrato aquoso das folhas secas de nim (2,5 e 5,0 mL/1,0 kg de semente) (Figura 4). Com base em

análises visuais a partir de testes preliminares, escolheu-se a quantidade de 50,0% de polímero para compor a calda. O volume de calda utilizado para tratar as sementes, correspondeu a 1,0% do peso total das sementes.

Tabela 2. Tratamentos e descrição da composição das caldas para o tratamento de 1,0 Kg de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamento	Composição da Calda
Testemunha	Não foi aplicado nenhum produto nas sementes
Extrato de nim	5,0 mL de extrato aquoso de nim + 5,0 mL de água destilada
Inseticida	1,0 mL de inseticida + 9,0 mL de água destilada
Fungicida	2,5 mL de fungicida + 7,5 mL de água destilada
Polímero	5,0 mL de polímero + 5,0 mL de água destilada
Pol. + Inseticida	1,0 mL de inseticida + 4,0 mL de água destilada + 5,0 de polímero
Pol. + Fungicida	2,5 mL de fungicida + 2,5 mL de água destilada + 5,0 de polímero
Pol. + Ext. nim (25%)	2,5 mL de ext. aqu. de nim + 2,5 mL de água dest. + 5,0 mL de pol.
Pol. + Ext. nim (50%)	5,0 mL de extrato aquoso de nim + 5,0 de polímero

As sementes de amendoim da cultivar BR 1, foram depositadas no interior do recipiente da mini betoneira, sendo acionada em uma rotação aproximada de 40 rpm. Em seguida, os produtos listados na tabela 02 foram aplicados às sementes com o auxílio de um mini pulverizador com capacidade para 20 mL.



Figura 4. Sementes de amendoim, cultivar BR 1, tratadas com os produtos em estudo: (1) Testemunha; (2) extrato aquoso de nim; (3) inseticida; (4) fungicida; (5) polímero;

- (6) polímero + inseticida; (7) polímero + fungicida; (8) pol. + ext. de nim (25%) e (9) pol. + ext. de nim (50%). Campina Grande, Paraíba, 2013.

4.6 Bioensaio 01 - Eficiência dos produtos sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*

Este bioensaio avaliou a eficiência de produtos sintético e natural sobre *A. diaperinus* sendo constituído por dois fatores. O primeiro fator constituiu-se dos produtos utilizados no tratamento das sementes (Tabela 2) e o segundo dos períodos de avaliação (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias).

Para análise dos dados, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 9 x 6 (Produtos x Períodos de Armazenamento), com seis repetições. Cada unidade experimental foi composta por 30 g de sementes de amendoim, acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade de 150 mL, hermeticamente fechados com tampa, possuindo orifícios para permitir a aeração no interior do recipiente. Em função dos insetos terem entre 30 e 90 dias de idade, os insetos de cada sexo foram colocados em recipientes plásticos antes da distribuição nas unidades experimentais. Cada repetição recebeu 10 casais de *A. diaperinus* e um cartão para oviposição, de cor azul (Oliveira & Almeida, 2010) para coleta e contagem dos ovos desse inseto. Esses cartões foram renovados a cada três dias a fim de registrar o número de ovos antes que as larvas eclodissem.

As variáveis analisadas foram: (1) número de insetos mortos; (2) número de ovos e (3) número de sementes perfuradas. Os dados do número de ovos foram transformados em $\sqrt{x+1}$ e submetidos à Análise de Variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) juntamente com as demais variáveis e as médias comparadas, quando necessário, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$) para o fator qualitativo (produtos) e para o fator quantitativo (períodos de avaliação) empregou-se, regressão na análise de variância. Foi calculada a eficiência dos produtos sobre adultos de *A. diaperinus* pelo método de Abbott (1925). Calculou-se também a infestação pela relação entre o número de sementes perfuradas e o número total de sementes.

Adicionalmente realizou-se uma Análise de Correlação Linear de Pearson, utilizando o teste t ($P \leq 0,05$) entre as variáveis, número de insetos mortos e número de ovos; e número de insetos mortos e número de sementes perfuradas.

4.7 Bioensaio 02 - Teste de repelência dos produtos sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*

Foram testados individualmente os produtos sintéticos e naturais (Tabela 2), para determinar o potencial de repelência contra *A. diaperinus*, utilizando-se para isso, arenas ($\varnothing = 35$ cm), contendo na base seis recipientes plásticos (50 ml), distribuídos de forma equidistante entre si (Figura 5). Em cada recipiente foi colocado sementes de amendoim da cultivar BR 1, sendo que em três desses recipientes foram acondicionadas de forma alternada sementes tratadas com um dos produtos e não tratados. No centro da arena foram liberados 15 casais de *A. diaperinus* (Adaptado de Pedotti-Striquer et al., 2006). O sistema foi fechado com uma tampa transparente de 12 cm de altura, contendo na parte central um orifício telado ($\varnothing = 5$ cm) para facilitar a saída de odores. Uma vez tampadas, as arenas foram cobertas com tecido de cor preto para evitar qualquer efeito da luminosidade na escolha dos insetos. Após 24 horas foi registrado o número de insetos dentro em cada recipiente.

Diariamente as arenas foram lavadas com detergente neutro e posteriormente secadas, enquanto os copos e as sementes de amendoim utilizados no bioensaio foram descartados, utilizando novo material para realização das demais etapas do bioensaio.



Figura 5. (A) Arena utilizada para determinar a capacidade de repelência dos produtos a *Alphitobius diaperinus* e (B) arena coberta com tecido preto. Campina Grande, Paraíba, 2013.

O número de insetos em cada recipiente foi transformado em porcentagem, analisando-se pelo teste do Qui-quadrado (χ^2) ($P \leq 0,05$). Também foi determinado o Índice de Repelência (IR) calculado pela fórmula $IR=2G/(G + P)$, onde $G = \%$ de insetos no tratamento e $P = \%$ de insetos na testemunha. Os valores de IR variam entre 0 - 2, indicando: $IR = 1$, produto neutro; $IR > 1$, produto atraente e $IR < 1$, produto repelente (Lin et al., 1990).

Os valores dos IR foram submetidos à Análise de Variância pelo teste F ($P \leq 0,05$) considerando o delineamento inteiramente casualizado. As médias, quando necessário, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

4.8 Bioensaio 03 – Sobrevivência das larvas de *Alphitobius diaperinus* aos produtos

Para determinar o efeito dos produtos sobre larvas de *A. diaperinus*, selecionou-se da criação estoque do laboratório, larvas com $12,0 \pm 0,3$ mm de comprimento (Figura 6A), possuindo idade entre 40 e 50 dias, que segundo Silva et al. (2005) encontram-se entre o sétimo ou oitavo instar. As mesmas foram alimentadas com o pó das sementes de amendoim tratadas com os produtos sintético e natural (Tabela 2). Foram individualizadas dez larvas por tratamento, utilizando para isso, tubos criogênicos com capacidade para 2,5 mL com tampa, contendo 0,2 g de um dos substratos (Figura 6B). A quantidade de pó foi observada diariamente, sendo acrescentada de acordo com o consumo das larvas para evitar a morte das mesmas por inanição. As avaliações foram realizadas diariamente às 9:00 horas até o décimo dia após a liberação das larvas, registrando-se o número de larvas mortas em cada tratamento. Considerou-se morta, a larva que não apresentou nenhum movimento após leve contato com pincel. Com o número diário de larvas mortas em cada tratamento realizou-se uma análise de sobrevivência pelo teste de *Log-Rank* utilizando o método de *D. Collett* (sem censurados) comparando-se as sobrevivências das larvas nos produtos com a sobrevivência das larvas na testemunha.



Figura 6. (A) Larvas de *Alphitobius diaperinus* com 12,0 mm de tamanho e (B) individualizadas em tubos. Campina Grande, Paraíba, 2013. (Imagem 6A aumentada aproximadamente 10x).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Bioensaio 01 - Eficiência dos produtos sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*

O número médio de insetos mortos em sementes de amendoim, tratadas com os diferentes produtos, independentemente dos períodos de armazenamento está representado na figura 07. Observou-se diferença estatística dentro do fator produtos ($F = 112,20$; $GL = 5:270$; $P < 0,01$) em que os tratamentos com inseticida e polímero + inseticida apresentaram os maiores números de insetos mortos (N°IM) (19,9 e 19,4). Por outro lado, nas sementes de amendoim tratadas com extrato de nim, polímero + extrato de nim (25%) e polímero + extrato de nim (50%) registraram-se os menores N°IM, sendo esses, estatisticamente iguais à testemunha (11,6). Os demais tratamentos apresentaram comportamento intermediário, com N°IM variando entre 16,3 e 18,3.

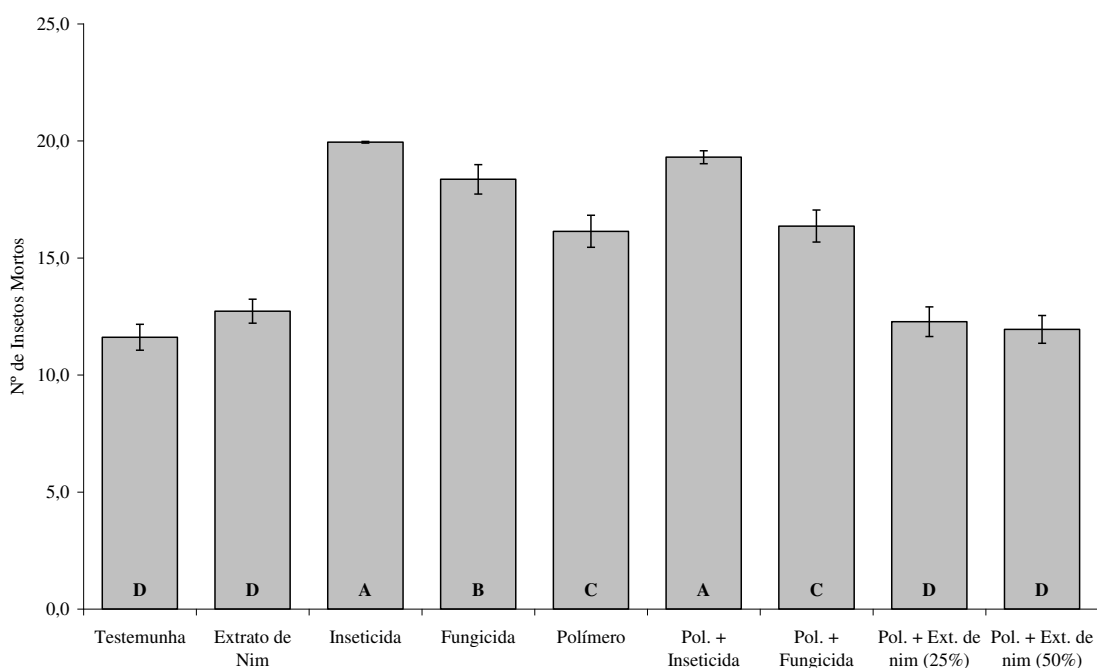


Figura 7. Comparação do número de insetos mortos no fator produtos. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Campina Grande, Paraíba, 2013.

Na Figura 8 estão representados o número médio de insetos mortos, ao longo dos períodos de armazenamento, independentemente dos produtos utilizados. Pela análise de regressão, o modelo de maior grau, que melhor se ajustou aos dados do N°IM em função dos períodos de armazenamento foi o de quarto grau, com coeficiente de determinação de 99%,

sendo significativo a 5%, representando os dados de forma confiável. Foi observada relação direta dos períodos de armazenamento sobre o N°IM, sendo esse número maior aos 15 (10,3) e 30 (14,7) dias de armazenamento. Nos demais períodos, esse número (15,7; 16,7; 17,3 e 17,4) continuou a crescer, contudo, de forma menos acentuada que nos dois primeiros períodos.

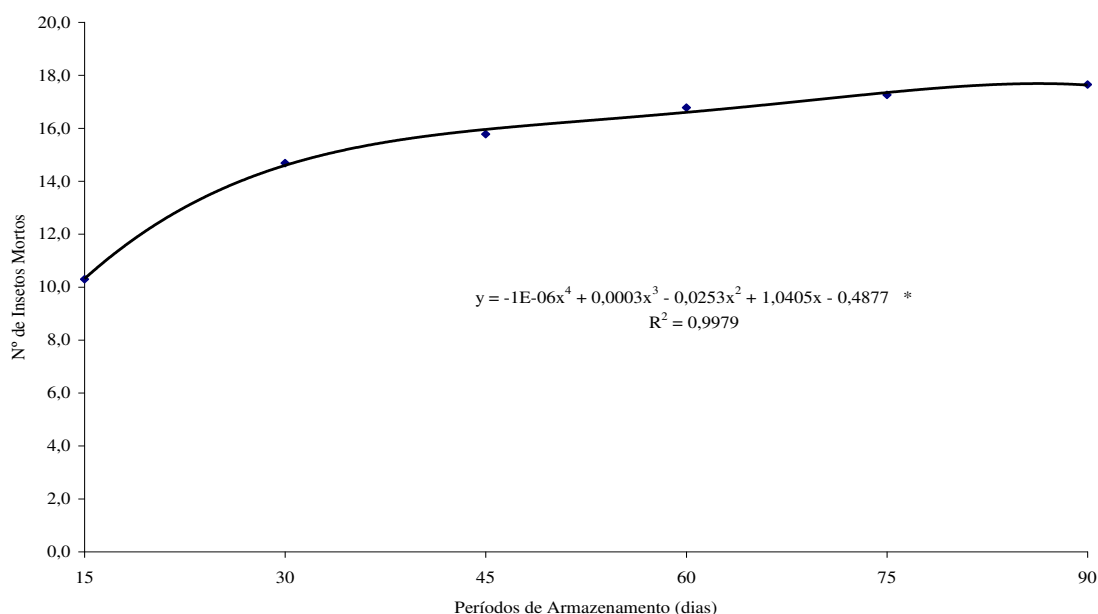


Figura 8. Número médio de insetos mortos nos diferentes períodos de armazenamento (fator períodos). Campina Grande, Paraíba, 2013.

Foi observado efeito significativo da interação entre produtos e períodos de armazenamento para N°IM ($F = 3,27$; $GL = 40:270$; $P < 0,01$). Na Tabela 3, estão relacionadas as médias para N°IM em sementes de amendoim tratadas com os produtos em estudo, em cada um dos períodos de armazenamento.

Assim, observou-se diferença estatística entre os produtos em todos os períodos de armazenamento. Aos 15 dias, o tratamento com inseticida causou mortalidade de forma mais efetiva nos adultos de *A. diaperinus* (19,66). De forma semelhante, o tratamento com polímero + inseticida apresentou N°IM elevado (15,8), apesar de ter sido estatisticamente diferente do tratamento com inseticida apenas. Ao contrário, os tratamentos com Extrato de nim, Polímero + Extrato de nim (25%) e Polímero + Extrato de nim (50%) proporcionaram as menores mortalidade aos adultos, com N°IM de 7,83, 6,00 e 7,00 respectivamente, não diferindo estes da testemunha (6,66). Os demais tratamentos apresentaram médias variando entre 9,16 (Polímero + Fungicida) e 10,33 (Polímero)

Tabela 3. Médias¹ ± Erro Padrão do número de insetos mortos nos diferentes produtos em cada período de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamentos	Períodos de Armazenamento (dias)					
	15	30	45	60	75	90
Testemunha	6,66 ± 0,84 d	10,00 ± 0,68 c	11,33 ± 0,80 c	13,16 ± 0,87 b	13,83 ± 0,91 b	14,66 ± 0,80 b
Ext. aquoso de nim	7,83 ± 0,70 d	10,66 ± 0,61 c	13,16 ± 0,48 c	14,00 ± 0,68 b	14,83 ± 0,60 b	15,83 ± 0,60 b
Inseticida	19,66 ± 0,21 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a
Fungicida	10,16 ± 0,70 c	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a
Polímero	10,33 ± 0,99 c	14,83 ± 1,97 b	16,33 ± 1,43 b	17,83 ± 1,14 a	18,66 ± 0,80 a	18,83 ± 0,65 a
Pol. + Inseticida	15,83 ± 0,54 b	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a	20,00 ± 0,00 a
Pol. + Fungicida	9,16 ± 1,19 c	15,66 ± 1,43 b	17,16 ± 1,05 b	18,33 ± 0,67 a	18,66 ± 0,61 a	19,16 ± 0,48 a
Pol. + ext. de nim (25%)	6,00 ± 0,68 d	11,00 ± 1,00 c	12,50 ± 1,06 c	13,83 ± 1,08 b	14,83 ± 0,87 b	15,50 ± 0,56 b
Pol. + ext. de nim (50%)	7,00 ± 1,00 d	10,00 ± 1,21 c	11,50 ± 1,02 c	13,83 ± 0,87 b	14,50 ± 0,72 b	14,83 ± 0,75 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

CV% = 12,29

Aos 30 e 45 dias de armazenamento, os tratamentos com melhor desempenho contra *A. diaperinus* foram: inseticida, fungicida e polímero + inseticida, com mortalidade de todos os insetos na massa de sementes. Por outro lado, os tratamentos com extrato de Nim, Polímero + Extrato de nim (25%) e Polímero + Extrato de nim (50%) apresentaram menor N°IM, não diferindo estes da testemunha. O restante dos tratamentos tiveram performance intermediária na mortalidade desse inseto.

Para 60, 75 e 90 dias do armazenamento, os tratamentos que não possuíam o extrato de nim em sua composição, apresentaram os melhores resultados, com mortalidade quase ou total dos adultos de *A. diaperinus*, não diferindo estatisticamente entre si. Esses tratamentos diferiram da testemunha e dos tratamentos com extrato de nim na composição.

Através da Figura 9, podemos observar que houve relação direta entre o N°IM e os períodos de armazenamento em cada produto utilizado, com exceção dos tratamentos com inseticida, fungicida e polímero + inseticida, os quais controlaram quase ou totalmente os insetos logo aos 15 ou 30 dias de armazenamento.

Eficiências acima de 50% foram observadas a partir dos 15 dias para os tratamentos com inseticida e polímero + inseticida. A partir dos 30 dias, os tratamentos que se destacaram por apresentar essa mesma eficiência foram fungicida e polímero + fungicida. O tratamento com polímero somente, apresentou eficiência acima de 50% a partir dos 45 dias de armazenamento. Os demais tratamentos não atingiram eficiências de 50% em nenhum dos períodos avaliados (Tabela 4).

Tabela 4. Eficiência¹ dos produtos sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* nos diferentes períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamentos	Períodos de Armazenamento (dias)					
	15	30	45	60	75	90
Ext. aquoso de nim	8,77	6,60	21,11	12,28	16,21	21,91
Inseticida	97,45	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Fungicida	26,24	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Polímero	27,51	48,30	57,67	68,27	78,28	78,09
Polímero + Inseticida	68,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Polímero + Fungicida	18,74	56,60	67,24	75,58	78,28	84,27
Polím. + ext. de nim (25%)	0,00	10,00	13,49	9,80	16,21	15,73
Polím. + ext. de nim (50%)	2,55	0,00	1,96	9,80	10,86	3,18

¹Eficiência calculada pelo método de Abbott (1925)

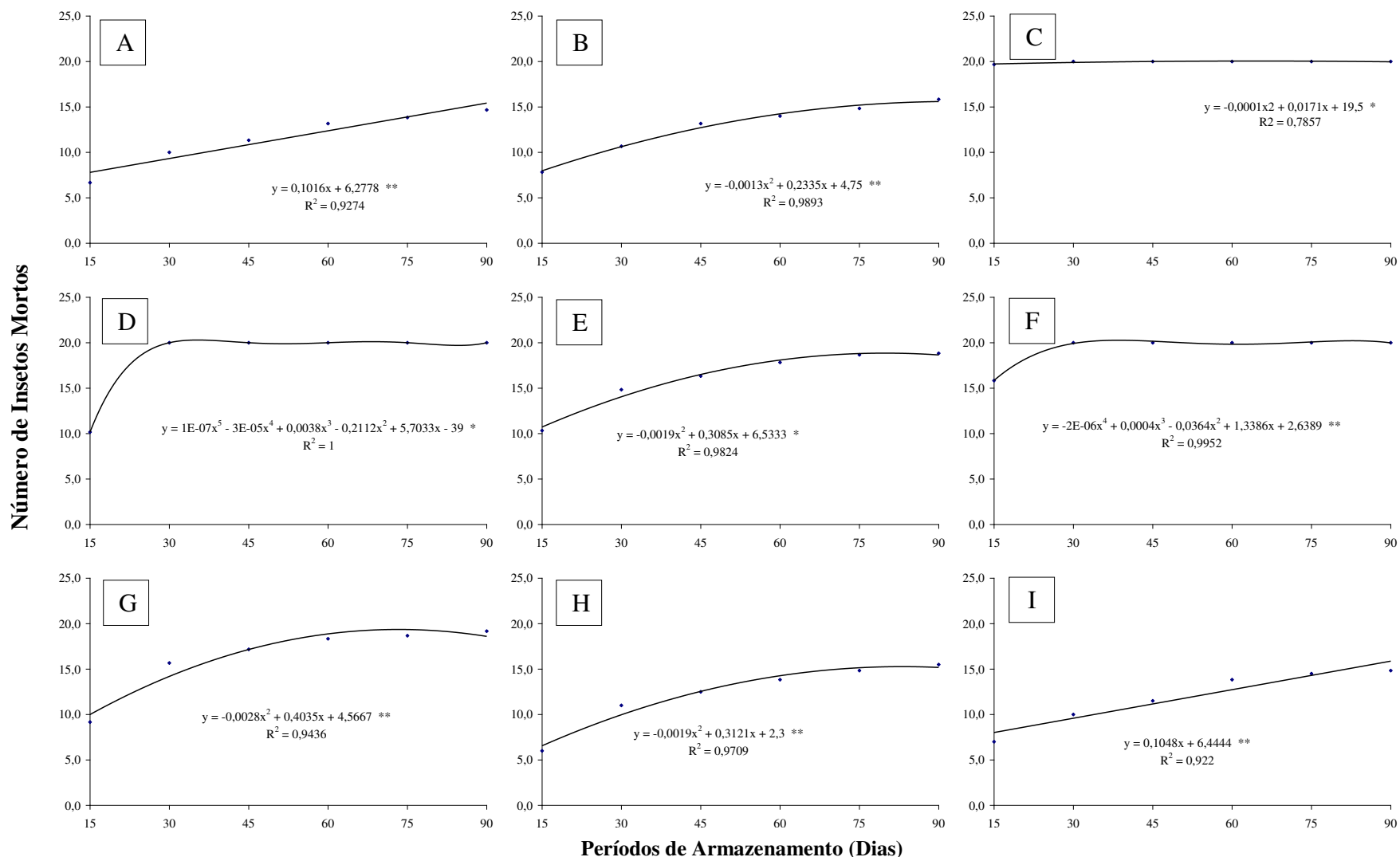


Figura 9. Número médio de insetos mortos em cada tratamento durante os períodos de armazenamento. (A) Testemunha; (B) Extrato aquoso de nim; (C) Inseticida; (D) Fungicida; (E) Polímero; (F) Polímero + Inseticida; (G) Polímero + Fungicida; (H) Polímero + Extrato de nim (25%) e (I) Polímero + Extrato de nim (50%). Significativo a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Campina Grande, Paraíba, 2013.

De maneira geral, apenas os tratamentos com inseticida e fungicida proporcionaram controle total dos insetos. Já a associação desses produtos com o polímero para recobrimento de sementes, de alguma forma reduziu inicialmente (15 dias) a capacidade destes em controlar os insetos. Este efeito perdurou em se tratando do fungicida + polímero em todos os períodos de armazenamento. O extrato de nim simples ou em associação com o polímero não foi capaz de interferir na sobrevivência desse inseto, apresentando em todos os períodos, semelhança com a testemunha.

O inseticida imidacloprido simples ou associado ao polímero foi eficiente no controle de *A. diaperinus* e seu princípio ativo pertence ao grupo dos Neonicotinóides (Brasil, 2003). Gallo et al. (2002) menciona que esse atua nos insetos sobre o sistema nervoso, ligando-se aos receptores nicotínicos da acetilcolina localizados no neurônio pós-sináptico. Sendo assim, os impulsos nervosos são transmitidos continuamente, levando à hiperexcitação do sistema nervoso do inseto

Apesar de fungos e insetos serem organismos distantes taxonomicamente e com metabolismos distintos, o fungicida apresentou ótimo desempenho no controle de *A. diaperinus*, com eficiências de 100% a partir de 30 dias. Embora o fungicida seja um produto químico com alvo dirigido, possui moléculas químicas em comum com alguns inseticidas. O fungicida Vitavax-Thiram 200 SC possui a molécula de 5',6'-dihydro em comum com o inseticida Potenza Sinon, Kraft 36 EC e Abamectin Nortox (Brasil, 2003) sendo essa molécula, possivelmente a responsável pelo controle do inseto em estudo.

A baixa eficiência do nim neste bioensaio pode ser atribuída ao tipo de extrator utilizado. Savaris et al. (2012) estudando o potencial inseticida de *Cunila angustifolia* Bentham, 1834 (Lamiaceae) em três formas de preparo (aquoso, hexânico e óleo essencial) contra *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae), observaram grande diferença entre as formas de preparado do material vegetal, com eficiências de 100% quando utilizado o óleo essencial. Por outro lado, quando se utilizaram as outras formas de preparo, essa eficiência não foi superior a 69,0%.

Eficiências inferiores às observadas neste trabalho foram registradas por Afonso et al. (2005) testando diversos inseticidas, dentre eles, o imidacloprido, contra *S. zeamais*, utilizando duas formas de aplicação (contato residual e contato direto), observando eficiências de controle não superiores a 35% depois de 96 horas de exposição e na dose testada de 12 mL/100L (ingrediente ativo/volume de água).

Fonseca et al. (2011) tratando botões florais do algodoeiro contra *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) utilizando diversos inseticidas do subgrupo dos

neonicotinoide, dentre eles, o imidacloprido na formulação em solução concentrada em três doses (525, 700 e 1050 mL do produto comercial/hectare), observaram eficiências de até 57,1% quando utilizando esse inseticida na maior dose.

Daglish & Nayak (2012) testando os inseticidas imidacloprido e indoxacarb sobre *R. dominica*, *S. oryzae* (Linné, 1763) (Coleoptera: Curculionidae), *T. castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cucujidae) e *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Laemophloeidae) observaram que o imidacloprido foi capaz de controlar apenas *R. dominica* e *C. ferrugineus* com mortalidades de até 98 e 100% respectivamente.

Na Figura 10 está representada graficamente a comparação das médias para número de ovos (NºO) dentro do fator produtos. Foi observada diferença estatística entre os produtos, independentemente dos períodos de armazenamento ($F = 139,70$; $GL = 5:270$; $P < 0,01$), onde os tratamentos com inseticida, fungicida, polímero + inseticida e polímero + fungicida reduziram em aproximadamente 98% o NºO colocados por *A. diaperinus* em comparação com a testemunha, apresentando estes, diferença estatística em relação aos demais tratamentos. O tratamento com polímero reduziu em média 70% o NºO com desempenho intermediário. De forma contrária, os tratamentos com Extrato de Nim, Polímero + Extrato de Nim (25%) e Polímero + Extrato de Nim (50%) não reduziram significativamente o NºO, não diferindo estatisticamente da testemunha.

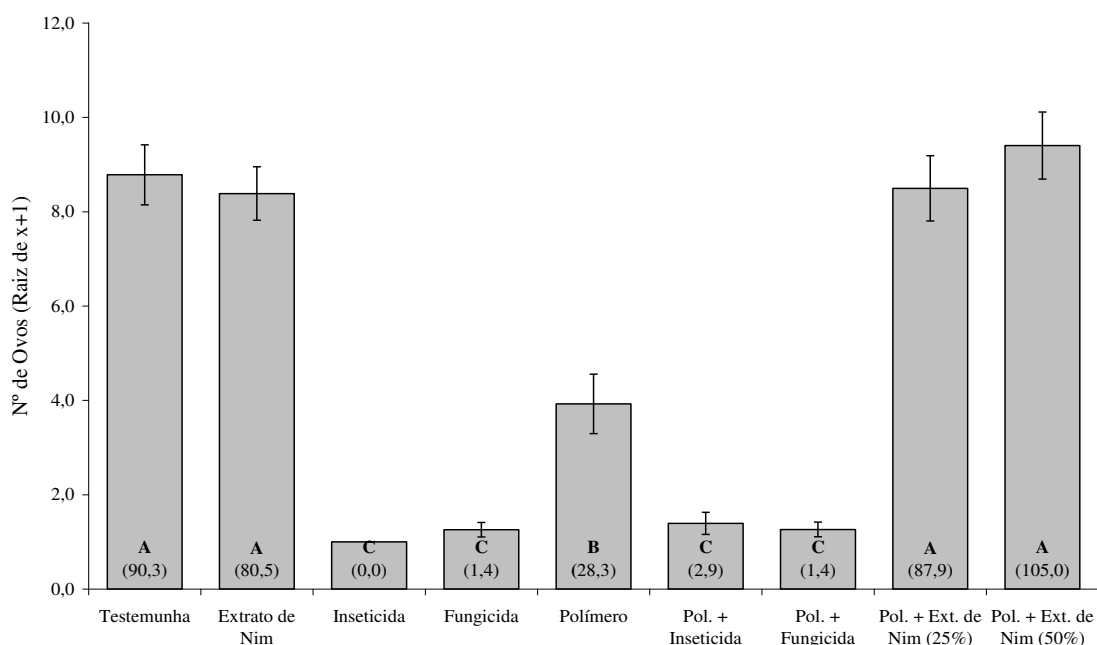


Figura 10. Comparação de média do número de ovos de *Alphitobius diaperinus* em função dos produtos utilizados. Médias transformadas para $\sqrt{x+1}$. Médias sem transformação entre parênteses. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Campina Grande, Paraíba, 2013.

O número de ovos de *A. diaperinus* coletados durante os períodos de armazenamento, independentemente dos produtos utilizados está representado na Figura 11. Pela análise de regressão, o modelo de maior grau que melhor se ajustou aos dados do N°O em função dos períodos de armazenamento, foi o linear, apresentando coeficiente de determinação de 98%, sendo significativo a 1%, representando de forma confiável os dados experimentais. Houve relação inversamente proporcional entre o número de ovos e os períodos de armazenamento, apresentando uma diminuição em ritmo constante no N°O.

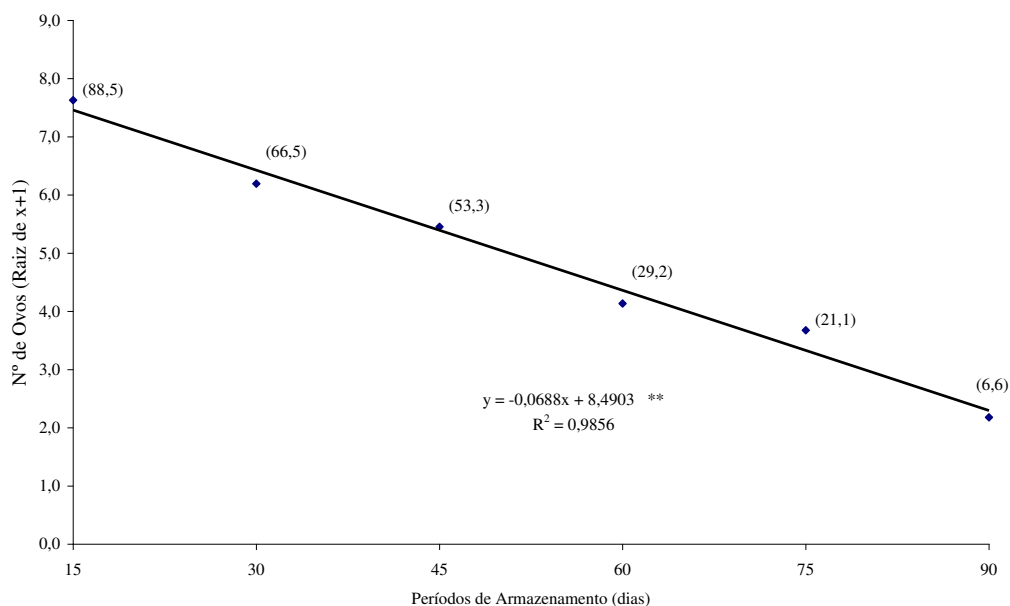


Figura 11. Número médio de ovos de *Alphitobius diaperinus* nos diferentes períodos de armazenamento (fator períodos). Médias transformadas para $\sqrt{x+1}$. Médias sem transformação entre parênteses. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Observou-se efeito significativo da interação entre produtos e períodos de armazenamento para N°O ($F = 5,11$; $GL = 40:270$; $P < 0,01$). O número médio de ovos, colocados por *A. diaperinus*, mantidos em sementes de amendoim, tratadas com os diferentes produtos, em cada período de armazenamento está reunido na tabela 05. Foi observada diferença estatística entre os produtos em todos os períodos de armazenamento. Aos 15, 30, 45 e 75 dias de armazenamento, os tratamentos com inseticida, fungicida e a associação destes com o polímero para tratamentos de sementes reduziram significativamente o N°O. Entretanto, nos tratamentos com extrato de nim, polímero + extrato de nim (25%) e polímero + extrato de nim (50%), o N°O não foi alterado, sendo estes, estatisticamente iguais à testemunha. O tratamento somente com polímero, nesses períodos apresentou desempenho mediano em reduzir o N°O.

Tabela 5. Médias¹ ± Erro Padrão do número de ovos de *Alphitobius diaperinus* nos diferentes produtos e períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamentos	Períodos de armazenamento (dias)					
	15	30	45	60	75	90
Testemunha	12,36 ± 0,91 a ² (51,68) ³	11,91 ± 0,88 a	10,93 ± 0,93 a	8,09 ± 0,66 a	6,46 ± 0,62 a	2,94 ± 0,58 a
Ext. aquoso de nim	12,33 ± 0,95 a (58,00)	10,51 ± 0,69 a	10,49 ± 0,62 a	7,55 ± 0,44 a	6,11 ± 0,32 a	3,31 ± 0,46 a
Inseticida	1,00 ± 0,00 c (0,00)	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 b	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 b
Fungicida	2,02 ± 0,72 c (11,94)	1,52 ± 0,52 c	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 b	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 b
Polímero	8,48 ± 1,51 b (56,11)	3,94 ± 1,65 b	3,41 ± 1,74 b	2,40 ± 0,88 b	3,52 ± 1,25 b	1,81 ± 0,81 b
Pol. + Inseticida	3,35 ± 1,18 c (24,94)	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 b	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 b
Pol. + Fungicida	1,90 ± 0,82 c (14,21)	1,43 ± 0,43 c	1,07 ± 0,07 c	1,17 ± 0,17 b	1,00 ± 0,00 c	1,00 ± 0,00 b
Pol. + ext. de nim (25%)	13,96 ± 0,64 a (44,27)	11,39 ± 0,99 a	9,16 ± 1,22 a	6,91 ± 1,03 a	5,97 ± 1,13 a	3,60 ± 0,78 a
Pol. + ext. de nim (50%)	13,28 ± 0,78 a (48,03)	13,04 ± 1,15 a	11,01 ± 1,38 a	8,10 ± 1,62 a	7,03 ± 0,64 a	3,95 ± 0,86 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P≤0,05).

²Dados transformados para $\sqrt{x+1}$.

³Médias sem transformação entre parêntesis.

CV% = 39,52

Para 60 e 90 dias de armazenamento, os tratamentos com inseticida, fungicida, polímero + inseticida, polímero + fungicida e somente polímero, apresentaram os melhores resultados, reduzindo quase que totalmente o N°O colocados por *A. diaperinus*. Semelhante aos outros períodos de armazenamento, os demais tratamentos não exerceram efeito significativo sobre a oviposição de *A. diaperinus*, não diferindo da testemunha.

Com base na Figura 12, observa-se que os tratamentos com inseticida inibiu totalmente a oviposição ao longo dos períodos de armazenamento. Os tratamentos com fungicida e a associação destes com o polímero, reduziram logo no início (15 dias) o N°O de *A. diaperinus* coletados nos cartões. Nos demais produtos, verificou-se uma redução gradativa com o tempo, não caracterizando efeito negativo sobre a oviposição, devido ao mesmo comportamento ter sido observado na testemunha.

O número reduzido ou mesmo a não constatação de oviposição nos tratamentos com inseticida, fungicida ou a combinação destes com o polímero deve-se em sua maior parte à eficiência dos mesmos sobre os adultos de *A. diaperinus*. Assim, com a redução no N°O colocados, o número de descendentes é desta forma igualmente reduzido, refletindo numa menor deterioração da massa de sementes. Considera-se a redução na oviposição e/ou inibição da mesma um fator importante a ser considerado no manejo de pragas.

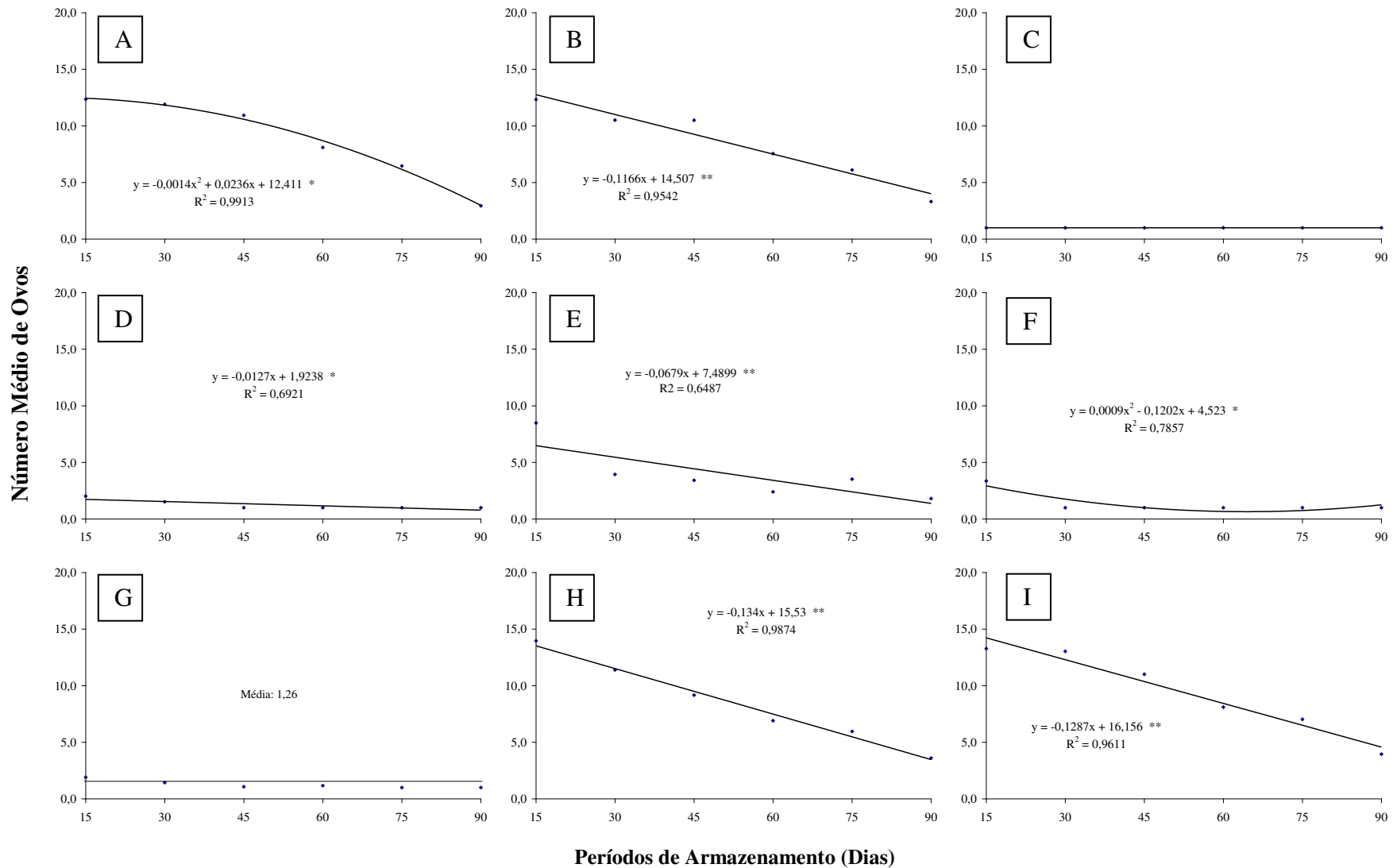


Figura 12. Número médio de ovos coletados em cada tratamento durante os períodos de armazenamento. (A) Testemunha; (B) Extrato aquoso de nim; (C) Inseticida; (D) Fungicida; (E) Polímero; (F) Polímero + Inseticida; (G) Polímero + Fungicida; (H) Polímero + Extrato de nim (25%) e (I) Polímero + Extrato de nim (50%). Dados transformados para $\sqrt{x+1}$. Significativo a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Na Figura 13, estão representadas as médias para o número de sementes perfuradas (N°SP) obtidos nos diferentes produtos sintético e natural utilizados, independentemente dos períodos de armazenamento. Foi constatada diferença estatística dentro do fator produtos ($F = 237,91$; $GL = 5:270$; $P < 0,01$), com ausência de sementes perfuradas apenas no tratamento com inseticida, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com fungicida e polímero + inseticida, os quais tiveram reduzido N°SP. Os maiores N°SP foram registrados na testemunha (15,8), seguido do Extrato de Nim e Polímero + Extrato de Nim (25%) (14,4) e do Polímero + Extrato de Nim (50%) (11,3), que diferiram estatisticamente entre si. O tratamento apenas com polímero, reduziu em aproximadamente 50% o N°SP (8,3) quando comparado com a testemunha.

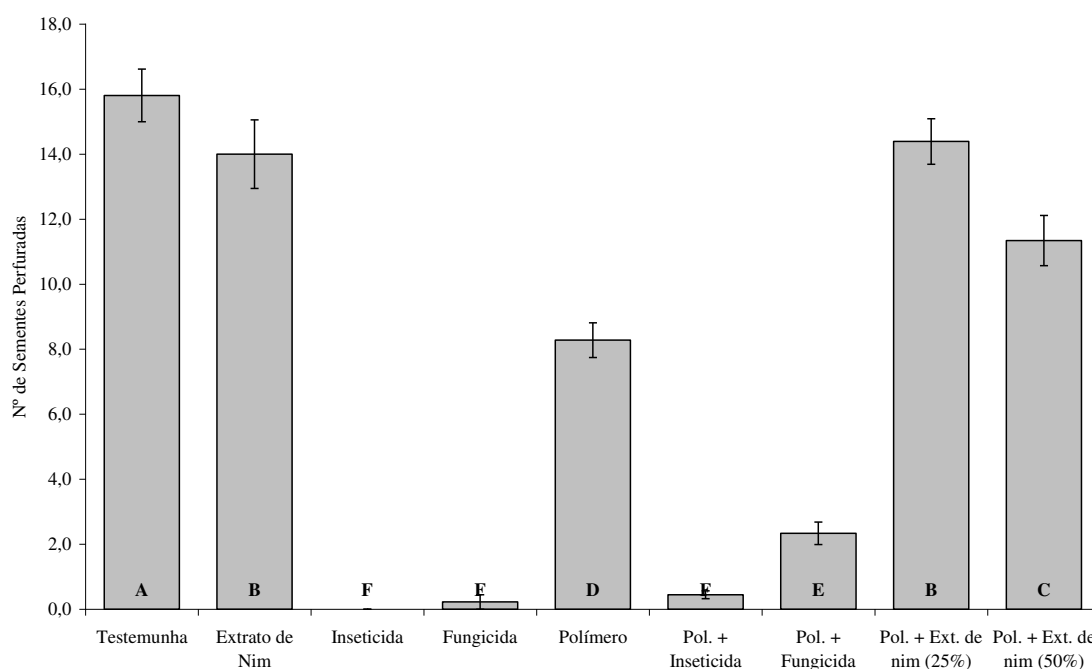


Figura 13. Comparação do número de sementes perfuradas por *Alphitobius diaperinus* no fator produtos. Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Campina Grande, Paraíba, 2013.

O número médio de sementes perfuradas nos diferentes períodos de armazenamento, independentemente dos produtos utilizados está representado na Figura 14. A análise de regressão revelou que o modelo de maior grau, que melhor se ajustou aos dados do N°SP em função dos períodos de armazenamento foi o quadrático, com coeficiente de determinação de 0,99, sendo significativo a 5%. Pode-se observar que houve relação direta entre o N°SP e os períodos de armazenamento, com número médio de sementes perfuradas variando entre 4,46 e 9,48.

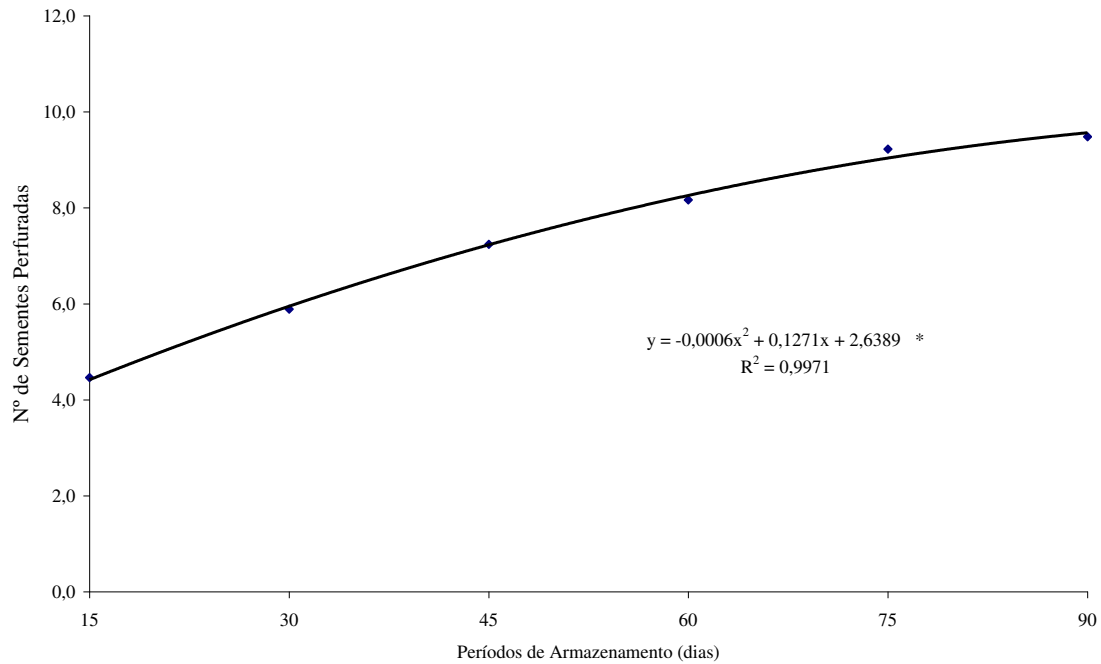


Figura 14. Número médio de sementes perfuradas por *Alphitobius diaperinus* nos diferentes períodos de armazenamento (fator períodos). Campina Grande, Paraíba, 2013.

Foi observado efeito significativo da interação entre produtos e períodos de armazenamento para NSP ($F = 3,63$; $GL = 40:270$; $P < 0,01$). Na Tabela 6 estão reunidas as médias para N°SP nos diferentes produtos em cada um dos períodos de armazenamento. Observou-se diferença estatística entre os produtos em todos os períodos de armazenamento, com ausência de sementes perfuradas ou em número reduzido (0,0 a 3,0), nos tratamentos com inseticida, fungicida ou a associação destes com o polímero, não diferindo estatisticamente entre si.

Contrariamente, aos 15 dias, os tratamentos com Extrato de Nim, Polímero + Extrato de Nim (25%) e Polímero + Extrato de Nim (50%) apresentaram os maiores N°SP (6,8; 9,5 e 7,0) não diferindo estatisticamente da testemunha (9,1). Aos 30 dias, o tratamento com Polímero + Extrato de Nim (25%) apresentou maior N°SP (13,3), superando e diferindo da testemunha. Nos demais períodos, os maiores NSP foram registrados nos tratamentos com Extrato de Nim (14 a 19,6) e Polímero + Extrato de Nim (25%) (13,3 a 17,6) não diferindo estatisticamente da testemunha (15,1 a 21,1).

Tabela 6. Médias¹ ± Erro Padrão do número de sementes de amendoim perfuradas por *Alphitobius diaperinus*, nos diferentes tratamentos e períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamentos	Períodos de Armazenamento (dias)					
	15	30	45	60	75	90
Testemunha	9,16 ± 0,60 a	10,83 ± 0,54 b	15,16 ± 0,91 a	17,83 ± 0,70 a	20,66 ± 0,49 a	21,16 ± 0,48 a
Ext. aquoso de nim	6,83 ± 0,65 a	10,16 ± 1,35 b	14,00 ± 2,25 a	15,66 ± 2,09 a	18,83 ± 1,70 a	19,66 ± 1,52 a
Inseticida	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 c	0,00 ± 0,00 d	0,00 ± 0,00 c	0,00 ± 0,00 d	0,00 ± 0,00 d
Fungicida	0,00 ± 0,00 b	0,00 ± 0,00 c	0,00 ± 0,00 d	0,00 ± 0,00 c	0,00 ± 0,00 d	0,00 ± 0,00 d
Polímero	6,66 ± 0,49 a	7,50 ± 0,56 b	8,33 ± 1,36 c	9,33 ± 1,31 b	9,33 ± 1,31 c	9,83 ± 1,51 c
Polímero + Inseticida	0,00 ± 0,00 b	0,50 ± 0,34 c	0,50 ± 0,34 d	0,50 ± 0,34 c	0,50 ± 0,34 d	0,50 ± 0,34 d
Polímero + Fungicida	1,00 ± 0,00 b	1,50 ± 0,34 c	2,33 ± 0,61 d	2,50 ± 0,76 c	3,00 ± 1,24 d	3,00 ± 1,24 d
Polím. + ext. de nim (25%)	9,50 ± 1,38 a	13,33 ± 0,88 a	13,33 ± 0,88 a	15,33 ± 1,20 a	17,33 ± 1,63 a	17,66 ± 1,76 a
Polím. + ext. de nim (50%)	7,00 ± 1,06 a	9,16 ± 1,44 b	11,50 ± 2,20 b	12,33 ± 2,03 b	13,33 ± 1,86 b	13,50 ± 2,00 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

CV% = 35,52

O N°SP em cada produto ao longo dos períodos de armazenamento está representado na Figura 14. Os únicos tratamentos que protegeram as sementes de amendoim contra o ataque de *A. diaperinus* foram, inseticida, fungicida e polímero +inseticida. No tratamento com polímero + fungicida o ataque dos insetos às sementes de amendoim ocorreu de forma mais reduzida não ultrapassando cinco sementes perfuradas ao final dos 90 dias de armazenamento. Nos demais tratamentos houve relação direta entre o N°SP em função dos períodos de armazenamento, apresentando esses tratamentos, baixa eficiência em proteger as sementes contra o ataque do inseto.

As médias do percentual de amendoim perfuradas por *A. diaperinus* tratadas com os produtos em cada um dos períodos de armazenamento estão contidas na Tabela 7. Os tratamentos com inseticida e fungicida foram os únicos capazes de evitar totalmente as injúrias causadas por *A. diaperinus* em todos os períodos de armazenamento. A adição do polímero ao inseticida e ao fungicida reduziu a eficiência desses produtos, registrando-se sementes perfuradas a partir dos 15 dias quando associado ao fungicida e aos 30 dias quando utilizado junto com o inseticida. Os tratamentos com Extrato de Nim, Polímero + Extrato de Nim (25%) e a (50%) apresentaram os maiores percentuais de sementes perfuradas juntamente com a testemunha.

Tabela 7. Médias do percentual de sementes perfuradas por *Alphitobius diaperinus* tratadas com os diferentes produtos em cada um dos períodos de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamentos	Períodos de Armazenamento (dias)					
	15	30	45	60	75	90
Testemunha	11,53	13,67	19,05	22,43	25,98	26,59
Ext. aquoso de nim	10,18	15,25	20,77	23,25	28,11	29,29
Inseticida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fungicida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polímero	7,40	8,35	9,32	10,41	10,41	10,94
Polímero + Inseticida	0,00	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Polímero + Fungicida	1,16	1,75	2,75	2,94	3,53	3,53
Polím. + ext. de nim (25%)	12,05	16,88	16,88	19,35	21,85	22,30
Polím. + ext. de nim (50%)	9,43	12,45	15,47	16,65	18,08	18,30

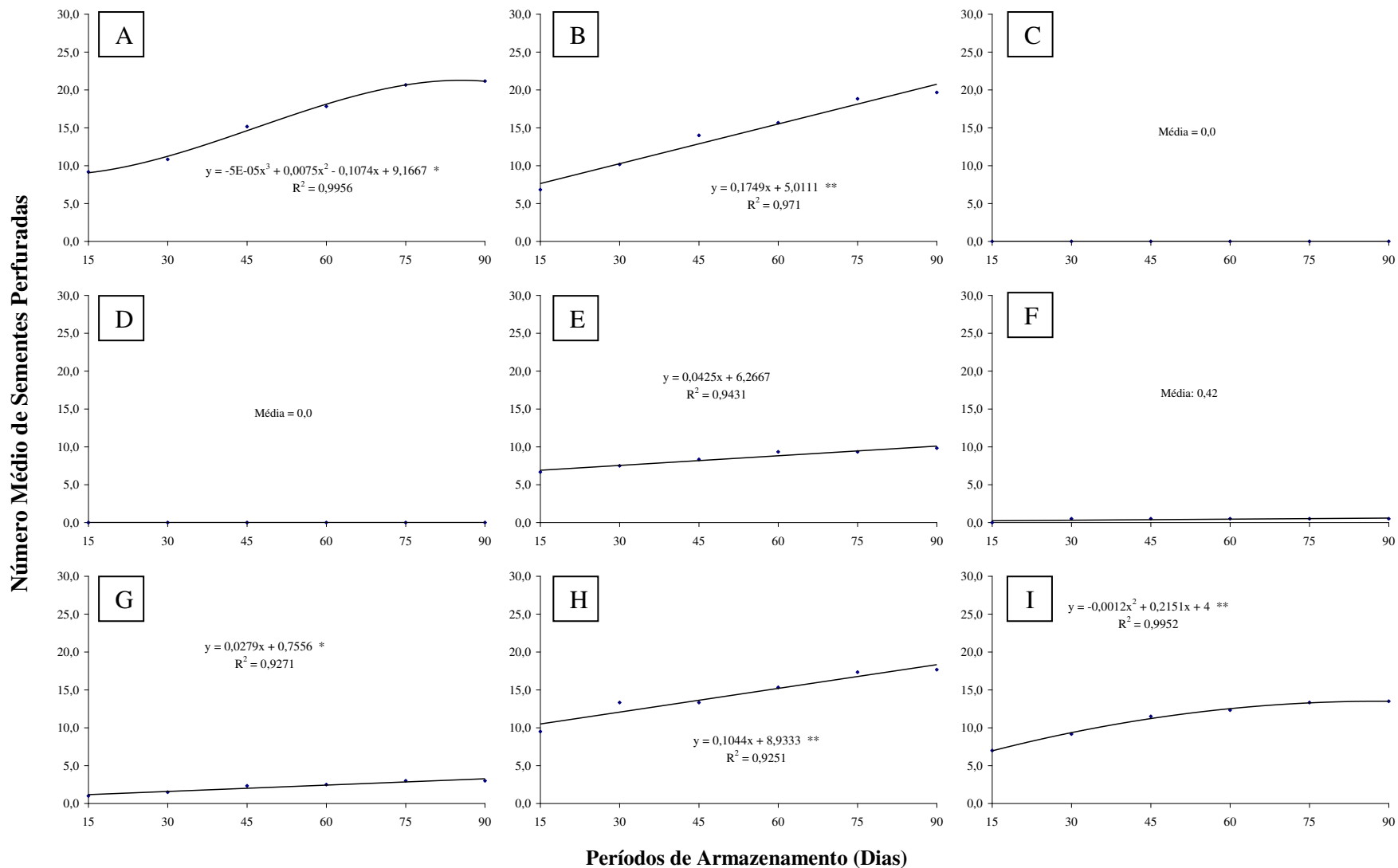


Figura 15. Número médio de sementes perfuradas em cada tratamento durante os períodos de armazenamento. (A) Testemunha; (B) Extrato aquoso de nim; (C) Inseticida; (D) Fungicida; (E) Polímero; (F) Polímero + Inseticida; (G) Polímero + Fungicida; (H) Polímero + Extrato de nim (25%) e (I) Polímero + Extrato de nim (50%). Significativo a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Na Tabela 8 é apresentado o resumo da Análise de Correlação Linear de Pearson entre as variáveis Número de Insetos Mortos (N°IM), Número de Ovos (N°O), Número de Sementes Perfuradas (N°SP) e Percentual de Sementes Perfuradas (PSP).

Tabela 8. Análise de correlação¹ entre as variáveis Número de Insetos Mortos (N°IM), Número de Ovos (N°O), Número de Sementes Perfuradas (N°SP) e Percentual de Sementes Perfuradas (PSP). Campina Grande, Paraíba, 2013.

Correlação	(r) Pearson	(p)	t	R²
N°IM x N°O	-0,7933	<0,0001	-23,3790	0,6293
N°IM x N°SP	-0,4792	<0,0001	-9,7968	0,2296
N°IM x PSP	-0,4719	<0,0001	-9,6055	0,2227

¹ Teste t ($P \leq 0,01$ e $P \leq 0,05$)

Pode-se observar que entre as variáveis: N°IM e N°O; N°IM e N°SP; N°IM e PSP houve uma covariação inversamente proporcional. Assim, através da análise de correlação pode-se observar que a redução constatada para N°O está fortemente ligada à ação dos produtos exercida sobre os adultos de *A. diaperinus*, uma vez que o coeficiente de correlação foi negativo e próximo a -1, ou seja, quanto maior o N°IM, menor será o N°O.

Em relação ao N°SP e a PSP, os comportamentos foram semelhantes ao N°O, no entanto, os coeficientes apesar de serem negativos, foram mais próximos 1, demonstrando que essas variáveis também são influenciadas pela ação dos produtos sobre os insetos, porém com menos intensidade que o N°O.

5.2 Bioensaio 02 - Teste de repelência dos produtos sobre adultos de *Alphitobius diaperinus*

Na Tabela 9 estão relacionados os valores de χ^2 e P para as escolhas de *A. diaperinus* por sementes de amendoim tratadas ou não com inseticida, fungicida e extrato de nim, associado ou não a polímero para recobrimento de sementes. Observa-se que não houve diferença estatística entre as escolhas desse inseto apenas nos tratamentos com extrato aquoso de nim, inseticida e polímero + extrato de nim (50%).

Tabela 9. Valores de χ^2 e (p) para as escolhas de *Alphitobius diaperinus* por sementes de amendoim tratadas ou não com inseticida, fungicida e extrato de nim associado ou não a um polímero para recobrimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamentos	Valor χ^2	P - Valor	Significância
Extrato aquoso de nim	2,836	0,0922	ns
Inseticida	3,356	0,0670	ns
Fungicida	4,444	0,0350	*
Polímero	6,698	0,0097	**
Pol. + inseticida	17,007	<0,0001	**
Pol. + fungicida	22,128	<0,0001	**
Pol. + ext. de nim (25%)	7,290	0,0069	**
Pol. + ext. de nim (50%)	3,154	0,0757	ns

Significativo a 1% (**), 5% (*)
 Não significativo (ns)

Na Figura 16 estão representadas graficamente as preferências de *A. diaperinus* por sementes de amendoim, tratadas ou não com inseticida, fungicida e extrato aquoso de nim, associado ou não a um polímero para recobrimento de sementes. Dentre os produtos testados, o polímero + fungicida, polímero + inseticida, polímero + extrato de nim (25%), polímero e fungicida repeliram em média 73, 70, 63, 62 e 60% dos insetos, respectivamente, apresentando estes, status de repelente. Nos demais tratamentos, não houve diferença estatística entre as escolhas (sementes tratadas ou não) desse inseto.

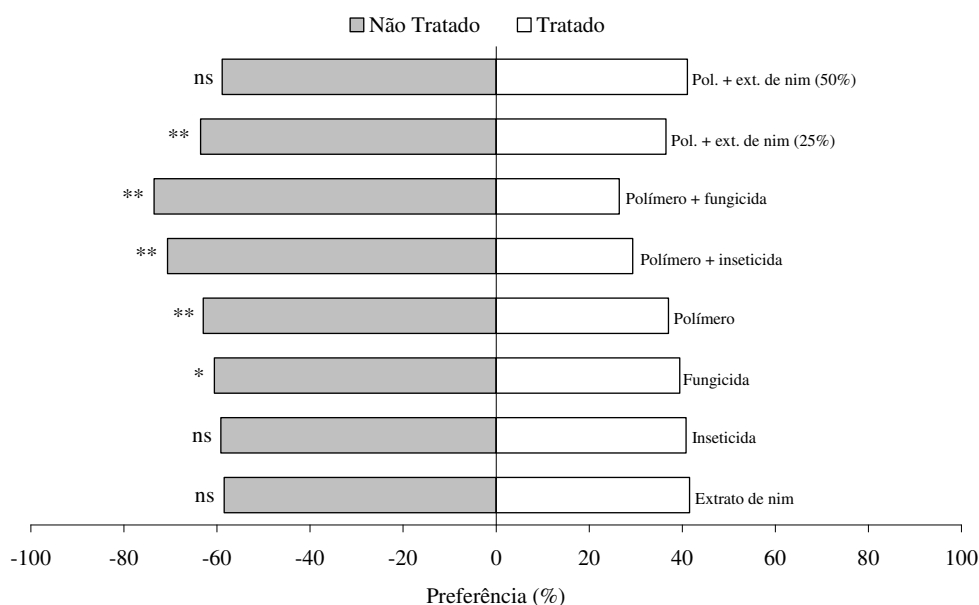


Figura 16. Preferência de *Alphitobius diaperinus* por sementes de amendoim tratadas ou não com inseticida, fungicida e extrato de nim associado ou não a polímero para recobrimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Os Índices de Repelências (IR) obtidos para *A. diaperinus* em sementes de amendoim tratadas com inseticida, fungicida, extrato de nim, associado ou não a polímero para recobrimento de sementes, estão representados na Figura 17. Foi constatada diferença estatística entre os tratamentos para o IR, em que, todos apresentaram índices menores que 1 (um), contudo, os tratamentos que melhor repeliram os insetos, com base na análise estatística foram: polímero + fungicida e polímero + inseticida, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Observa-se que a associação do polímero com fungicida e inseticida potencializou o efeito repelente desses produtos. Isso provavelmente deve-se ao fato que o polímero tem a capacidade de manter o produto químico (fungicida e inseticida) aderido de forma mais efetiva à superfície da semente.

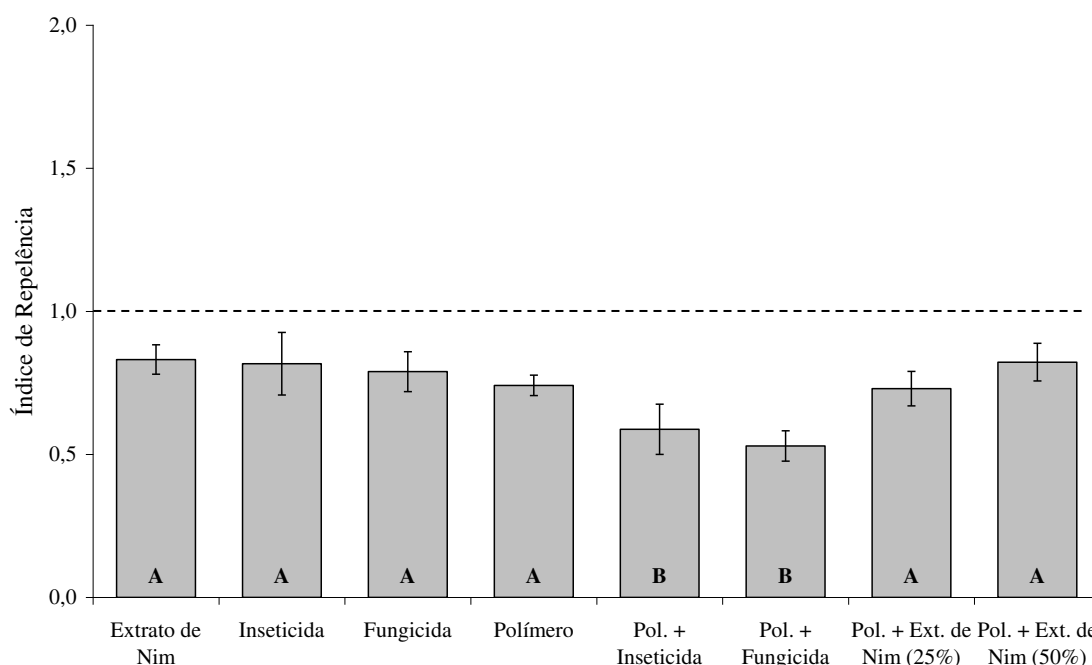


Figura 17. Índice de Repelência obtido para *Alphitobius diaperinus* em sementes de amendoim tratadas ou não com inseticida, fungicida, extrato de nim, associado ou não a polímero para recobrimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Segundo Coitinho et al. (2006) a ação repelente é uma propriedade relevante a ser considerada no controle de praga de produtos armazenados, pois quanto maior a repelência menor será a infestação, reduzindo ou suprimindo a postura e, conseqüentemente, com menor número de insetos emergidos.

De acordo com Gullan & Cranston (2008) a repelência é uma reação do sistema sensorial do inseto, quando o mesmo é exposto a substâncias indesejáveis. Os insetos possuem quimiorreceptores localizados em diversas partes do seu corpo, tais como tíbias, tarsos, antenas e outros. Esses são responsáveis por avaliar as condições do ambiente onde o inseto se encontra. Se essas condições não forem favoráveis, o inseto procura fugir, deslocando-se para outra localidade.

5.3 Bioensaio 03 – Sobrevivência das larvas de *Alphitobius diaperinus* aos produtos

Os valores χ^2 (WL) e (P) da análise de sobrevivência de larvas de *A. diaperinus*, mantidas em substratos tratados com inseticida, fungicida e extrato de nim, associado ou não a um polímero, estão relacionados na Tabela 10. Com base nos valores de (P), observa-se que os tratamentos com inseticida, fungicida e polímero + inseticida afetaram a sobrevivência das larvas de *A. diaperinus*.

Tabela 10. Valores de χ^2 (WL) e (P) da análise de sobrevivência para larvas de *Alphitobius diaperinus* submetidas a substratos tratados com inseticida, fungicida e extrato de nim, associado ou não a polímero. Campina Grande, Paraíba, 2013.

Tratamentos	Valor de χ^2 (WL)	P - Valor	Significância
Test. x Extrato aquoso de nim	0,0179	0,8937	ns
Test. x Inseticida	4426,0011	< 0,0001	**
Test. x Fungicida	1067,8940	< 0,0001	**
Test. x Polímero	2,3737	0,1234	ns
Test. x Pol. + inseticida	4829,2557	< 0,0001	**
Test. x Pol. + fungicida	0,4962	0,4812	ns
Test. x Pol. + ext. de nim (25%)	0,4962	0,4812	ns
Test. x Pol. + ext. de nim (50%)	1,1586	0,2818	ns

Significativo a 1% (**)

Não significativo (ns)

Através da Figura 18 observa-se que os tratamentos com polímero + inseticida e inseticida reduziram fortemente o tempo de vida das larvas, com morte total das mesmas em 96 e 120 horas, respectivamente. O tratamento com fungicida afetou negativamente a sobrevivência das larvas, controlando 80% delas após 96 horas de exposição ao produto. Os demais tratamentos apresentaram altas sobrevivências, com mortalidades ao final do experimento de até 30%. A testemunha apresentou 20% de mortalidade ao final do bioensaio.

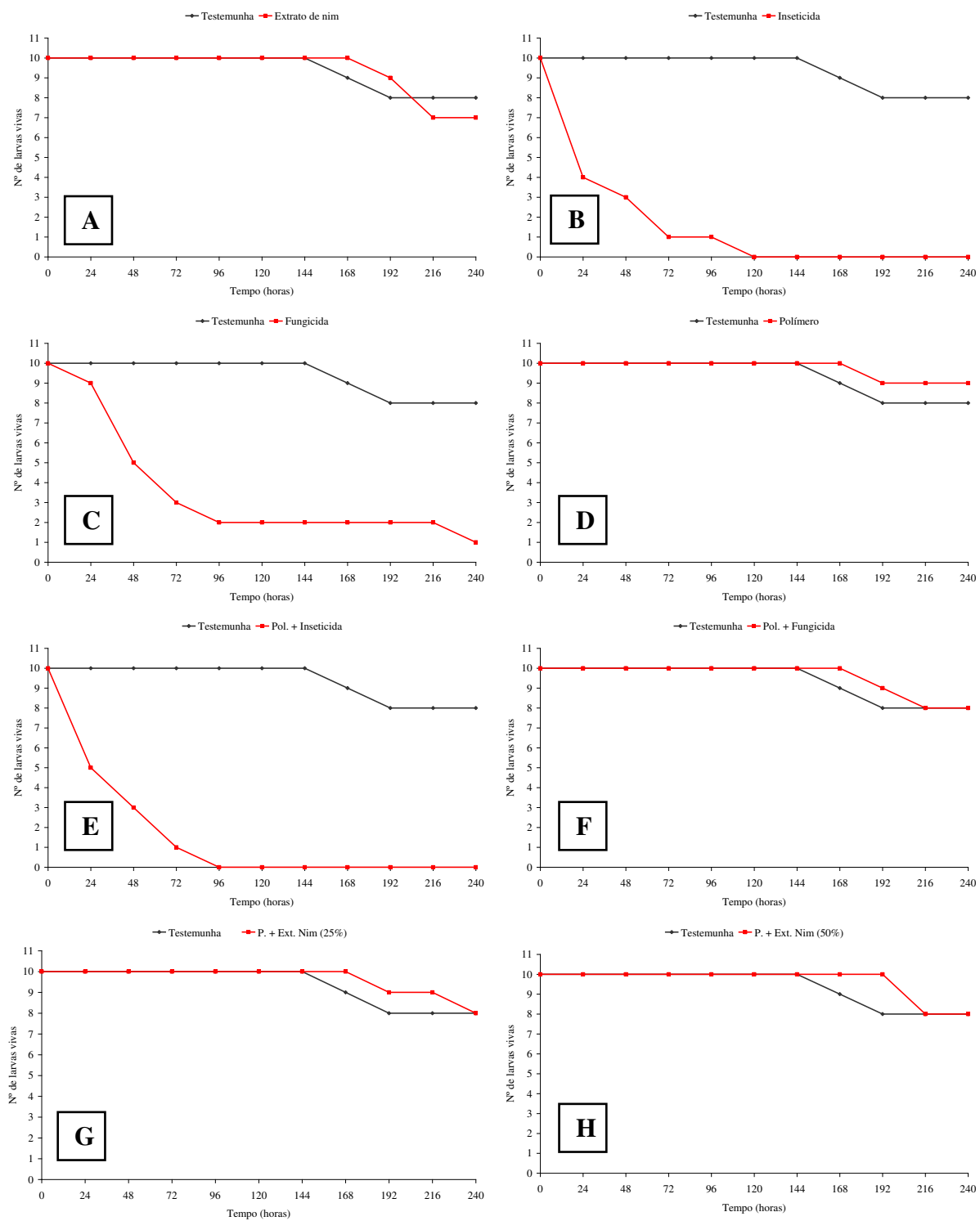


Figura 18. Comparação da sobrevivência de larvas de *Alphitobius diaperinus* entre a testemunha e: (A) Extrato de nim; (B) Inseticida; (C) Fungicida; (D) Polímero; (E) Pol. + Inseticida; (F) Pol. + Fungicida; (G) Pol. + Ext. de nim (25%); (H) Pol. + Ext de nim (50%). Campina Grande, Paraíba, 2013.

Mortalidades de 20 a 30% exibidas em alguns tratamentos, não caracterizam de forma segura efeito do produto utilizado, sendo provavelmente uma condição natural no desenvolvimento dos insetos. Dados semelhantes foram encontrados por Chernaki & Almeida (2001a) os quais, realizando estudos de biologia de *A. diaperinus*, encontraram sobrevivências do estágio larval variando entre 66,7 a 96,7.

Yue et al. (2003) estudando a sobrevivência de larvas de *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796) (Lepidoptera: Pyralidae) em milho tratado com os inseticidas, thiamethoxam e imidacloprid, observaram que as larvas de ambas as espécies tiveram a sobrevivência alterada, com mortalidades de 100% nos estádios iniciais. Quando larvas de últimos instares foram submetidas a grãos de milho tratados com esses inseticidas, as eficiências foram menores, necessitando de um período maior de tempo para atingir a mesma mortalidade que nos instares iniciais.

6. CONCLUSÕES

Diante os resultados alcançados, conclui-se que:

- O inseticida e o fungicida sem associação ao polímero são os mais recomendados para o manejo de *Alphitobius diaperinus*;
- Os tratamentos com inseticida, fungicida, associados ou não a polímero são eficientes contra adultos de *A. diaperinus* e sua oviposição;
- O polímero associado ou não ao inseticida e fungicida são mais repelentes contra *A. diaperinus*;
- O inseticida e o fungicida, somente ou, em associação ao polímero, protegem as sementes contra o ataque de *A. diaperinus*;
- O extrato aquoso de nim associado ou não ao polímero não confere proteção às sementes de amendoim submetidas ao ataque de *A. diaperinus*.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros na linha de pesquisa desta dissertação, sugere-se:

- Avaliação fungica em sementes submetidas aos mesmos tratamentos;
- Germinação de sementes em função do uso do polímero;
- Associação do inseticida + fungicida para o controle de *A. diaperinus*;
- Utilizar outras formulações de nim (óleos, concentrados emulsionáveis)

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, p.265-267, 1925.

Afonso, A. P. S.; Faria, J. L.; Botton, M.; Loeck, A. E. Controle de *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Coleoptera: Curculionidae) com inseticidas empregados em frutíferas temperadas. *Ciência Rural*, v35, n.2, p.253-258, 2005.

Albuquerque, F. A.; Santos, R. C. Cultivo do Amendoim: Pragas. Embrapa Algodão, Campina Grande, dez. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivodoAmendoim/pragas.html>>. Acesso em 01 dez. 2012.

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, S. A.; Almeida, F. A. C.; Santos, N. R.; Araújo, M. E. R.; Rodrigues, J. P. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 10, n. 1, p. 67-70, 2004.

Anwar, M.; Ashfaq, M.; Mansoor-Ul-Hasan.; Anjum, F. M. Efficacy of *Azadirachta indica* l. oil on bagging material against some insect pests of wheat stored in warehouses at faisalabad. *Pakistan Entomologist*, v. 27, n. 1, 2005.

Araújo, I. M. S.; Gondim, T. M. S.; Costa, M. L. M.; Suassuna. T. M. F.; Feitosa, R. M. Características Físico-químicas de Sementes de Diferentes Genótipos de Amendoim. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 870-872, 2007.

Azevedo, A. I. B. de.; Lira, A. da S.; Cunha, L. C. da.; Almeida, F. de A. C.; Almeida, R. P. de. Bioatividade do óleo de nim sobre *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.3, p.309–313, 2010.

- Banks, D. J. Peanuts: Germplasm resources. *Crop Science*. Madison, v.16, p. 499 - 502, 1976.
- Barké, H. E.; Davis, R. Sexual dimorphism in the lesser mealworm *Alphitobius diaperinus* (Panz) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of the Georgia Entomological Society*. v. 2, n. 4, p.119-121, 1967.
- Baudet, L.; Peres, W. Recobrimento de Sementes. *Revista SEED News*, 2004. Disponível em: < http://www.seednews.inf.br/portugues/seed81/print_artigo81.html>. Acesso em: 14 dez. 2012.
- Baudet, L.; Peske, F. Aumentando o desempenho das sementes. *Revista SEED News*, 2007. Disponível em: < http://www.seednews.inf.br/portugues/seed115/print_artigo115.html>. Acesso em: 14 nov. 2012.
- Bellettini, N. M. T.; Endo, R. M. Comportamento do amendoim “das águas”, *Arachis hypogaea* L., sob diferentes espaçamentos e densidades de semeadura. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1249-1256, 2001.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit. 2003. disponível em: < http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 10 jan. 2013.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro nacional de cultivares: RNC 2011. disponível em: < http://extranet.agricultura.gov.br/php/proton/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em 01 nov. 2012.
- Centreinar. Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem. Família Tenebrionidae Disponível em: <<http://www.centreinar.org.br/pragas/tenebrionidae.html>>. Acesso em: 25 dez. 2012.
- Chernaki, A. M.; Almeida, L. M. Exigências Térmicas, Período de Desenvolvimento e Sobrevivência de Imaturos de *Alphitobius diaperinus*. *Neotropical Entomology*. v.30, n. 3, p. 365-368. 2001a.

Chernaki, A. M.; Almeida, L. M. Morfologia dos estágios imaturos e do adulto de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera, Tenebrionidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. v. 18, n. 2, p. 351-363, 2001b.

Coitinho, R. L. B. C.; Oliveira, J. V.; Gondim Junior, M. G. C.; Camara, C. A. G. Atividade inseticida de óleos vegetais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. *Revista Caatinga*. v. 19, n. 2, p. 176-182, 2006.

Cooperbio. Cultura do Amendoim. Disponível em: <<http://www.cooperbio.com.br/materias/amendoim.pdf>>. Acesso em: 05 novembro de 2012.

Costa, C. L. da.; Geraldo, M. R. F.; Arrotéia, C. C.; Kemmelmeier, C. *In vitro* activity of neem oil [*Azadirachta indica* A. Juss (*Meliaceae*)] on *Aspergillus flavus* growth, sporulation, viability of spores, morphology and Aflatoxins B1 and B2 production. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, v.1, p.292-299, 2010.

Daglish, G. J.; Nayak, M. K. Potential of the neonicotinoid imidacloprid and the oxadiazine indoxacarb for controlling five coleopteran pests of stored grain. *Insect Science*, n. 19, p.96–101, 2012.

Dobie, P.; Haines, C. P.; Hodges, R. J.; Preveit, P. F. *Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual*. UK, Tropical Development and Research Institute, 1984. 273p.

Dunford, J. C.; Kaufman, P. E. Lesser Mealworm, Litter Beetle, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). Institute of Food and Agricultural Sciences. p. 1-12, 2009.

Fagundes, M. H. Sementes de amendoim: alguns comentários. Conab, 2002, 11p.

FAO. Faostat. Crops. Groundnuts, With Shell. Disponível em:<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. 2009, Acesso em: 04 de nov. 2012.

Fonseca, P. R. B. da.; Lima Junior, I. S. de.; Soria, M. F.; Kodama, C.; Degrande, P. E. Inseticidas neonicotinoides no controle do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) e a falha de controle do endossulfan. Arquivos do Instituto Biológico, v.78, n.4, p.545-551, 2011.

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, v. 50, n. 2, p. 29-40, 2003.

Gadotti, C.; Puchala, B. Revestimento de Sementes. Informativo Abrates, v. 20, n .3, p. 70-71, 2010.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Batista, G. C.; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramim, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes, J. R. S.; Omoto, C. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

Graciano, Erika Socorro Alves. Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à deficiência hídrica. Recife, PE, 2009. [Dissertação de Mestrado em Botânica], Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

Gullan, P. J.; Cranston, P.S. Os insetos: um resumo de entomologia. 3ª. ed. São Paulo: Roca Ltda, 2008. 440 p.

Harbone, J. B. Introduction to ecological biochemistry. London: Academic Press, 2.ed, 1982.

Hewlett, P. S. Secondary sexual characters in *Alphitobius laevigatus* (L.) and *Alphitobius diaperinus* (Panz) (Coleoptera: Tenebrionidae). Entomologist's Monthly Magazine. 94: 104, 1958.

Hosen, M.; Khan, A. R.; Hossain, M. Growth and development of the lesser Mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae) on cereal flours. Pakistan Journal of Biological Sciences, v. 7, n. 9, p.1505-1508, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. 2010. Acesso em: 22 nov. 2012.

Iqbal, J.; Qayyum, A.; Mustafa, S. Z. Repellent Effect of Ethanol Extracts of Plant Materials on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae: Coleoptera). Pakistan Journal of Zoology, v. 42, n.1, p. 81-86, 2010.

Kanvil, S.; Jilani, G.; Junaid-Ur-Rehman. Repellency of acetone extract of some indigenous plants against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)-II. Pakistan Journal of Zoology, v. 38, n. 4, p. 297-303, 2006.

Lin, H.; Kogan, M.; Fischer, D. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. Environmental Entomology, v. 19, p. 1852-1857, 1990.

Marcomini, A. M.; Alves, L.F.A.; Bonini, A. K.; Mertz, N. R.; Santos, J. C. Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de nim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera, Tenebrionidae). Arquivos do Instituto Biológico, v.76, n.3, p. 409-416, 2009.

Martinez, s. S. (Ed.). O nim *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2002. 142 p.

Medeiros, E. M.; Baudet, L.; Peres, W. B.; Peske, F. B. Recobrimento de sementes de cenoura com aglomerante em diversas proporções e fungicida. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 3, p.94-100, 2006.

Odeyemi, O. O.; Ashamo, M. O. Efficacy of neem plant (*Azadirachta indica*) extracts in the control of *Trogoderma granarium*, a pest of stored groundnuts. Journal of Plant Diseases and Protection, v.112, v. 6, p. 586–593, 2005.

Oliveira, S. R.; Almeida, R. P. de. Card color preference to oviposition of *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). In: XXIII Congresso Brasileiro de Entomologia, 2010, Natal- RN, 2010.

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

Padil. lesser mealworm. Disponível em: < <http://www.padil.gov.au/pests-and-diseases/Pest/Main/135884>>. Acesso em 03 jan. 2013.

Parugrug, M. L.; Roxas, A. C. Insecticidal action of five plants against maize weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). KMITL Science and Technology Journal, v. 8, n. 1, 2008.

Pedotti-Striquer, L.; Bervian, C. I. B.; Fávero, S. Ação repelente de plantas medicinais e aromáticas sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). Ensaios e Ciência, v. 10, n. 1, p. 55 - 62, 2006.

Pereira, C. E.; Oliveira, J. A.; Evangelista, J. R. E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 6, p. 1201-1208, 2005.

Pereira, C. E.; Oliveira, J. A.; Guimarães, R. M.; Vieira, A. R.; Evangelista, J. R. E.; Oliveira, G. E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 1, p. 158-164, 2011.

Pereira, C. E.; Oliveira, J. A.; Oliveira, G. E.; Rosa, M. C. M.; Neto, J. C. Tratamento fungicida via peliculização e inoculação de *Bradyrhizobium* em sementes de soja. Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 3, p. 433-440, 2009.

Pimentel, C. R. M. A agroindústria no Nordeste Brasileiro. . In: Oliveira, T. S.; Assis Jr, R. N.; Romero, R. E.; Silva, J. R. C. (Ed). Agricultura, sustentabilidade e o semi-Árido. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. p.396-406.

Preiss, F. J.; Davidson, J. A. Adult longevity, pre-oviposition period and fecundity of *Alphitobius diaperinus* in the laboratory (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of the Georgia Entomological Society*. v.6, p.105-109, 1971.

Queiroga, V. P.; Durán, J. M.; Lima, M. M. A.; Queiroga, D. A. N. Qualidade de sementes de algodão submetidas aos processos de encapsulamento com e sem corante. *Revista Agro@mbiente*, v. 5, n. 1, p. 24-29, 2011.

Rao, G. V. R.; Rao, V. R.; Nigam, S. N. Post-harvest Insect Pests of Groundnut and their Management. Índia, ICRISAT, 2010, 23p.

Reddy, A. V.; Singh, R. P. Fumigant toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil volatiles against pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Col., Bruchidae). *Journal of Applied Entomology*, v. 122, p. 607-611, 1998.

Rueda, L. M.; Axtell, R. C. Temperature-dependent development and survival of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*. *Medical and Veterinary Entomology* n.10. p.80-86, 1996.

Santos, F. C.; Oliveira, J. A.; Pinho, É. V. de R. V.; Guimarães, R. M.; Vieira, A. R. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, nº 3 p.069-078, 2010.

Santos, R. C. dos; Rego, G. M.; Santos, C. A.; Araújo, F. P. de; Gondim, T.M.S; Suassuna, T. M. F.; Freire, R. M. M. 2005. Amendoim BRS Havana. Campina Grande: Embrapa Algodão. 4p.(Folder).

Santos, R. C. O agronegócio do amendoim no Brasil: aspectos nutricionais de amendoim e seus derivados. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005.

Savaris, M.; Lampert, S.; García, F. R. M.; Sabedot-Bordin, S. M.; Moura, N. F. de. Atividade inseticida de *Cunila angustifolia* sobre adultos de *Acanthoscelides obtectus* em laboratório. *Ciencia y Tecnología*. v.5, n.1, p.1-5, 2012.

Selase, A. G.; Getu, E. Evaluation of botanical plants powders against *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) in stored haricot beans under laboratory condition. *African Journal of Agricultural Research*, v. 4, n. 10, p. 1073-1079, 2009.

Siddiq, S. A.; Baleela, R. M. H. The effect of aqueous extracts and powders of neem leaflets at different developmental stages on *Trogoderma granarium* Everts and *Tribolium castaneum* Herbs. Sudan Journal of Basic Sciences, v. 11, p. 47-60, 2007.

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, v.33, n.2, p.177-181, 2005.

Silva, G. S. da.; Pereira, A. L. Efeito da Incorporação de Folhas de Nim ao Solo sobre o Complexo *Fusarium x Meloidogyne* em Quiabeiro. Summa Phytopathologica. v. 34, n. 4, p. 368-370, 2008.

Smiderle, O. J.; Cicero, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho. Revista Brasileira de Sementes, v.20, n.2, p.223-230, 1998.

Soares, F. P.; Paiva, R.; Nogueira, R. C.; Oliveira, L. M.; Paiva, P. D. O.; Silva, D. R. G. Cultivo e usos do Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). Boletim 47 agropecuário, UFLA, 2006. Disponível em: < www.editora.ufla.br/site/_adm/upload/boletim/bol_68.pdf > Acesso em: 04 nov. 2012.

Soglia, M. C.; Osório, A. C. B.; Santos Neto, C.; Fancelli, M.; Macedo, E. F.; Nascimento, A. S. Usos e aplicações do NIM (*Azadirachta indica*). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2006, 4p.

Souza, M. C. C.; Trovão, D. M. B. M. Bioatividade do extrato seco de plantas da caatinga e do Nim (*Azadirachta indica*) sobre *Sitophilus zeamais* Mots em milho armazenado. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 4, n. 1, p. 120-124, 2009.

Tavares, M. A. G. C. Perspectivas do uso de inseticidas de origem vegetal no controle de pragas de grãos armazenados. UniPinha. Espírito Santo do Pinhal. Jun. 2002. Seção Ex-Alunos. Disponível em: < http://www.unipinhal.edu.br/artigos/artigo_exaluno.php >. Acesso em: 25 nov. 2012.

Valls, J.F.M. Recursos genéticos do gênero *Arachis*. In: SANTOS, R.C. O Agronegócio do Amendoim no Brasil., Ed. Campina Grande-PB: EMBRAPA, 2005, p.45-69.

Veiga, R. F.A.; Queiroz-Voltan, R. B.; Valls, J. F. M.; Fávero, A. P.; Barbosa, W. Caracterização morfológica de acesos de germoplasma de quatro espécies brasileiras de Amendoim-silvestre. *Bragantia*, v.60, p.167-176, 2001.

Vergara, C.; Gazani, R. Biología de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revista Peruana de Entomología*, v.39, p.1-5, 1996.

Yue, B.; Wilde, G. E.; Arthur, F. Evaluation of thiamethoxam and imidacloprid as seed treatments to control european corn borer and indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Journal Of Economic Entomology*, v. 96, n. 2, 2003.