



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PROCESSOS**

**MAIENE DE FÁTIMA CORDEIRO DE QUEIROGA**

**BIOATIVIDADE DE COMPOSTOS VEGETAIS SOBRE  
*Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN)**

**Campina Grande - PB**

**2015**

**MAIENE DE FÁTIMA CORDEIRO DE QUEIROGA**

**BIOATIVIDADE DE COMPOSTOS VEGETAIS SOBRE**  
*Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN)

Tese apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, em cumprimento às  
exigências para obtenção do título de Doutor  
em Engenharia de Processos.

**Área de Concentração:** Desenvolvimento de Processos.

**Orientadores:** Prof. Dr. Antonio Gilson Barbosa de Lima  
Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros

**Campina Grande – PB**

**Agosto– 2015**

Q3b Queiroga, Maiene de Fátima Cordeiro de.  
Bioatividade de compostos vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN) / Maiene de Fátima Cordeiro de Queiroga. – Campina Grande, 2021.  
72 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Antonio Gilson Barbosa de Lima, Co-orientação: Marcos Barros de Medeiros".

Referências.

1. Tabela de Vida. 2. Pós-vegetais. 3. Doses Letais. 4. Caruncho. 5. *Phaseolus vulgaris*. I. Lima, Antonio Gilson Barbosa de. II. Medeiros, Marcos Barros de. III. Título.

CDU 595.731(043)

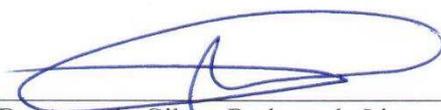
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA MARIA ANTONIA DE SOUSA CRB 15/398

**MAIENE DE FÁTIMA CORDEIRO DE QUEIROGA**

**BIOATIVIDADE DE COMPOSTOS VEGETAIS SOBRE**

*Zabrotes subfasciatus* (BOHEMAN)

Tese de Doutorado **aprovada** no dia 31 de agosto de 2015.



Prof. Dr. Antonio Gilson Barbosa de Lima – UFCG  
Orientador



Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros - UFPB  
Orientador



Dr.ª. Aline de Holanda Nunes Maia - EMBRAPA-SP  
Examinadora Externa



Dr. Fábio Aquino de Albuquerque - EMBRAPA-PB  
Examinador Externo



Prof. Dr. Luciano Pacelli Medeiros de Macedo - IFPB  
Examinador Externo



Prof. Dr. Ítalo de Souza Aquino - UFPB  
Examinador Externo

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, autor da minha vida, Aquele que sabe o fim desde o começo, a Ele toda honra, glória e louvor! Pela sua graça estou aqui.

Aos meus pais, Genésio e Fátima, amo vocês.

Ao meu esposo amado, obrigada pelo companheirismo e oportunidade de desfrutar a jornada da vida diária juntos. Amo você, Ricardo.

Aos meus irmãos, pelo amor e carinho que temos uns pelos outros.

Aos meus queridos orientadores Prof. Dr. Antonio Gilson Barbosa de Lima e Prof. Dr. Marcos Barros de Medeiros, pelo apoio e aprendizado durante a realização deste trabalho, também pela cordialidade e zelo.

A todos os colegas, professores e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Processos pelos momentos de ajuda mútua e descontração.

A CAPES pela disponibilidade da bolsa durante nosso curso.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar e selecionar pós e óleos vegetais com ação fitoprotetora a grãos de feijão, *Phaseolus vulgaris*, e seus efeitos sobre o potencial biótico de *Zabrotes subfasciatus*. A pesquisa foi realizada na Clínica Fitossanitária do Departamento de Agricultura do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus Universitário III, Bananeiras, PB, onde os ensaios foram conduzidos sob Temperatura  $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ ; Umidade Relativa  $75\pm 15\%$  e Fotofase 12 h. Inicialmente, foram realizados testes com livre escolha para avaliar o efeito de pós obtidos de 57 espécies e dos óleos vegetais de coco, mamona e a glicerina, sobre o comportamento olfativo dos adultos. Foram escolhidas para teste de letalidade, cinco espécies, dentre as que apresentaram melhores índices de repelência, para as quais foi avaliado o efeito sobre a atratividade, mortalidade dos adultos e oviposição. As doses letais  $DL_{15}$ ,  $DL_{20}$ ,  $DL_5$  e  $DL_{50}$  foram determinadas por meio de Análise Probit utilizando o software SAS<sup>®</sup> Institute (Versão 9.3). Foi realizada análise de variância da fecundidade (número médio de ovos por fêmea/dia), utilizando-se o procedimento ANOVA do ASSISTAT<sup>®</sup> (2013) sendo as fecundidades médias comparadas por meio de testes “F” e regressão. Na fase subsequente, foram avaliadas variáveis relacionadas à sobrevivência e fertilidade de *Zabrotes subfasciatus*. Os tratamentos avaliados foram: Testemunha; Cravo-da-índia  $DL_5$ ; Cravo-da-índia  $DL_{50}$ ; Endro  $DL_{15}$  e Endro  $DL_{20}$ . As variáveis-resposta e os parâmetros de tabela de vida e fertilidade foram analisados utilizando o procedimento ANOVA do SISVAR (2008). Ao final deste estudo, identificou-se que o pó de *Caryophyllus aromaticus* (cravo-da-índia) foi o único que apresentou efeito letal aos adultos de *Zabrotes subfasciatus*, causando 100% de mortalidade e impedindo a oviposição; O pó de *Anethum graveolens* (endro) também reduziu a oviposição do inseto. Para as variáveis longevidade, oviposição, mortalidade e razão sexual não houve efeito significativo dos tratamentos. Contudo, cravo-da-índia  $DL_{50}$  apresentou o menor percentual de emergência na primeira geração, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos e para a variável duração da fase imatura, foi superior a todos os tratamentos (28,66 dias). O período de oviposição de maior duração ocorreu na primeira geração, e foi no tratamento com endro  $DL_{20}$ . Para os parâmetros da tabela de vida e fertilidade de *Zabrotes subfasciatus*, o tempo médio de geração (T) na testemunha teve o menor valor médio comparando com os demais tratamentos na primeira geração. A taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ) e a taxa intrínseca de crescimento populacional ( $r_m$ ) para o cravo-da-índia  $DL_{50}$  não apresentou diferença estatística quando comparado com os outros pós vegetais. Com relação ao comportamento da redução populacional pelo cravo-da-índia, em 30 dias, a população criada em grãos protegidos teve uma taxa de crescimento populacional 2,52 vezes menor que a testemunha.

**Palavras-chave:** Tabela de vida. Pós vegetais. Doses letais. Caruncho. *Phaseolus vulgaris*.

## ABSTRACT

This study aimed to identify and select powder and vegetable oils with plant protection action on *Phaseolus vulgaris*, and its effects on the biotic potential *Zabrotes subfasciatus*. The survey was conducted in the Plant Clinic Department of Agriculture's Centre for Social and Human Sciences Agricultural (CCHSA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), Campus III, Bananeiras, PB, where test conditions was with temperature  $25 \pm 5$  ° C ;  $75 \pm 15\%$  RH; 12 hour photoperiod. Initially, tests were performed with free choice to evaluate the effect of powders obtained from 57 plants and also vegetable oils coconut, castor oil and glycerin on olfactory behavior in adults. It was selected for lethality five repellent plants, among those with the best indices for repellency, for which it was evaluated the effect on the attractiveness, adult mortality and oviposition. The lethal dose LD<sub>15</sub>, LD<sub>20</sub>, LD<sub>5</sub> and LD<sub>50</sub> were determined by probit analysis using SAS<sup>®</sup> Institute software (Version 9.3). Fertility variance analysis was performed (average number of eggs per female / day), using the ANOVA procedure of ASSISTAT<sup>®</sup> (2013) and the average fecundity compared by testing "F" and regression. In the subsequent phase, variables were evaluated related to survival and fertility *Zabrotes subfasciatus*. The treatments were: Witness; Indian Clove DL<sub>5</sub>; Indian Clove LD<sub>50</sub>; LD<sub>15</sub> dill and dill LD<sub>20</sub>. The variables response and the life and fertility table parameters were analyzed using ANOVA SISVAR procedure (2008). At the end of this study, it was found that the *Caryophilus aromaticus* powder (Indian clove) was the only one with lethal effect on adult *Zabrotes subfasciatus*, causing 100% mortality and preventing oviposition; The *Anethum graveolens* powder (dill) also reduced the insect oviposition. For the variables longevity, oviposition, mortality and sex ratio there was no significant effect of the treatments. However, Indian clove LD<sub>50</sub> had the lowest percentage of emergence in the first generation, showing significant difference from the other treatments and the variable duration of the immature stage was greater the other treatments (28.66 days). The longer oviposition period occurred in the first generation, and was in treatment with dill LD<sub>20</sub>. For the parameters of the life table and *Zabrotes subfasciatus* fertility, the average generation time (T) in the control had the lowest average compared with the other treatments in the first generation. The net reproductive rate (R<sub>0</sub>) and intrinsic rate population growth (r<sub>m</sub>) for Indian clove LD<sub>50</sub> had statistical difference when compared to other vegetable powders. Regarding the behavior of population reduction by Indian clove in 30 days, the population created in protected grains had a reduced population growth 2.52 times smaller than the control.

**Keywords:** Life table, vegetable powders, lethal doses, woodworm, *Phaseolus vulgaris*.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Nome comum, nome científico, parte da planta utilizada, forma de utilização e forma de obtenção dos diferentes substratos vegetais testados .....	28
Quadro 2 – Tratamentos avaliados com respectiva codificação .....	31
Quadro 3 – Variáveis-resposta e parâmetros de tabela de vida e fertilidade com suas respectivas codificações .....	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	O caruncho <i>Zabrotes subfasciatus</i> .....	25
Figura 2 –	Recipiente utilizado para criação do inseto <i>Zabrotes subfasciatus</i> em feijão carioca .....	25
Figura 3 –	Peneira utilizada no manejo da criação do inseto.....	25
Figura 4 –	Etapas do processo de secagem das plantas e obtenção dos pós vegetais.	26
Figuras 5A e 5B –	Instalação do teste de repelência nos olfatômetros tipo “X” adaptado de Procópio (2003) (A); Pesagem dos pós vegetais em balança de precisão (B). .....	30
Figuras 6A e 6B –	Armazenamento de grãos tratados com pós vegetais em garrafas PET (A); Recipientes plásticos contendo insetos adultos em amostras de 20 g de grãos, parcelas do tratamento para teste de letalidade (B) .....	30
Figuras 7A e 7B –	Armazenamento do feijão para instalação da tabela de vida e fertilidade de <i>Z. subfasciatus</i> (A); Recipientes para criação e montagem da tabela de vida e fertilidade (B). .....	32
Figura 8 –	Instalação do bioensaio para tabela de vida e fertilidade de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em câmara climatizada B.O.D. ....	33
Figura 9 –	Ilustração das fases de desenvolvimento do inseto dentro do feijão .....	33
Figura 10 –	Curva dose-resposta de <i>Zabrotes subfasciatus</i> submetidos ao tratamento com cravo-da-índia após 120 horas de exposição dos insetos. ....	44
Figura 11 –	Efeito das doses dos substratos sobre a oviposição média diária de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em grãos de feijão carioca ( <i>P. vulgaris</i> ) tratados com diferentes pós vegetais .....	46
Figura 12 –	Padrão temporal de oviposição de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em grãos de feijão carioca ( <i>P. vulgaris</i> ) tratados com diferentes pós vegetais. ....	47
Figura 13 –	Simulação do comportamento da redução da velocidade de crescimento.	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Valores médios do índice de repelência de substratos vegetais sobre <i>Zabrotes subfasciatus</i> . .....	38
Tabela 2 –	Índices de repelência obtidos no 2º teste olfatométrico com as dez plantas mais repelentes para <i>Zabrotes subfasciatus</i> .....	42
Tabela 3 –	Letalidade de pós vegetais sobre adultos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> após cinco dias de exposição. ....	44
Tabela 4 –	Análise de variância da oviposição de fêmeas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em grãos de feijão carioca ( <i>P. vulgaris</i> ) tratados com pós vegetais de cravo-da-índia, erva-de-bicho, endro, arruda e louro, após 15 dias de armazenamento em embalagem tipo PET.....	45
Tabela 5 –	Desdobramento da interação pós vegetais x doses para a oviposição média diária de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em grãos de feijão carioca ( <i>P. vulgaris</i> ). .	45
Tabela 6 –	Desdobramento da interação pó vegetal x tempo sobre o número médio de ovos/fêmea de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em grãos de feijão carioca ( <i>P. vulgaris</i> ) avaliados durante cinco dias. ....	48
Tabela 7 –	Emergência e duração da fase imatura de <i>Zabrotes subfasciatus</i> criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp. $25 \pm 5$ °C; UR $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.....	50
Tabela 8 –	Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a variável emergência e duração da fase imatura de <i>Z. subfasciatus</i> nas gerações F1 e F2. ....	51
Tabela 9 –	Longevidade e oviposição de <i>Zabrotes subfasciatus</i> criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp. $25 \pm 5$ °C; UR $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.....	52
Tabela 10 –	Resultados dos testes F utilizados para avaliar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis longevidade e oviposição total de <i>Z. subfasciatus</i> nas gerações F1 e F2. ....	53

Tabela 11 – Duração do período de oviposição de <i>Zabrotes subfasciatus</i> criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp. $25 \pm 5$ °C; UR $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.....	53
Tabela 12 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a variável duração do período de oviposição de <i>Z. subfasciatus</i> nas gerações F1 e F2. ....	54
Tabela 13 – Percentual de Mortalidade aos 5 e aos 10 dias após a emergência dos ovos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp. $25 \pm 5$ °C; UR $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015. ....	55
Tabela 14 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a mortalidade aos 10 dias de <i>Z. subfasciatus</i> nas gerações F1 e F2. ....	55
Tabela 15 – Razão sexual de <i>Zabrotes subfasciatus</i> criados em grãos de feijão tratados em diferentes pós vegetais. Temp. $25 \pm 5$ °C; UR $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.....	56
Tabela 16 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a variável razão sexual de <i>Z. subfasciatus</i> nas gerações F1 e F2. ....	57
Tabela 17 – Valores médios dos parâmetros da tabela de vida e fertilidade de fêmeas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> criadas em grãos de feijão tratados em diferentes pós vegetais. Temp. $25 \pm 5$ °C; UR $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015. ....	57
Tabela 18 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre os parâmetros da tabela de vida e fertilidade de <i>Z. subfasciatus</i> nas gerações F1 e F2. ....	58
Tabela 19 – Simulação do crescimento populacional e da razão de redução ocasionada pelo tratamento cravo-da-índia, a partir dos parâmetros de tabela de vida quantificados.....	59

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivos .....	14
1.1.1 Objetivo geral .....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 Biologia de <i>Zabrotes subfasciatus</i> .....	15
2.2 Aplicações de extratos vegetais e compostos secundários no controle de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em feijão <i>Phaseolus vulgaris</i> .....	16
2.3 Modo de ação dos extratos vegetais sobre insetos de grãos armazenados .....	18
2.4 Aplicações de tabela de vida e fertilidade no monitoramento de insetos de grãos armazenados .....	21
<b>CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
3.1 Criação de <i>Zabrotes subfasciatus</i> .....	24
3.2 Obtenção dos pós e óleos vegetais .....	25
3.3 Identificação e seleção de plantas com potencial de repelência e letalidade .....	27
3.3.1 Determinação do índice de repelência (IR).....	27
3.3.2 Teste de determinação da dose letal (DL <sub>50</sub> ) .....	30
3.3.3 Delineamento experimental dos ensaios para avaliação de parâmetros demográficos .....	31
3.3.4 Tabela de vida e fertilidade de <i>Zabrotes subfasciatus</i> .....	32
3.3.4.1 Obtenção de ovos com um dia de vida.....	33
3.3.4.2 Parâmetros bioecológicos.....	33
3.3.4.3 Parâmetros avaliados na tabela de vida.....	34
3.3.5 Análise estatística .....	36
<b>CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
4.1 Identificação e seleção de plantas com potencial de repelência e letalidade .....	38
4.1.1 Determinação do índice de repelência (ir) .....	38
4.1.2 Determinação do índice de repelência (ir) no 2º teste olfatométrico .....	41
4.1.3 Determinação da dose letal (DL <sub>50</sub> ).....	42
4.1.4 Número médio de ovos por fêmea para cada tratamento .....	44
4.2 Variáveis de sobrevivência de <i>Zabrotes subfasciatus</i> .....	49

4.2.1	Percentual de emergência e duração da fase imatura .....	49
4.2.2	Longevidade e oviposição total .....	51
4.2.3	Período de oviposição .....	53
4.2.4	Mortalidade aos 5 e 10 dias .....	54
4.2.5	Razão sexual.....	56
4.3	Parâmetros de tabela de vida e fertilidade de <i>Z. subfasciatus</i> .....	57
4.4	Simulação da dinâmica populacional de <i>Zabrotes subfasciatus</i> tratado com cravo-da-índia .....	59
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES.....</b>		<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>		<b>62</b>

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). De acordo com o “Levantamento Sistemático da Produção Agrícola”, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), a produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nacional fecha o ano com estimativa de 3,1 milhões de toneladas, 1,1% a menos que o estimado em novembro. Estima-se que a Região Nordeste foi responsável por 28,3% da produção nacional da primeira safra de feijão. Ao todo é estimada produção de 380,4 mil toneladas na região Nordeste e 1,3 milhão de toneladas de feijão no País.

Uma das principais causas das perdas durante o armazenamento está relacionada ao ataque de insetos, como o caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae), apontado como uma das principais pragas de grãos de feijoeiro em regiões quentes e tropicais da América Latina (OLIVEIRA; VENDRAMIM, 1999). Esse inseto possui grande capacidade reprodutiva em curto período de tempo e alto poder depreciativo, reduzindo o peso e a qualidade dos grãos e sementes, assim como o poder germinativo das sementes (BALDIN et al., 2009; BOTTEGA; RODRIGUES, 2013; GIRÃO FILHO et al., 2014).

O uso de inseticidas no controle de insetos de grãos armazenados serve para complementar algumas medidas preventivas de controle, tais como o manejo da temperatura e umidade, o uso de instalações adequadas, entre outros. No entanto, desvantagens com o emprego de inseticidas, em decorrência de resíduos deixados nos grãos, têm sido constatadas. Dentre os inseticidas curativos mais usados para o controle dos carunchos destaca-se o fumigante à base de fosfina, para o controle preventivo utilizam-se deltametrina, permetrina, fenitrothion, malation, pirimifós metil e bifentrina (REGO et al., 1986; LAZZARI, 2005).

Em decorrência do risco de resíduos químicos serem encontrados nos grãos, surge a necessidade de buscar alternativas de controle menos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, métodos de controle alternativo vêm sendo pesquisados, destacando-se entre eles, o uso de inseticidas botânicos pela sua eficiência, facilidade de aplicação e obtenção, rápida degradação e baixa toxicidade para os aplicadores (TAVARES; VENDRAMIM, 2005; CASTRO et al., 2010).

As espécies vegetais são os principais alvos de tais pesquisas devido aos vários tipos de metabólitos que produzem e, muitos destes constituintes são produtos ativos para o controle

de pragas. Por isso, é importante ampliar o espectro de investigação científica para selecionar novas espécies vegetais que apresentem potencial bioativo na inibição de crescimento, redução de fecundidade, fertilidade e repelência sobre insetos-praga de grãos armazenados, tendo em vista a diversidade da flora que a natureza proporciona. É também, importante desenvolver técnicas que detectem os efeitos subletais crônicos durante o desenvolvimento e a reprodução do organismo alvo.

Considerando-se a vasta biodiversidade brasileira, o investimento em pesquisas que busquem identificar espécies com potencial inseticida é imprescindível como forma de melhor utilização de recursos genéticos naturais, bem como possibilidade de uso (em manejos agroecológicos) no manejo integrado de pragas. Assim, o objetivo deste trabalho consiste na seleção e identificação de plantas com propriedades bioativas, de efeito negativo sobre a biologia de *Zabrotes subfasciatus*.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Avaliar e selecionar pós e óleos vegetais com ação fitoprotetora a grãos de feijão *Phaseolus vulgaris*, e avaliar seus efeitos sobre o potencial biótico de *Zabrotes subfasciatus*.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- a) Identificar e selecionar pós vegetais com potencial de repelência e de letalidade sobre *Zabrotes subfasciatus*;
- b) Quantificar parâmetros bioecológicos de *Zabrotes subfasciatus* criados em grãos protegidos com pós vegetais;
- c) Demonstrar a utilidade do método quantitativo de tabelas de vida e fertilidade como ferramenta de avaliação do efeito de pós vegetais sobre o potencial biótico de *Zabrotes subfasciatus*.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 Biologia de *Zabrotes subfasciatus*

O inseto *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), também conhecido por caruncho-do-feijão, é encontrado em todas as regiões do globo terrestre em que se faz o armazenamento de feijões, desde que fatores climáticos não limitem seu ciclo de vida, além de apresentar distribuição ampla nas regiões quentes e tropicais da América Latina (BRITO et al., 2006; GALLO et al., 2002). Este inseto é considerado a principal praga de feijão armazenado, reduzindo o peso e a qualidade dos grãos e o potencial de germinação das sementes (BOIÇA JÚNIOR et al., 2002).

O ciclo de vida de *Zabrotes subfasciatus* compreende os estágios de ovo, larva, pupa e adulto. Os ovos são arredondados medindo de 0,46 a 0,60 mm de comprimento e 0,44 a 0,50 mm de largura, ficando fortemente aderidos à superfície do grão por um líquido pegajoso secretado pela fêmea, no momento da postura, os ovos férteis são opacos e os inférteis são translúcidos (TEIXEIRA et al., 2009). A 30°C e 70% UR as fêmeas têm longevidade média de 7,6 dias, produzindo em média 35,5 ovos (HOWE & CURRIE, 1964).

As larvas são do tipo curculioniforme, com coloração branco-leitosa, dotadas de mandíbulas desenvolvidas com as quais são capazes de romper os grãos para alimentação interna, quando atingem o desenvolvimento completo constroem um orifício de saída para o adulto, antes de entrar na fase de pupa (GALLO et al., 2002).

As pupas de *Zabrotes subfasciatus* são maiores que os adultos, da mesma coloração das larvas, sem pêlos, medindo 2,5 a 3,5 mm de comprimento e 1,5 a 2,0 mm de largura, na fase adulta, medem 1,8 a 2,5 mm de comprimento e 1,4 a 1,8 mm de largura e tem coloração castanho-escura com manchas claras no pronoto fortemente pubescente (ATHIÉ; DE PAULA, 2002). O dimorfismo sexual é bem nítido, permitindo a separação dos sexos. As fêmeas são maiores que os machos, além de apresentarem uma mancha clara triangular na parte posterior da cabeça, outra da mesma forma próximo ao escutelo e duas outras nos ângulos do pronoto, enquanto que, nos machos só é bem distinta a mancha pré-escutelar (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002).

Após o acasalamento, as fêmeas *Zabrotes subfasciatus* efetuam a oviposição fixando os ovos ao tegumento dos grãos com uma secreção adesiva que produzem. As larvas recém-eclodidas passam do ovo diretamente para o interior da semente, apoiando-se no córion, e sem ter contato com o meio externo. A pupação também ocorre em uma câmara, separada do exterior do grão apenas por um opérculo, o que facilita a saída dos adultos para o acasalamento e reinfestação dos grãos ou dispersão (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GUZZO, 2008).

Os valores dos parâmetros biológicos de *Zabrotes subfasciatus* disponíveis na literatura, como por exemplo duração dos períodos de ovo, larva e pupa; viabilidade de cada período de pré-oviposição; fecundidade; peso; longevidade; e outros, variam bastante de acordo com a fonte considerada (FERREIRA, 1960; HOWE; CURRIE, 1964; CARVALHO; ROSSETTO, 1968; GONZÁLES-VALENZUELA et al., 1985; MEIK; DOBIE, 1986; DECHECO; ORTIZ, 1987; CARDONA et al., 1989; CREDLAND; DENDY, 1992; BABOSA et al., 1999; OLIVEIRA; VENDRAMIM, 1999; MAZZONETTO, 2002; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; BOIÇA JÚNIOR et al., 2002; SARI et al., 2003; SPERANDIO; ZUCOLOTO, 2004; GUZZO, 2008; TEIXEIRA et al., 2009; BALDIN; PEREIRA, 2010; QUEIROGA et al., 2012; BOTTEGA; RODRIGUES, 2013; GIRÃO FILHO et al., 2014), uma vez que estes parâmetros podem ser influenciados pelas condições ambientais (principalmente temperatura e umidade) e tipo de alimento ingerido pelo inseto.

## **2.2 Aplicações de extratos vegetais e compostos secundários no controle de *Zabrotes subfasciatus* em feijão *Phaseolus vulgaris***

Vários trabalhos têm sido realizados visando o controle de insetos de grãos armazenados (ALMEIDA et al., 2004; BRITO et al., 2006; COITINHO et al., 2006; AZEVEDO et al., 2007; ALMEIDA et al., 2012; SILVA et al., 2013). O desafio consiste em encontrar meios de eliminar os insetos sem causar dano à saúde do consumidor e também do agricultor, que lida diretamente com o plantio, colheita e conservação dos grãos entre uma safra e outra. Diferente das sementes, os grãos são consumidos diretamente pelo ser humano o que é ainda mais preocupante, porque os produtos químicos aplicados em grãos tem poder residual maior do que nas sementes.

As plantas constituem fontes naturais de substâncias inseticidas, e vêm sendo utilizadas pela humanidade desde a antiguidade. De modo geral apresentam grandes quantidades de compostos secundários como alcaloides, terpenos, flavonoides e esteroides,

considerados entre os mecanismos de defesa e de resistência a ação contrária de insetos fitófagos e de fitopatógenos (CRUZ; VENDRAMIM, 1998; POLITO, 2006; ESTRELA et al., 2006; SILVA, 2007; MORANDI; BETTIOL, 2009).

Por essa razão, o uso de extratos, óleos e pós vegetais no controle de *Zabrotes subfasciatus* e outros insetos de grãos armazenados tem sido amplamente registrado, conforme segue Paranhos et al. (2005), estudando métodos alternativos no controle de *Zabrotes subfasciatus* em feijão, utilizaram extrato de *Azadirachta indica* A. Juss (nim) e *Caryophyllus aromaticus* L. (cravo-da-índia). Observaram que a solução aquosa de nim, 0,5 mL óleo de nim Kg<sup>-1</sup> de feijão, não promoveu efeito negativo sobre *Zabrotes subfasciatus*, enquanto o cravo-da-índia foi efetivo no controle da praga, provocando a morte de adultos e diminuição da postura, podendo ser utilizado, na dose de 25 g.Kg<sup>-1</sup> de grão de feijão armazenado. Almeida et al. (2012), relataram propriedades da *Artocarpus heterophylla* Lam. (jaqueira) e da *Chenopodium ambrosioides* L. (mastruz) como repelentes ao *Zabrotes subfasciatus*. Posteriormente, Silva et al. (2013) constataram atividade inseticida no extrato de *Laurus nobilis* L. (louro) contra *Zabrotes subfasciatus* com mortalidades acima de 50% quando utilizadas doses a partir de 4,0 mL.

O processo de fumigação com óleos essenciais de plantas do gênero *Eucalyptus*, segundo Brito et al. (2006), mostrou-se eficiente no controle de *Zabrotes subfasciatus* e *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775); as porcentagens de ovos viáveis e as de adultos emergidos das duas espécies de carunchos sofreram redução com a aplicação dos três óleos essenciais e os óleos de *Eucalyptus staigeriana* F. Muell. Bailey *Eucalyptus citriodora* Hook. tiveram as menores porcentagens de ovos viáveis e insetos emergidos para os dois carunchos.

A composição química dos óleos essenciais do caule e folhas de *Croton grewoides* Baill., planta aromática e abundante na Caatinga de Pernambuco, e seu potencial fumigante contra *Zabrotes subfasciatus* foram estudados por (SILVA; CÂMARA, 2007). Ainda segundo os autores, estes óleos foram tóxicos para o caruncho do feijão, cuja mortalidade variou com o aumento da concentração aplicada.

Em estudo realizado por Queiroga et al. (2012), os autores testando óleos de mamona, soja e oiticica no tratamento de sementes de feijão, verificaram que estes óleos vegetais funcionaram como uma barreira física impedindo a oviposição de *Zabrotes subfasciatus*, durante todo o período de armazenamento, sendo o óleo de oiticica o que promoveu maior controle até os 120 dias de estocagem.

Procópio et al. (2003) afirmam que se tem preferido o uso de pós em relação a outros derivados vegetais para controle de pragas de produtos armazenados, pela facilidade de aplicação e pela natureza do substrato a ser protegido. Isso mostra que o controle de pragas de produtos armazenados com o emprego de pós vegetais pode ser resultante da repelência ou toxicidade desses produtos, o que se reflete no menor crescimento da população do inseto.

A influência de onze pós de origem vegetal aplicados em grãos de feijão sobre alguns aspectos biológicos de *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) (Coleoptera: Bruchidae) foram avaliados por Baldin et al. (2009) que constataram redução significativa da oviposição durante o período de armazenamento ao utilizar os pós de *Baccharis trimera* Less, *Mentha pulegium* L. e *Coriandrum sativum* L. Observaram, também, baixo peso de adultos provenientes de grãos contendo o pó de *A. indica* A. Juss. sugerindo a ocorrência de deterrência na alimentação das larvas de *A. obtectus*.

A bioatividade dos pós de *Piper tuberculatum* Jacq., *Lippia sidoides* Cham., *Sapindus saponaria* L. e *Melia azedarach* L. sobre *C. maculatus* avaliada por Castro et al. (2010) revelou efeito inibidor dessas plantas em relação à preferência para oviposição do inseto em grãos. Os autores constataram inibição na oviposição de *C. maculatus* nos tratamentos com os pós de *P. tuberculatum* (frutos), *L. sidoides* (folhas) e *S. saponaria* (folhas e sementes) em comparação com os resultados obtidos na testemunha e nos demais tratamentos.

Em relação à glicerina não há registro de seu uso no controle de *Zabrotes subfasciatus*. Porém, Cruz (2013) testou glicerina em sementes de milho e observou que na dose 0,08 mL obteve aproximadamente 36% de repelência ao *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1885) (Coleoptera: Curculionidae) após 2 h de Exposição em Teste de Olfatômetro.

Segundo Machado et al. (2012) a glicerina se constitui num resíduo agroindustrial abundante, derivado da destilação dos biocombustíveis, e que está sendo causa de impacto ambiental devido o seu acúmulo excedente, demandando-se mais pesquisas para encontrar formas de uso alternativo e outras aplicações da glicerina na indústria e na agricultura.

### **2.3 Modo de ação dos extratos vegetais sobre insetos de grãos armazenados**

Os extratos de plantas podem agir sobre os insetos por repelência; ação inseticida; ovicida; prolongamento no período de desenvolvimento ovo a adulto; inibição na oviposição e/ou deterrência alimentar, dentre outras maneiras.

Estudos realizados por Souza et al. (2005) mostram que o pó das sementes de *Piper nigrum* L., dos botões florais *Eugenia caryophyllata* Thunb. e das folhas de *Cynnamomum zeylanicum* Ness provocaram mortalidade em *C. maculatus* de 100, 100 e 80,9%, respectivamente; reduziram a oviposição em 100, 100 e 98,21% e a emergência de adultos em 100%.

Tavares e Vendramim (2005) avaliando a influência do pó e do extrato aquoso de *Chenopodium ambrosioides* L. sobre o comportamento e a sobrevivência do gorgulho-dormilho, *S. zeamais*, observaram que os pós de frutos, ramos e folhas de *C. ambrosioides* não apresentaram repelência para adultos de *S. zeamais*, enquanto, os pós de frutos e da planta inteira (com frutos) apresentaram atividade inseticida sobre adultos de *S. zeamais*. Já os extratos aquosos dessas estruturas vegetais, não afetaram a sobrevivência nem a emergência desse inseto.

Castro et al. (2010) determinaram a bioatividade dos pós de quatro espécies vegetais: *P. tuberculatum*, *L. sidoides*, *S. saponaria* e *M. azedarach* sobre *C. maculatus*, avaliando-se o efeito dessas plantas em relação à preferência do inseto em grãos. Neste estudo foi constatada inibição na oviposição nos tratamentos com os pós de *P. tuberculatum* (frutos), *L. sidoides* (folhas) e *S. saponaria* (folhas e sementes) em comparação com os resultados obtidos na testemunha e nos demais tratamentos. O tratamento mais eficiente foi o pó de folhas de *L. sidoides* que propiciou 100% de controle, seguido por frutos de *P. tuberculatum*, sementes e folhas de *S. saponaria*.

Um estudo detalhado sobre o efeito de pós vegetais em *Zabrotes subfasciatus* e *A. obtectus* realizado por Mazzonetto (2002) revelou que pós de *Chenopodium ambrosioides* L. (erva-de-santa-maria), *Mentha pulegium* L. (poejo), *Ocimum basilicum* L. (alfavaca) e *Ruta graveolens* L. (arruda) apresentam efeito altamente tóxico aos adultos de *Zabrotes subfasciatus*, causando 100% de mortalidade até o quinto dia de contato com os insetos, não propiciando oviposição nos grãos de feijão tratados com estes materiais. Em relação a *A. obtectus*, observou total mortalidade de adultos quando estes são expostos a grãos tratados com os pós de *C. ambrosioides* e de folhas de *Coriandrum sativum* L. (coentro). O autor também verificou redução no número total de ovos de *Zabrotes subfasciatus* quando em contato com grãos impregnados com os pós de *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (frutos) e folhas de *Ricinus communis* L. (mamona) e de *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch (bico-de-papagaio).

Mazzonetto e Vendramim (2003) avaliaram o efeito de 18 espécies vegetais no comportamento e sobrevivência de *A. obtectus* com o objetivo de descobrir plantas inseticidas que possam ser utilizadas para controle desse inseto. Esses pesquisadores concluíram que os pós obtidos da parte aérea de *C. ambrosioides* (erva-de-santa-maria) p. 1 e p. 2, folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook, de *M. pulegium* (poejo) e de *R. graveolens* (arruda), de cascas de frutos de *Citrus reticulata* Blanco (laranja ‘Murcote’) e *Citrus sinensis* L. Osbeck (laranja ‘Pera’) e de cascas de *L. glyptocarpa* são repelentes aos adultos de *A. obtectus*. Os pós de *C. ambrosioides* (p. 2) e de *C. sativum* (coentro) são altamente tóxicos aos adultos, causando 100% de mortalidade e, conseqüentemente, nenhuma oviposição.

A redução da viabilidade dos ovos de *Zabrotes subfasciatus* foi verificada em grãos de feijão tratados com produtos derivados de nim. NeemPro<sup>®</sup> causou a maior mortalidade de ovos (47,58%), seguido de NeemSeto<sup>®</sup> (38,49%), ambos diferindo estatisticamente da testemunha e entre si. Constatou-se também que Roteline<sup>®</sup> não apresentou efeito ovicida em *Zabrotes subfasciatus*, já que a mortalidade observada neste tratamento (36,73%) não diferiu estatisticamente da verificada na testemunha (30,93%) (GUZZO, 2008).

Girão Filho et al. (2014) constataram que *P. nigrum* L. (pimenta do reino), *P. tuberculatum* Jacq. (pimenta de macaco), *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. e L. M. Perry (cravo-da-índia) e *Chenopodium ambrosioides* L. (mastruz) são tóxicas à *Zabrotes subfasciatus* com ação inseticida. *Cymbopogon nardus* L. (citronela), *S. aromaticum* e *C. ambrosioides* são repelentes à *Zabrotes subfasciatus*, de acordo com o índice de repelência calculado de 0,3; 0 e 0,4, respectivamente.

Outro trabalho que avaliou a ação repelente e inseticida de extratos vegetais em *Zabrotes subfasciatus* foi o de Silva et al. (2013). Nesse estudo, foram avaliados extratos hidroalcoólicos e em pó de *Laurus nobilis* L. (louro) e *Cedrela fissillis* Vellozo (cedro), ambos os extratos apresentaram efeito repelente, não diferindo estatisticamente em seus efeitos. Para a avaliação da mortalidade, o extrato de louro apresentou o melhor efeito inseticida, onde se constatou que com o aumento da dose, melhor o efeito inseticida, exceto para as doses de 4,5 e 5,0 mL, enquanto o extrato de cedro não apresentou nenhum efeito inseticida sobre o inseto nas doses estudadas.

## **2.4 Aplicações de tabela de vida e fertilidade para avaliação de alternativa de controle de insetos de grãos armazenados**

As tabelas de vida são um dos métodos tradicionalmente utilizados para estimação de taxas de crescimento populacional em artrópodes, pois sintetizam dados de sobrevivência e fertilidade de populações (MAIA; LUIZ, 2006). Estes foram desenvolvidas a princípio para uso em estudos demográficos, visando sua aplicação em companhias de seguro de vida. Atualmente vêm sendo empregadas com sucesso em estudos de ecologia de populações. Sua aplicação se baseia no estudo de um grupo de indivíduos de mesma idade cronológica através do acompanhamento, ao longo do tempo, do destino dos organismos que nasceram na mesma época (SILVEIRA NETO et al., 1976; MAIA, 1997; MEDEIROS, 2002).

Da mesma forma, Coppel e Mertins (1977) relataram que o estudo da tabela de vida e fertilidade é de grande valia para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, uma vez que permite uma visão integrada das características biológicas de uma população, sob condições ambientais determinadas.

O conhecimento sobre o potencial de crescimento de populações de artrópodes é fundamental para o estabelecimento de práticas eficientes de controle de pragas e para a avaliação de possíveis impactos ambientais de tecnologias sobre artrópodes não-alvo (BLEICHER; PARRA, 1990; FERNANDEZ-CASALDELREY, 1992; BRODSGAARD, 1994; SHARMA et al., 1994; PARRA et al., 1995; SHARMA et al., 1997; NASCIMENTO et al., 1998).

Sendo assim, no controle de insetos o uso de tabelas de vida e fertilidade representa uma alternativa, por meio da qual é possível a detecção de efeitos subletais crônicos durante o desenvolvimento e a reprodução do organismo alvo (MORANDI FILHO et al., 2008). Ainda de acordo com estes autores, essas tabelas e os parâmetros delas derivados constituem importantes instrumentos de avaliação de aspectos bioecológicos de insetos e ácaros, como por exemplo, o potencial de crescimento populacional.

Cada indivíduo na tabela de vida e fertilidade apresenta sua própria velocidade de desenvolvimento, longevidade e fecundidade, sendo tais fatores comumente expressos em termos médios da população segundo Silveira Neto et al. (1976). Os autores acrescentam que, ao combinar as funções de sobrevivência e fecundidade específica por idade, os parâmetros demográficos podem ser calculados, e estes são de grande utilidade na caracterização de uma população de indivíduos.

As informações necessárias para construção de uma tabela de vida e fertilidade são: início da fase adulta e longevidade de cada fêmea ou médias da população (dias, semanas); número de ovos postos por fêmea por dia; proporção de fêmeas na descendência; porcentagem de descendentes (fêmeas) que sobrevivem até a fase adulta; número de fêmeas vivas a cada dia desde o início da fase adulta da fêmea mais precoce até a morte da última fêmea (SILVEIRA NETO et al., 1976; MAIA, 1997).

Os principais parâmetros associados à tabela de vida e fertilidade são: taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ) - total de descendentes fêmeas produzidas por cada fêmea, durante todo o período de oviposição, que chegam à geração seguinte; intervalo médio entre gerações (T ou Mgt) - duração média do período entre o nascimento dos indivíduos de uma geração e da seguinte; tempo de duplicação (TD) - período de tempo necessário para duplicar a população; taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ) - parâmetro da curva de crescimento da população (suposta exponencial), relacionado com a velocidade de crescimento (ou decréscimo) populacional; e a razão finita de crescimento ( $\lambda$ ) - fator de multiplicação da população original a cada intervalo unitário de tempo (SOUTHWOOD, 1978).

Sedaghat et al. (2014) utilizaram a ferramenta tabela de vida para avaliar os efeitos da irradiação ultravioleta na eclosão de ovos, e também para determinar os parâmetros de crescimento da população e reprodução de *Callosobruchus maculatus* quando exposta ao comprimento de onda de 254 nm (UVC) em diferentes durações a  $25 \pm 5$  °C e fotoperíodo de 10:14 (L: D). Observou-se que com o aumento no tempo de exposição à irradiação UVC, houve diminuição gradual da porcentagem de eclosão dos ovos em todas as faixas etárias, e também redução da reprodução dos adultos subsequentes. A taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ), a taxa finita de crescimento ( $\lambda$ ) e a taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ) de *C. maculatus* diminuíram com o tempo de exposição crescente de dois a quatro minutos.

Tenório (1991) elaborou tabelas de vida e fertilidade para *Zabrotes subfasciatus* em cinco genótipos de feijão utilizando os parâmetros taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ), taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ) e o tempo de geração (dias). A variedade APN-18 foi a mais resistente ao ataque do inseto, com valores de  $R_o=8,87$  e  $r_m=0,06$ , e onde *Zabrotes subfasciatus* gastou mais tempo (33,94 dias) para se desenvolver em relação aos demais genótipos.

O conhecimento sobre o desenvolvimento do inseto-praga fornece elementos para seu controle, por isso a longevidade e a oviposição de *Zabrotes subfasciatus* foram avaliadas na presença e na ausência de grãos de feijão por Gonzáles-Valenzuela et al. (2010). Os autores

selecionaram casais com dois dias de emergidos, para acasalarem e ovipositarem em variedades de feijão Bat-304, Guamá-23 e Velasco longo. Observaram que a presença ou ausência de sementes de feijão não afetou a longevidade dos machos de *Zabrotes subfasciatus*. Estes observaram também, que nas sementes de Velasco longo e Guamá-23, a longevidade dos machos foi mais de 14 dias, em média. A longevidade de fêmeas aumentou quando foram privadas do contato com as sementes de feijão no segundo dia de emergência. Verificou-se que em sementes de feijão Bat-304, as fêmeas ovipositaram menor quantidade de ovos inférteis, menos de 3%. A maior quantidade de insetos emergidos ocorreu nas sementes de Bat-304, com porcentagem de emergência superior a 85 %.

## CAPÍTULO 3

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Clínica Fitossanitária do Departamento de Agricultura do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus* Universitário III, Bananeiras-PB.

Para avaliar a bioatividade de substratos vegetais sobre o comportamento olfativo e o desenvolvimento do caruncho *Zabrotes subfasciatus*, foram realizados três bioensaios em grãos de feijão carioca. No primeiro, avaliaram-se as ações de repelência e atratividade de 60 substratos vegetais, sendo 57 pós vegetais de espécies medicinais e aromáticas e óleos vegetais de coco e de mamona, e a glicerina sobre o comportamento olfativo de indivíduos adultos de *Zabrotes subfasciatus*. No segundo, avaliaram-se a letalidade de 10 plantas selecionadas como repelentes a *Zabrotes subfasciatus* e o comportamento de oviposição deste inseto. No terceiro bioensaio, avaliaram-se os efeitos de duas espécies selecionadas, sendo uma com maior letalidade e a outra com a melhor inibição de oviposição de *Zabrotes subfasciatus* para o estudo da bioecologia do caruncho e de seus descendentes.

Detalhes sobre a criação dos insetos, obtenção dos pós e óleos vegetais utilizados na pesquisa são descritos a seguir:

#### 3.1 Criação de *Zabrotes subfasciatus*

Populações de *Zabrotes subfasciatus* (Figura 1) foram mantidas em grãos de feijão carioca, na Clínica Fitossanitária do Departamento de Agricultura do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus* Universitário III, Bananeiras-PB, a partir de insetos inicialmente coletados em feijão adquirido em feira livre de Campina Grande-PB. A espécie foi mantida a temperatura de  $25 \pm 5$  °C e umidade relativa  $75 \pm 15$  %. Os insetos foram criados dentro de recipientes de vidro transparentes (21 cm de altura x 44,5 cm de diâmetro), revestidos por tela transparente (Figura 2). Em cada recipiente foram colocados 50 insetos adultos não sexados, em 200 g de feijão carioca, substrato para alimentação abrigo, e multiplicação dos insetos estudados.

A cada sete dias do início da infestação, os insetos adultos eram removidos para outro recipiente de vidro, com auxílio de peneira de 4 mesh (Figura 3), deixando-se apenas os grãos ovipositados.

A cada geração, eram substituídos por novos grãos. Foram utilizados grãos de feijão *P. vulgaris*, variedade carioca, obtidos diretamente das prateleiras de supermercados de Campina Grande-PB.



Figura 1 – Caruncho *Zabrotes subfasciatus*.



Figura 2 – Recipiente utilizado para criação do inseto *Zabrotes subfasciatus* em feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*).



Figura 3 – Peneira utilizada no manejo da criação de *Zabrotes subfasciatus*.

### 3.2 Obtenção dos pós e óleos vegetais

Todos os pós vegetais utilizados na pesquisa foram adquiridos diretamente no comércio local (feira-livre de Campina Grande-PB), por ser o local mais acessível para adquiri-

los. Alguns substratos adquiridos na forma integral (folhas, cascas e raízes) foram submetidos aos seguintes procedimentos para a obtenção dos pós secos: a) limpeza da amostra; b) secagem do material utilizando estufa de circulação de ar forçado a 40°C por 24 h; c) moagem dos tecidos vegetais em moinho de facas tipo Willer, d) acondicionamento em sacos plásticos e mantidos em ambiente de prateleiras (Figura 4). Os demais pós foram adquiridos diretamente no mercado do fabricante Santos Flora Comércio de Ervas Ltda, com seus respectivos laudos de controle de qualidade. O óleo vegetal de coco foi adquirido no comércio local. A glicerina foi cedida pelo Prof. Carlos Cabral do Departamento de Engenharia Mecânica–Laboratório de Energia Solar da UFPB, obtida a partir da transesterificação do óleo vegetal da mamona; O óleo da semente de *Ricinus communis* foi obtido através de prensagem a frio, utilizando-se uma mine-extrusora acoplada a um sistema de prensa hidráulica manual disponível na Clínica Fitossanitária do CCHSA/UFPB. As sementes de mamona (*R. communis*) utilizadas eram da variedade BRS Energia e foram obtidas na Embrapa Algodão, localizada no município de Campina Grande– PB.

Testaram-se várias espécies vegetais (Quadro 1) selecionadas com base em revisão de literatura e em informações coletadas com pesquisadores da área.

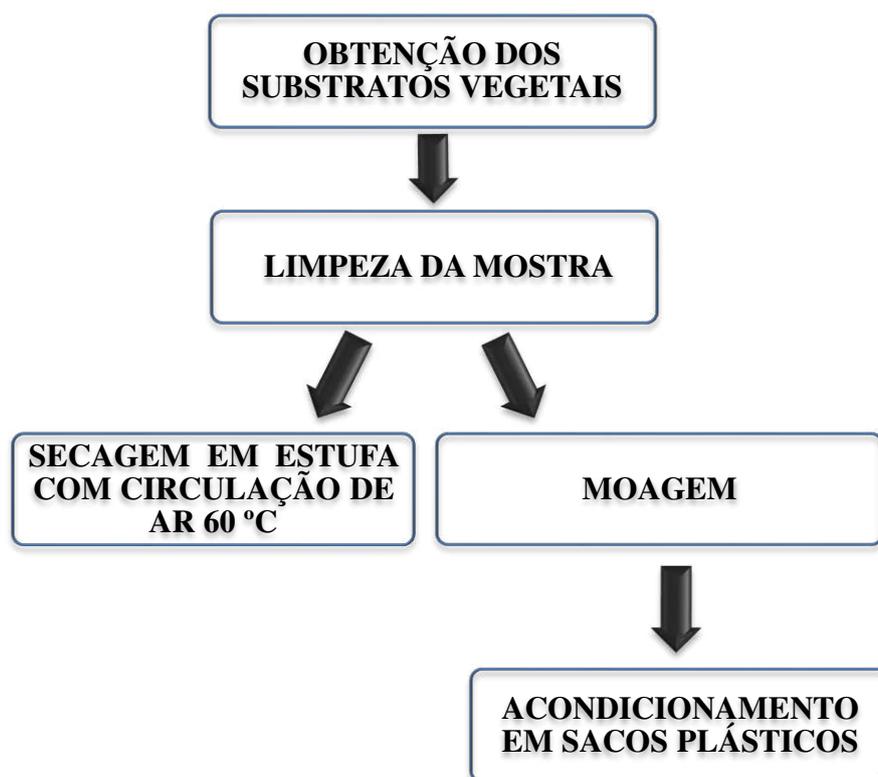


Figura 4 – Etapas do processo de secagem de plantas e obtenção de pós vegetais.

### 3.3 Identificação e seleção de plantas com potencial de repelência e letalidade

#### 3.3.1 Determinação do índice de repelência (IR)

Inicialmente, realizou-se um teste olfatométrico com chance de escolha para avaliação da ação de repelência e atratividade de 60 substratos vegetais (Quadro 1) ao *Zabrotes subfaciatus*. Foram utilizados 20 conjuntos olfatométricos tipo “X” (Figura 5A) adaptado de Procópio (2003). Cada conjunto olfatométrico foi composto por cinco câmaras olfatométricas. Cada câmara foi constituída de um recipiente plástico de polipropileno com capacidade volumétrica de 200 cm<sup>3</sup>, com tampa removível e dimensões de 11 cm de comprimento x 4,5 cm de altura e 8 cm de largura.

Todas as câmaras foram interligadas simetricamente com uma câmara central por meio de cinco tubos de polipropileno flexível e transparente medindo 1 cm de diâmetro por 15 cm de comprimento. Em cada olfatômetro, foram distribuídos cerca de 80 g de grãos de feijão, sendo 20 g para cada câmara olfatométrica, onde duas dessas câmaras receberam grãos tratados com 1 g de pó vegetal e, igualmente nas outras duas câmaras, a mesma quantidade da massa de feijão não tratado com o pó, ficando a câmara central sem massa alguma do feijão, onde foram liberados 20 insetos adultos não sexados com idade desconhecida.

Para os tratamentos à base de óleos, foi utilizada a dose 0,1 mL para cada 20 g de feijão, correspondendo a 5 mL/kg de feijão. Em cada conjunto olfatométrico foram disponibilizadas duas câmaras contendo feijão tratado e duas câmaras com feijão não tratado, como testemunha. Após 12 horas foi realizada a leitura.

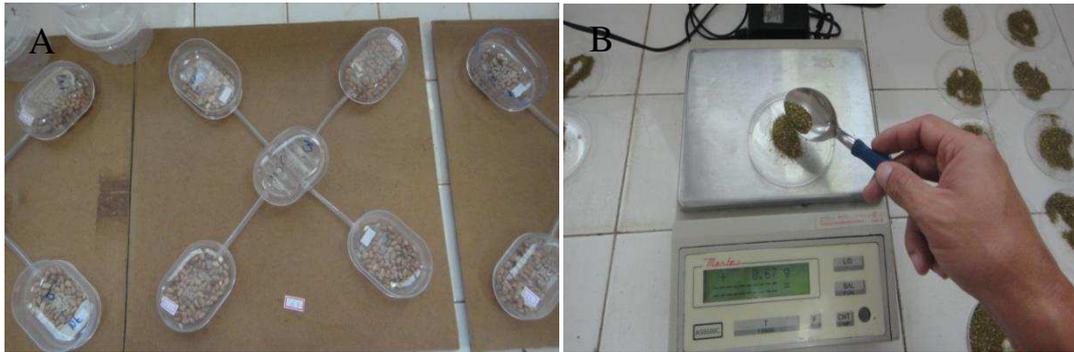
Na sequência, a partir das respostas aos estímulos de atração/repelência, utilizou-se o cálculo de índice de repelência a partir do modelo matemático proposto por Brito et al. (2006):  $IR = 2G/(G + P)$ , sendo: G = % de insetos na planta e P = % de insetos na testemunha. Os valores dos índices variam entre 0 e 2, sendo que IR = 1 indica planta neutra, IR > 1 planta atraente e IR < 1 planta repelente. As dez plantas mais repelentes dentre as avaliadas no teste inicial, foram submetidas a um segundo teste olfatométrico agora com três repetições e, em seguida, calculado o índice de repelência para cada.

**Quadro 1** – Nome comum, nome científico, parte da planta utilizada, forma de utilização e forma de obtenção dos diferentes substratos vegetais testados.

<b>Nome comum</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Partes utilizadas</b>	<b>Forma de utilização</b>	<b>Forma de obtenção</b>
Alfazema	<i>Lavandula angustifolia</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Alho	<i>Allium sativum</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Arruda	<i>Ruta graveolens</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Assa-peixe	<i>Vernonia spp</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Alfavaca	<i>Ocimum americanum</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Agoniada	<i>Plumeria lancifolia</i>	casca de caule	pó	Secagem e trituração
Anis-estrelado	<i>Illicium verum</i>	flores	pó	Secagem e trituração
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Amor-do-campo	<i>Desmodium adscendens</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Arnica	<i>Solidago microglossa</i>	folhas e caule	pó	Secagem e trituração
Abacateiro	<i>Persea americana</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	casca de caule	pó	Secagem e trituração
Boldo	<i>Plectranthus barbatus</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Barbatimão	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	casca de caule	pó	Secagem e trituração
Citronela	<i>Cymbopogon winterianus</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Cardo-santo	<i>Argemone mexicana</i>	semente	pó	Secagem e trituração
Cipó-mil-homens	<i>Aristolochia gigantea</i>	caule	pó	Secagem e trituração
Clorela	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	alga	pó	Secagem e trituração
Cumaru	<i>Amburana cearensis</i>	raiz, caule e folhas	pó	Secagem e trituração
Cidreira	<i>Melissa officinalis</i>	folhas e caule	pó	Secagem e trituração
Camomila	<i>Matricaria recutita</i>	flor	pó	Secagem e trituração
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	raspa de caule	pó	Secagem e trituração
Calêndula	<i>Calendula officinalis</i>	caule	pó	Secagem e trituração
Cravo-da-índia	<i>Caryophilus aromaticus</i>	botão floral	pó	Secagem e trituração
Chá-preto	<i>Camellia sinensis</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	raspa de caule	pó	Secagem e trituração
Confrei	<i>Symphytum officinale</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Capim-santo	<i>Cymbopogon citratus</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Carobinha	<i>Jacaranda caroba</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Erva-doce	<i>Pimpinella anisum</i>	Fruto	pó	Secagem e trituração
Erva-de-bicho	<i>Polygonum acre</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Espinheira-santa	<i>Maytenus ilicifolia</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Endro	<i>Anethum graveolens</i>	semente	pó	Secagem e trituração
Gengibre	<i>Zengiber officinale</i>	raiz	pó	Secagem e trituração
Guaco	<i>Mikania glomerata</i>	folhas	pó	Secagem e trituração
Hibiscos	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	flores	pó	Secagem e trituração

**Quadro 1** – Nome comum, nome científico, parte da planta utilizada, forma de utilização e forma de obtenção dos diferentes substratos vegetais testados.

Nome comum	Nome científico	Partes utilizadas	Forma de utilização	Forma de obtenção
Hortelã	<i>Mentha arvensis</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Ipê roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i>	raspa de caule	pó	Secagem e trituração
Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	casca de caule	pó	Secagem e trituração
Louro	<i>Laurus nobilis</i>	folha	pó	Secagem e trituração
Mastruz	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i>	parte aérea	pó	Secagem e trituração
Melão-são-caetano	<i>Momordica charantia</i>	caule	pó	Secagem e trituração
Macela	<i>Achyrocline satureioides</i>	flores	pó	Secagem e trituração
Mulungu	<i>Erythrina verna</i>	casca de caule	pó	Secagem e trituração
Mistura pronta dos 7 pós	Anis-estrelado; ibiriba; endro; erva doce; canela; noz moscada e cravo-da-índia	não informado	pó	Casa comercial
Noz-moscada	<i>Myristica fragans</i>	semente	pó	Secagem e trituração
Pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum</i>	fruto	pó	Secagem e trituração
Pimenta-calabresa	<i>Capsicum baccatum</i>	fruto	pó	Secagem e trituração
Quixaba	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	casca de caule	pó	Secagem e trituração
Romã	<i>Punica granatum</i>	casca de fruta	pó	Secagem e trituração
Sabugueiro	<i>Sambucus nigra</i>	flor	pó	Secagem e trituração
Sucupira	<i>Bowdichia major</i>	casca de caule	pó	Secagem e trituração
Spirulina	<i>Spirulina maxima</i>	alga	pó	Secagem e trituração
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	semente	pó	Secagem e trituração
Valeriana	<i>Valeriana officinalis</i>	raiz	pó	Secagem e trituração
Coco	<i>Cocos nucifera</i>	polpa de fruto	óleo	Fornecido pelo fabricante
Mamona	<i>Ricinus communis</i>	semente	óleo	Prensagem a frio
Mamona	<i>Ricinus communis</i>	semente	Álcool glicérol	UFPB



Figuras 5A e 5B – Instalação do teste de repelência *Zabrotes subfasciatus* nos olfatômetros tipo “X” adaptado de Procópio (2003) (A); Pesagem dos pós vegetais em balança de precisão (B).

### 3.3.2 Teste de determinação da dose letal (DL<sub>50</sub>)

A partir das cinco espécies escolhidas, dentre as que apresentaram maiores índices de repelência, foi realizado o teste de letalidade em recipientes plásticos com capacidade de 250 cm<sup>3</sup> com tampa. Foram utilizadas, para cada tratamento, seis doses predeterminadas, alocadas aleatoriamente às unidades experimentais: 0 g (Testemunha); 5 g; 10 g; 15 g; 20 g e 25 g do substrato vegetal em pó para cada kg de grãos de feijão carioca agroecológico, com três repetições para cada pó seco testado. Após a mistura dos grãos tratados com os pós vegetais, estes foram armazenados aproximadamente 20 dias em ambiente de prateleira, à temperatura de 25 ± 5°C e umidade relativa de 70 ± 15%. Utilizaram-se garrafas tipo PET (Politereftalato de etileno) de 1000 mL fechadas com tampa rosqueável (Figura 6A). As mesmas condições de armazenamento foram oferecidas para os grãos não tratados com os pós vegetais que serviram como testemunha. Os ensaios foram conduzidos em bancadas de laboratório colocando-se 20 indivíduos adultos, sexados, com idade média de 1,5 dias após a emergência, em cada recipiente plástico (Figura 6B) contendo uma amostra de 20 g de grãos da parcela do tratamento a ser avaliado.



Figuras 6A e 6B – Armazenamento de grãos de *Phaseolus vulgaris* tratados com pós vegetais em garrafas PET (A); recipientes plásticos contendo insetos adultos em amostras de 20 g de grãos, parcelas do tratamento para teste de letalidade (B).

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, distribuído em arranjo fatorial com três fatores (pós vegetais x doses x tempo) com interações 5 x 6 x 5. Sendo cinco pós vegetais (cravo, arruda, louro, endro e erva-de-bicho), seis doses (0 g testemunha; 5 g; 10 g; 15 g; 20 g e 25 g p/ kg de feijão) e cinco dias, totalizando 150 tratamentos com 3 repetições cada.

Após 24h de instalado o experimento, foram realizadas as contagens do número de insetos mortos e de ovos por cada parcela (repetição). As contagens foram realizadas durante cinco dias. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de Probit para determinação da DL<sub>50</sub>, utilizando o PROC PROBIT do SAS/STAT<sup>®</sup>. As fecundidades médias foram comparadas pelo teste de Tukey, após ANOVA, utilizando o ASSISTAT<sup>®</sup>.

### 3.3.3 Delineamento experimental dos ensaios para avaliação de parâmetros demográficos

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, os tratamentos e suas respectivas codificações são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Tratamentos avaliados com respectiva codificação

Nome	Código
Testemunha	TEST
Cravo-da-índia DL5	CRV-DL5
Cravo-da-índia DL50	CRV-DL5
Endro DL15	END-DL15
Endro DL20	END-DL20

Os parâmetros demográficos avaliados relacionadas à sobrevivência e fertilidade são descritos no Quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis-resposta e parâmetros de tabela de vida e fertilidade de *Zabrotes subfasciatus* com suas respectivas codificações

Variável/parâmetro	Código
Porcentagem de emergência	P_EMERGE
Duração da fase imatura	D_FIMAT
Longevidade	LONGV
Período de oviposição	P_OVIP
Oviposição total	OVIP_TOTAL
Mortalidade aos 10 dias	MORT10

Quadro 3 – Variáveis-resposta e parâmetros de tabela de vida e fertilidade de *Zabrotes subfasciatus* com suas respectivas codificações

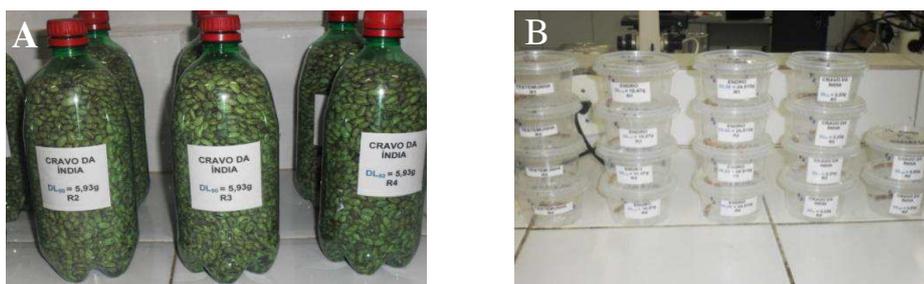
Variável/parâmetro	Código
Razão sexual	R_SEX
Intervalo entre gerações	T
Tempo de duplicação	TD
Taxa líquida de reprodução	R <sub>0</sub>
Taxa intrínseca de crescimento	r <sub>m</sub>
Taxa finita de crescimento	λ

### 3.3.4 Tabela de vida e fertilidade de *Zabrotes subfasciatus*

O critério estabelecido para escolha dos pós vegetais para iniciar o estudo da sua influência sobre parâmetros demográficos de *Zabrotes subfasciatus* foi a influência dos mesmos na mortalidade do inseto e/ou no seu comportamento de oviposição. Com base nos resultados desses testes, foram selecionados os pós vegetais de cravo-da-índia e endro.

Para o cravo-da-índia foram escolhidas doses letais mínima de 5% e máxima de 50% para observar os efeitos subletais do pó sobre o desenvolvimento do inseto. Já para o pó de endro foram escolhidas as doses em que as fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* menos ovipositaram, uma vez que, esse pó não causou mortalidade durante o período do teste de letalidade.

Os grãos de feijão carioca foram tratados e armazenados durante 20 dias (Figura 7A). Após isso, amostras de grãos submetidas a cada tratamento, foram postas em contato com tratados com *Zabrotes subfasciatus* para determinação dos seus parâmetros bioecológicos de tabela de vida e fertilidade (Adaptado de SILVEIRA NETO, 1976; MAIA et al., 2000; MEDEIROS, 2002). Para este fim foram utilizados recipientes plásticos descartáveis com capacidade de volume 250 cm<sup>3</sup>, contendo amostras de 10 g de grãos de feijão (Figura 7B).



Figuras 7A e 7B – Armazenamento do feijão (*Phaseolus vulgaris*) para avaliação dos parâmetros demográficos de *Z. subfasciatus* (A); Recipientes para criação e montagem da tabela de vida e fertilidade (B).

### 3.3.4.1 Obtenção de ovos com um dia de vida

Para obtenção dos ovos de um dia (24 horas aproximadamente de vida) foram utilizados quatro casais adultos do inseto *Z. subfasciatus*, oriundos da criação estoque, com idade média de 1,5 dias. Foram contados de 10 a 20 ovos e acondicionados em recipiente plástico contendo grãos de feijão e mantidos em B.O.D. (Demanda Biológica de Oxigênio) (modelo TE/391) a temperatura de  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10 \%$  e fotofase 12 h (Figura 7).

A partir do número de ovos obtidos em cada recipiente plástico, num total de quatro repetições, foram estimados parâmetros bioecológicos e elaboradas as tabelas de vida e fertilidade, ao longo de todo o ciclo de vida da amostra populacional.



Figura 8 – Instalação do bioensaio para avaliação de parâmetros demográficos tabela de vida e fertilidade de *Zabrotes subfasciatus* em câmara climatizada B.O.D.

### 3.3.4.2 Parâmetros bioecológicos

Estimaram-se os seguintes parâmetros do ciclo biológico de *Z. subfasciatus*: duração e da fase imatura, sobrevivência na fase imatura e oviposição, fecundidade e longevidade, conforme a ilustração da Figura 9.

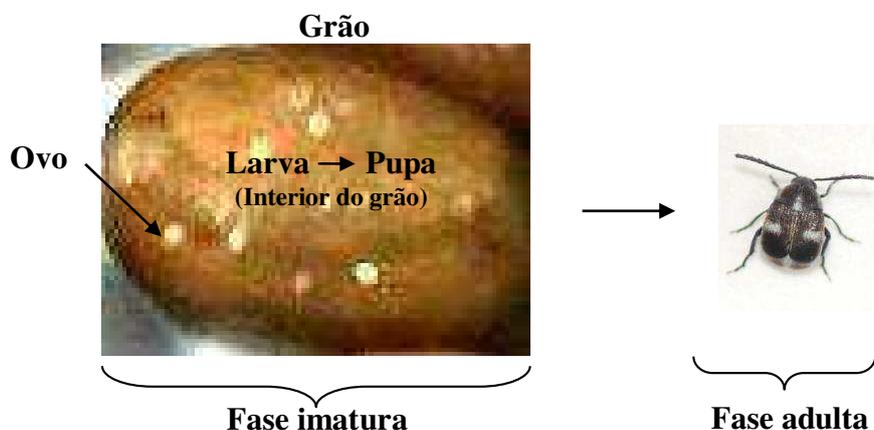


Figura 9 – Ilustração das fases de desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* dentro do feijão.

Para o cálculo da duração da fase imatura foi considerada a média ponderada dos períodos transcorridos entre a data da oviposição e as datas de emergência de cada adulto no recipiente plástico.

Para *Z. subfasciatus*, a sobrevivência na fase imatura corresponde à porcentagem de adultos emergidos (% emergidos). Assim, utilizaram-se os dois conceitos indistintamente, ao longo do texto. A porcentagem de emergência foi calculada dividindo-se o número de insetos emergidos a cada dia pelo número inicial de ovos.

Para o cálculo da fecundidade (número total de ovos/fêmea) e da razão de oviposição (número médio de ovos/dia), foi considerado o período de oviposição transcorrido entre a primeira e a última postura detectada na repetição. Em cada avaliação foi quantificado o número de fêmeas vivas (sobrevivência) e mortas (mortalidade) e o número médio de ovos produzidos por fêmea em cada repetição. Após cada contagem, os grãos contendo os ovos foram removidos e substituídos por novos grãos tratados, em cada repetição. Para determinação da longevidade, foi calculada a média ponderada do número de dias compreendido entre o início da emergência e a morte do último adulto, momento em que o bioensaio foi encerrado. Para a razão sexual, foi calculada a proporção entre o número de fêmeas em relação ao número de machos emergidos, em cada repetição, utilizando a equação: Razão sexual =  $NF / (NF + NM)$ .

#### **3.3.4.3 Parâmetros avaliados na tabela de vida**

A partir dos dados de sobrevivência e oviposição obtidos em cada repetição, nos diferentes tratamentos, foram elaboradas tabelas de vida e fertilidade para cada tratamento. As seguintes informações foram utilizadas:

- a) Número de fêmeas adultas por parcela e número de repetições em cada tratamento;
- b) Data de início da oviposição;
- c) Duração do período de oviposição;
- d) Número médio de ovos postos por fêmea em cada repetição, em cada data de oviposição.

Posteriormente, foi calculado o número médio de ovos postos por fêmea ( $M_x$ ) em cada data de oviposição ( $x$ ), considerando o total de fêmeas de cada tratamento; o índice de sobrevivência acumulado das fêmeas adultas ( $L_x$ ), durante o período de oviposição; e o número de descendentes que atingiram a idade  $x$  na geração seguinte ( $L_x.M_x$ ).

Estes valores constituíram as colunas das tabelas de vida. Com base na informação condensada nas tabelas de vida, foram estimados os seguintes parâmetros bioecológicos para cada tratamento, conforme descritos em Maia et al. (2000) e adaptado por Medeiros (2002):

**Taxa líquida de reprodução (R<sub>0</sub>):** estimativa do número médio de fêmeas gerado por cada fêmea ao longo de todo o período de oviposição, que chegaram a geração seguinte; Este parâmetro indica quantas vezes cresceu a população no intervalo de uma geração;

**Intervalo entre gerações (T):** tempo médio entre a postura de ovos de uma geração e a postura da geração seguinte (intervalo ovo a ovo);

**Tempo de duplicação da população (TD):** tempo necessário para que a população inicial fosse duplicada;

**Taxa intrínseca de crescimento (rm):** fator relacionado com a velocidade de crescimento da população;

**Razão finita de crescimento (λ):** fator de multiplicação de crescimento diário da população. Indica o número de indivíduos adultos, fêmeas, adicionados por cada fêmea, ao dia, ao longo de uma geração, isto é, a taxa de crescimento diário da população.

A partir do método descrito em Silveira Neto et al. (1976), foram obtidas as estimativas aproximadas do intervalo entre gerações (t) e da taxa intrínseca de crescimento populacional (R). Em seguida, estes valores foram utilizados no método iterativo para obtenção do intervalo entre gerações (T) (SOUTHWOOD, 1978).

Os algoritmos utilizados para estimar os parâmetros estão descritos a seguir:

**Taxa líquida de reprodução (R<sub>0</sub>):** somatório para todo o período de oviposição, do número médio de ovos produzidos por fêmea em cada dia multiplicado pela correspondente sobrevivência acumulada em cada data.

$$R_0 = \sum L_x \times M_x$$

**Estimativa aproximada do intervalo entre gerações (t):** corresponde a uma média das idades de oviposição (x - que representam intervalos entre gerações), ponderada pelo número líquido de descendentes (L<sub>x</sub>.M<sub>x</sub>) produzidos na data x.

$$t = \frac{\sum M_x \times L_x \times X}{\sum L_x \times M_x}$$

**Estimativa aproximada da taxa intrínseca de crescimento (R):** é obtida pela razão entre o logaritmo neperiano da taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ) e a estimativa aproximada do intervalo entre gerações (t).

$$R = \frac{\text{Ln}(R_o)}{t}$$

**Taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ):** obtida através de um método descrito em Silveira Neto (1976) utilizando a taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ):

$$r_m = \log R_o / T \times 0,4343$$

**Estimativa do intervalo entre gerações (T):** razão entre o logaritmo neperiano do  $R_o$  e a taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ):

$$T = \frac{\text{Ln}(R_o)}{r_m}$$

**Tempo de duplicação da população (TD):** razão entre o logaritmo neperiano do algarismo adimensional “2” e a taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ):

$$TD = \frac{\text{Ln}(2)}{r_m}$$

**Taxa finita de crescimento ( $\lambda$ ):** calculada a partir da expressão abaixo:

$$\lambda = e^{r_m}$$

### 3.3.5 Análise estatística

Os índices de repelência (IR) para *Zabrotes subfasciatus* foram submetidos ao teste não paramétrico de  $\chi^2$  para aferição de probabilidade de erro e comparação dos índices (IR). O teste foi feito com base na hipótese nula, pois fundamentou melhor as frequências esperadas. O cálculo do  $\chi^2$  foi feito utilizando as proporções de frequência observada e na estimativa de frequência esperada, a partir da equação:  $\chi^2 = (O - E)^2/E$ , onde a letra “O” representa as proporções de frequência observada e a letra “E” representa estimativa de frequência esperada.

As Doses Letais (DL<sub>15</sub>, DL<sub>20</sub>, DL<sub>5</sub> e DL<sub>50</sub>) foram determinadas por meio de Análise Probit, utilizando PROBIT Procedure, o software SAS/STAT<sup>®</sup> do SAS System Institute (Versão 9.3).

Foi realizada análise de variância da fecundidade (número médio de ovos por fêmea/dia), utilizando-se o procedimento ANOVA do ASSISTAT<sup>®</sup> (2013), sendo as fecundidades médias comparadas por meio de testes “F” e regressão.

Para as variáveis duração da fase imatura, emergência, longevidade, mortalidade na fase adulta e oviposição foi realizada análise de variância utilizando o procedimento ANOVA do SISVAR<sup>®</sup> (2008).

Os parâmetros das tabelas de vida e fertilidade foram estimados em cada repetição segundo algoritmos descritos em SILVEIRA NETO et al., (1976); MAIA et al., (2000); SOUTHWOOD, (1978).

Foi utilizado o programa estatístico (SISVAR, 2013) para análise de variâncias das estimativas dos parâmetros obtidos e comparação de médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os dados das variáveis oviposição F1, período de oviposição F1 e F2, mortalidade F1 e F2, razão sexual F1 e F2, TD F1, R<sub>o</sub> F1 e  $\lambda$  F1 foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$  e submetidos à análise de variância e, as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 Identificação e seleção de plantas com potencial de repelência e letalidade

##### 4.1.1 Determinação do índice de repelência (IR)

Os índices de repelência dos 60 substratos de espécies vegetais a *Zabrotes subfasciatus* constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios do índice de repelência de substratos vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus*.

Planta	IR <sup>1</sup>	Classificação	Valor $\chi^2$
Alho	0,93	Neutra	3,44 <sup>n/s</sup>
Assa-peixe	0,55	Repelente	3,57 <sup>n/s</sup>
Arnica	0,92	Neutra	0,06 <sup>n/s</sup>
Aroeira	0,90	Neutra	0,09 <sup>n/s</sup>
Alfavaca	0,28	Repelente	7,89 <sup>**</sup>
Alfazema	1,37	Atraente	7,70 <sup>**</sup>
Arruda	0,29	Repelente	9,11 <sup>**</sup>
Alecrim	1,09	Atraente	0,09 <sup>n/s</sup>
Agoniada	1,06	Atraente	0,06 <sup>n/s</sup>
Amor-do-campo	0,77	Neutra	0,88 <sup>n/s</sup>
Anis-estrel	0,40	Repelente	7,20 <sup>**</sup>
Abacateiro	1,26	Atraente	1,31 <sup>n/s</sup>
Boldo	0,52	Repelente	4,26 <sup>*</sup>
Barbatimão	1,00	Neutra	0,00 <sup>n/s</sup>
Carobinha	1,00	Neutra	0,00 <sup>n/s</sup>
Cipó-mil homens	0,58	Repelente	2,88 <sup>n/s</sup>
Clorela	0,40	Repelente	5,40 <sup>**</sup>
Chá-preto	1,20	Atraente	0,80 <sup>n/s</sup>
Cidreira	1,00	Neutra	0,00 <sup>n/s</sup>
Confrei	0,84	Neutra	0,47 <sup>n/s</sup>

Tabela 1 – Valores médios do índice de repelência de substratos vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus*.

Planta	IR <sup>1</sup>	Classificação	Valor $\chi^2$
Citronela	0,34	Repelente	7,10**
Capim-santo	0,34	Repelente	7,10**
Camomila	0,36	Repelente	6,25**
Cajueiro	0,74	Neutra	1,00 <sup>n/s</sup>
Cumaru	0,31	Repelente	8,89**
Calêndula	0,52	Repelente	4,26*
Cardo-santo	0,62	Repelente	2,56 <sup>n/s</sup>
Canela	0,00	Repelente	20,00**
Cravo-da-índia	0,00	Repelente	17,00**
Erva-de-bicho	0,30	Repelente	6,23**
Erva doce	0,46	Repelente	6,28**
Endro	0,22	Repelente	10,88**
Espinheira-santa	1,27	Atraente	0,81 <sup>n/s</sup>
Eucalipto	0,40	Repelente	3,60 <sup>n/s</sup>
Guaco	1,00	Neutra	0,00 <sup>n/s</sup>
Gengibre	1,29	Atraente	1,47 <sup>n/s</sup>
Glicerina	0,60	Repelente	3,80*
Hortelã	0,34	Repelente	7,10**
Hibiscos	0,66	Repelente	1,66 <sup>n/s</sup>
Ipê-Roxo	0,66	Repelente	2,00 <sup>n/s</sup>
Jaqueira	1,16	Atraente	0,52 <sup>n/s</sup>
Louro	0,12	Repelente	11,26**
Melão-de-são-caetano	0,87	Neutra	0,25 <sup>n/s</sup>
Macela	0,52	Repelente	4,26*
Maracujá	0,60	Repelente	3,20 <sup>n/s</sup>
Mastruz	0,50	Repelente	3,50 <sup>n/s</sup>
Mulungu	0,30	Repelente	8,88**
Mistura dos 7 pós	0,42	Repelente	6,36**
Noz-moscada	0,26	Repelente	8,06**
Óleo de mamona	0,95	Neutra	1,93 <sup>n/s</sup>

Tabela 1 – Valores médios do índice de repelência de substratos vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus*.

Planta	IR <sup>1</sup>	Classificação	Valor $\chi^2$
Óleo de coco	0,90	Neutra	1,01 <sup>n/s</sup>
Pimenta-do-reino	0,14	Repelente	9,30**
Pimenta-calabresa	0,50	Repelente	4,00*
Quixaba	0,88	Neutra	0,22 <sup>n/s</sup>
Romã	1,15	Atraente	0,47 <sup>n/s</sup>
Sucupira	1,22	Atraente	0,88 <sup>n/s</sup>
Spirulina	0,40	Repelente	5,40**
Sabugueiro	0,45	Repelente	4,59*
Urucum	0,66	Repelente	2,00 <sup>n/s</sup>
Valeriana	0,80	Neutra	0,40 <sup>n/s</sup>

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).<sup>ns</sup> não significativo. <sup>1</sup>Fórmula  $IR = 2G/(G + P)$ , sendo: G= % de insetos na planta e P= % de insetos na testemunha. Os valores dos índices variam entre 0 e 2, sendo que IR= 1 indica planta neutra, IR>1 planta atraente e IR<1 planta repelente. **Fonte:** Brito et al. (2006).

Dos sessenta substratos de origem vegetal avaliados, trinta e cinco foram repelentes a *Zabrotes subfasciatus* e desses, quinze apresentaram índice de repelência (IR) até 0,36. Destacaram-se os pós de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) e *Caryophilus aromaticus* (cravo-da-índia) com IR igual a zero (repelência total). *Laurus nobilis* (louro) e *Piper nigrum* (pimenta-do-reino) com índices para repelência de 0,12 e 0,14, respectivamente. Dos pós vegetais só foram considerados repelentes aqueles que apresentaram índices de repelência com valores até 0,36. Assim, as espécies formam ordenadas em ordem decrescente de IR da seguinte forma: cravo-da-índia e canela > louro > pimenta-do-reino > endro > noz-moscada > alfavaca > arruda > mulungu e erva-de-bicho > cumaru > hortelã, capim-santo e citronela > camomila.

Das plantas testadas dez foram atraentes, com IR variando de 1,06 *Plumeria lancifolia* (agoniada) a 1,37 *Lavandula angustifolia* (alfazema). As plantas que apresentaram IR próximo ou igual a um (1,0) consideradas neutras, em relação ao inseto foram em número de quinze no total: *Jacaranda caroba* (carobinha), *Mikania glomerata* (guaco), *Melissa officinalis* (cidreira) e *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) apresentaram índice de repelência igual a um.

Os resultados para repelência de louro, alfavaca e arruda foram semelhantes aos encontrados por Mazzonetto (2002), que avaliou o efeito de pós vegetais da parte aérea (caules, folhas, frutos e sementes) de *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria), f. (forma) 1 e f. 2; de folhas de *Eucalyptus citriodora* (eucalipto cheiroso), *L. nobilis* (louro), *Mentha*

*pulegium* (poejo), *Ocimum basilicum* (alfavaca), *Ocimum minimum* (manjeriçã) e *Ruta graveolens* (arruda) e de cascas dos frutos de *Citrus reticulata* (laranja ‘Murcote’) e *Citrus sinensis* (laranja ‘Pêra’), e obteve resultados de repelência a *Zabrotes subfasciatus*.

De modo oposto aos resultados de repelência obtidos para jaqueira (1,16) e mastruz (0,50) neste trabalho (Tabela 1), Almeida et al. (2012) constataram que o extrato hidroalcoólico de *Artocarpus heterophyllus* (jaqueira) foi mais sensível a ação de repelência (41,66%) sobre *Zabrotes subfasciatus* que o de *C. ambrosioides* (mastruz) (21,01%), ocorrendo o inverso com a atratividade, onde o extrato de mastruz atraiu os insetos adultos de *Zabrotes subfasciatus* em 73,32% contra 52,21% da jaqueira.

Em geral, observou-se que os tratamentos cravo-da-índia e canela destacaram-se como os de maior repelência, todavia, em pesquisa realizada por Jumbo et al., (2014) não foram observadas atividades de repelência para o óleo essencial de cravo, independentemente das dosagens utilizadas, enquanto que atividade de repelência para canela sobre *Acanthoscelides obtectus* foi observada quando se utilizou a maior dosagem de 22,14 µl/200g de feijão.

Os resultados da pesquisa divergem dos obtidos por Trongtokit et al. (2005) e Prajapati et al. (2005) que apresentam os óleos essenciais de *C. zeylanicum* (canela) e *S. aromaticum* (cravo-da-índia) como repelentes para insetos da ordem Diptera (*Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* e *Anopheles dirus*) e de Kafle e Shih (2013) que mostraram que eugenol e β-cariofileno (principais compostos dos óleos essenciais de cravo e canela) apresentam atividade repelente contra a formiga *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). Toloza et al. (2006) afirma que o potencial de um metabólito de uma planta como um repelente varia em diferentes grupos de insetos.

#### **4.1.2 Determinação do índice de repelência (IR) no 2º teste olfatométrico**

Constatou-se efeito significativo dos tratamentos sobre a repelência. Dos valores encontrados para o IR, o tratamento que apresentou maior repelência foi o de alfavaca (0,09), uma vez que quanto mais próximo de zero for este índice, maior a repelência do pó ao inseto. Porém, o pó vegetal de camomila foi o que apresentou menor atividade repelente (0,66) ao *Zabrotes subfasciatus* (Tabela 2).

Tabela 2 – Índices de repelência obtidos no 2º teste olfatométrico com as dez espécies mais repelentes para *Zabrotes subfasciatus*.

Planta	IR <sup>1</sup>	Classificação	Valor $\chi^2$
Arruda	0,10	Repelente	15,86**
Alfavaca	0,09	Repelente	12,50**
Camomila	0,66	Repelente	7,25**
Capim santo	0,15	Repelente	12,78**
Cravo-da-índia	0,18	Repelente	11,59**
Endro	0,15	Repelente	13,09**
Erva-de-bicho	0,19	Repelente	10,88**
Hortelã	0,12	Repelente	13,71**
Louro	0,24	Repelente	9,62**
Mulungu	0,49	Repelente	4,16*

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ); \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).<sup>1</sup> Fórmula  $IR = 2G/(G + P)$ , sendo: G= % de insetos na planta e P= % de insetos na testemunha. Os valores dos índices variam entre 0 e 2, sendo que IR= 1 indica planta neutra, IR>1 planta atraente e IR<1 planta repelente. Fonte: Brito et al. (2006).

O pó de *L. nobilis* (louro), que apresentou efeito repelente no teste, foi estudado por Oliveira e Vendramim (1999) e por Silva et al. (2013), que também verificaram efeito repelente do pó proveniente desta espécie vegetal a *Zabrotes subfasciatus*. O cravo-da-índia, *C. aromaticus*, foi o recomendado para o controle alternativo de *Zabrotes subfasciatus* por Paranhos et al. (2005), após ter sido comprovado seu efeito na diminuição de ovos e morte de adultos do inseto.

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 (COITINHO, 2009).

#### 4.1.3 Determinação da dose letal (DL<sub>50</sub>)

Para o tratamento cravo-da-índia, a DL<sub>50</sub> foi estimada em 5,93 g.kg<sup>-1</sup> de pó vegetal por grãos de feijão para 120 horas. As DL<sub>5</sub>; DL<sub>15</sub> e DL<sub>20</sub>, no mesmo período, foram de 2,23 g.kg<sup>-1</sup>, 3,60 g.kg<sup>-1</sup> e 4,04 g.kg<sup>-1</sup> (Tabela 3). O tratamento pó de cravo-da-índia foi o único a permitir a determinação da dose DL<sub>50</sub>; nos demais a mortalidade não excedeu 50%, mesmo na maior dose (Figura 10). Embora o cravo-da-índia seja um produto de custo elevado no mercado consumidor, esses resultados possibilitam demonstrar que seu uso na conservação de grãos, em

doses baixas, pode contribuir para a redução do uso de produtos fitossanitários quem representam um risco à saúde dos agricultores e consumidores. O cravo-da-índia pode ser obtido facilmente em feiras livres sob a forma de inflorescência desidratada.

Já foi constatado por Paranhos et al. (2005) e Sousa et al. (2005) que esse produto possui elevado potencial de repelência a *Zabrotes subfasciatus* e atividade inseticida sobre *Callosobruchus maculatus* evidenciando assim sua indicação para o estudo de outros efeitos secundários das propriedades desse pó vegetal sobre parâmetros biológicos de crescimento, reprodução e desenvolvimento de uma população desse inseto criado em grãos armazenados com a presença do cravo-da-índia. Os demais tratamentos endro, erva-de-bicho, louro e arruda embora tenham sido eficientes repelentes, não apresentaram um nível de letalidade para *Zabrotes subfasciatus* nas concentrações avaliadas, que permitisse a estimação da DL<sub>50</sub>. Outro critério também considerado na avaliação dos tratamentos foi a oviposição das fêmeas em contato com cada espécie, importante componente na construção de tabelas de vida e fertilidade como ferramenta para avaliar o efeito dos tratamentos sobre os parâmetros demográficos do inseto.

Deste modo, os resultados evidenciam que práticas simples e corriqueiras fundamentadas na experiência do agricultor a partir da observação da natureza lhe proporcionam alternativas viáveis quanto ao armazenamento de grãos e sementes livres do ataque de pragas como a *Zabrotes subfasciatus*.

Oliveira e Vendramim (1999) relatam a importância de estudos complementares, visando oferecer ao usuário um produto eficiente, de baixo custo e seguro do ponto de vista toxicológico. Paranhos et al. (2005) confirmaram o efeito positivo de cravo-da-índia na mortalidade de *Zabrotes subfasciatus*, utilizando a dose 25 g.kg<sup>-1</sup> de feijão e na redução das posturas realizadas pelo inseto.

Resultados com a utilização do extrato de louro foram verificados por Silva et al. (2013) que registraram atividade inseticida dessa espécie vegetal em *Zabrotes subfasciatus* com mortalidades acima de 50% quando utilizadas doses a partir de 4,0 mL. Nesse trabalho, não foi observada ação inseticida do tratamento com louro sobre o inseto.

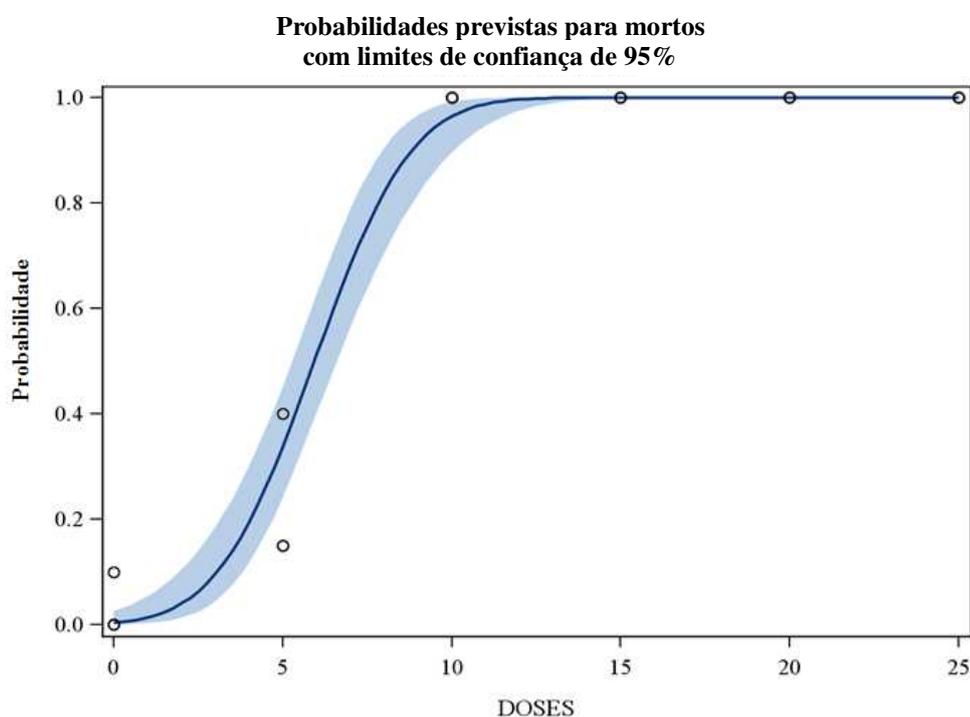
Mazzonetto (2002) obteve ao final do quinto dia de avaliação 100% de mortalidade para adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos ao contato com pós das espécies vegetais de *C. ambrosioides* (f.2) (erva-de-santa-maria), *M. pulegium* (poejo), *O. basilicum* (alfavaca) e *R. graveolens* (arruda), utilizando a concentração de 30g.kg<sup>-1</sup> de feijão. Opostamente, para o pó

das espécies *O. basilicum* (alfavaca) e *R. graveolens* (arruda), essa alta mortalidade não foi verificada neste experimento.

Tabela 3 – Letalidade de pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* após cinco dias de exposição.

Substrato	DL <sub>5</sub> *	Intervalo de confiança 95%	DL <sub>15</sub> *	Intervalo de confiança 95%	DL <sub>20</sub> *	Intervalo de confiança 95%	DL <sub>50</sub> *	Intervalo de confiança 95%	$\chi^2$	P	GL
Arruda	–	–	15,40	–	29,07	–	88,14	–	1,11	0,29	1
Cravo-da-índia	2,23	0,90-3,11	3,60	2,62-4,31	4,04	3,16-4,71	5,93	5,29-6,61	63,41	0,0001	1
Endro	–	–	10,47	–	24,51	–	85,14	–	2,18	0,13	1
Erva-de-bicho	12,71	–	38,99	–	47,40	–	83,75	–	2,96	0,08	1
Louro	–	–	13,15	0,51-21,40	18,65	11,90-37,02	42,41	29,38-136,19	6,48	0,01	1

\*Dose letal em gramas do pó vegetal/kg de feijão carioca para ocasionar a morte de 5%; 15%; 20% e 50% da população do inseto, respectivamente, para DL<sub>5</sub>; DL<sub>15</sub>; DL<sub>20</sub> e DL<sub>50</sub>.



**Figura 10** – Curva dose-resposta de *Zabrotes subfasciatus* submetidos ao tratamento com cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus* L.) após 120 horas de exposição dos insetos.

#### 4.1.4 Número médio de ovos por fêmea para cada tratamento

Observou-se que o tipo de pó e suas interações provocaram efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, sobre o número de ovos/fêmea em grãos de feijão carioca (*P. vulgaris*), com exceção para a interação Dose x Tempo e para a interação Pó vegetal x Dose x Tempo em que não afetaram o número de ovos/fêmea nos grãos (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise de variância da oviposição de fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de feijão carioca (*P. vulgaris*) tratados com pós vegetais de cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus* L.), erva-de-bicho (*Polygonum acre*), endro (*Anethum graveolens*), arruda (*Ruta graveolens*) e louro (*Laurus nobilis*), após 15 dias de armazenamento em embalagem tipo PET.

Causa de variação	GL	Quadrado médio	Valor F
Pó vegetal (Pó)	4	471,50	79,35**
Dose (D)	5	163,95	27,59 <sup>-</sup>
Tempo (T)	4	922,37	155,24 <sup>-</sup>
Pó vegetal x Dose	20	84,18	14,16**
Pó vegetal x Tempo	16	54,38	9,15**
Dose x Tempo	20	7,60	1,28 <sup>ns</sup>
Pó vegetal x Dose x Tempo	80	6,15	1,03 <sup>ns</sup>
Resíduo	300	2,99	
CV(%)		47,20	

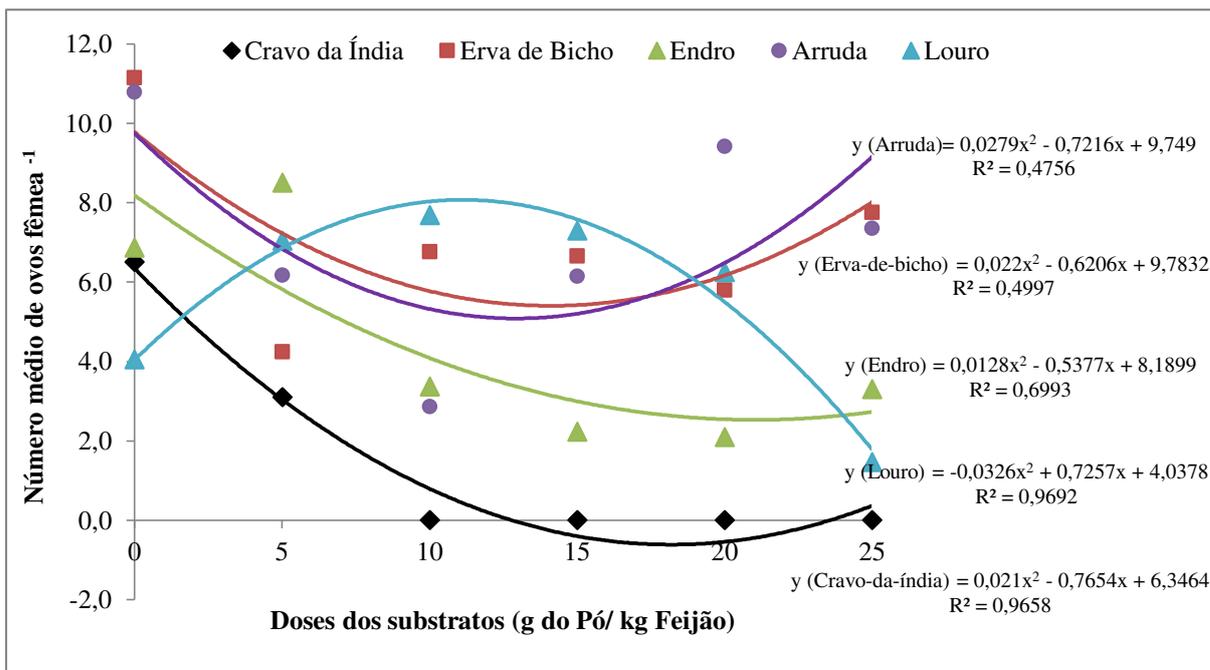
Os tratamentos são quantitativos. O teste F não se aplica; <sup>ns</sup> Não significativo; \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; GL – Grau de liberdade.

Conforme observou-se (Tabela 5), o cravo-da-índia apresentou controle sobre a oviposição das fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* a partir da dose de 10 g/kg com relação aos demais pós vegetais estudados. Todavia, na dose de 25 g/kg o louro e o cravo-da-índia não diferiram estatisticamente.

Tabela 5 – Desdobramento da interação pós vegetais x doses para a oviposição média diária de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de feijão carioca (*P. vulgaris*).

Pós vegetais	Doses (g/kg)					
	0	5	10	15	20	25
Cravo-da-índia	6,5130 b	3,1000 c	0,0000 c	0,0000 c	0,0000 d	0,0000 c
Erva-de-bicho	11,1512 a	4,2467 c	6,7691 a	6,6625 a	5,8010 b	7,7614 a
Endro	6,8708 b	8,5088 a	3,3686 b	2,2253 b	2,0986 c	3,3023 b
Arruda	10,7882 a	6,1799 b	2,8630 b	6,1460 a	9,4176 a	7,3536 a
Louro	4,0541c	7,0415 b	7,6907 a	7,2988 a	6,2495 b	1,4610 c

Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



**Figura 11** – Efeito das doses dos substratos sobre a oviposição média diária de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de feijão carioca (*P. vulgaris*) tratados com diferentes pós vegetais.

Conforme a figura acima, o número de ovos de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de feijão diminuiu com o aumento das doses do pó de cravo-da-índia, a partir da dose de 5 g/kg. Para o pó de endro, a partir de 10 g/kg de feijão houve redução na oviposição das fêmeas do inseto.

Para o tratamento com erva-de-bicho comparado com cravo-da-índia, não houve efeito significativo na dose 5 g/kg, e quando comparado o pó vegetal erva-de-bicho com o louro, o resultado foi semelhante para a dose 20 g/kg, sendo que, com o aumento da dose para 25 g/kg, o número de ovos em erva-de-bicho cresceu, deduzindo-se que este pó estimulou a ovogênese da espécie. Evidenciou-se letalidade do pó de cravo-da-índia a partir da dose de 10 g.kg<sup>-1</sup>, ao se constatar a eliminação total do caruncho, a partir de 24h, o que explica a ausência de ovos nos grãos de feijão tratados a partir dessa dose (Tabela 5). Efeitos promissores desta espécie vegetal também foram verificados por Paranhos et al. (2005).

Embora não tenha sido observada redução no número de ovos das fêmeas do inseto em todas as doses testadas com o pó de louro, pode-se dizer que essa espécie vegetal, na dose 25 g.kg<sup>-1</sup>, provocou maior redução no número de ovos do inseto quando comparado aos demais tratamentos, igualando-se estatisticamente ao efeito do pó de cravo-da-índia nessa mesma dose. Silva et al. (2013) estudando *L. nobilis* (louro), verificaram efeito repelente e inseticida contra o caruncho *Zabrotes subfasciatus*, na dose 0,3 g do extrato em pó e em doses a partir de 4,0 mL, obtiveram mortalidade acima de 50%, respectivamente.

Os resultados de diminuição na oviposição do inseto quando em contato com pó de Evidenciou arruda na dose 10 g.kg<sup>-1</sup> corroboram os resultados encontrados por Mazzonetto e Vendramim (2003), os quais verificaram efeito altamente tóxico do pó de arruda aos adultos de *Zabrotes subfasciatus* para a dose 30 g.kg<sup>-1</sup> de feijão.

Baldin et al. (2009) utilizaram a dose 0,3 g para cada pó testado em recipientes com 10 g de feijão contendo o inseto *A. obtectus* e constataram que os pós de *Baccharis trimera* Less (carqueja), *Mentha pulegium* L. (poejo) e *Coriandrum sativum* L. (coentro) reduziram a oviposição de *A. obtectus*, mas não afetaram o desenvolvimento das larvas do caruncho. Os grãos de feijão impregnados com pó de *Leonurus sibiricus* L. (erva-macaé) foram os mais ovipositados, segundo os autores. Também observaram baixo peso de adultos provenientes de grãos contendo o pó de *Azadirachta indica* A. Juss. (nim) sugerindo ocorrência de deterrência na alimentação das larvas de *A. obtectus*.

Os resultados dos fatores quantitativos relativos ao desdobramento do pó dentro de cada tempo foram submetidos à análise de regressão para todos os pós vegetais estudados durante cinco dias de avaliação do comportamento de oviposição de fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Figura 12).

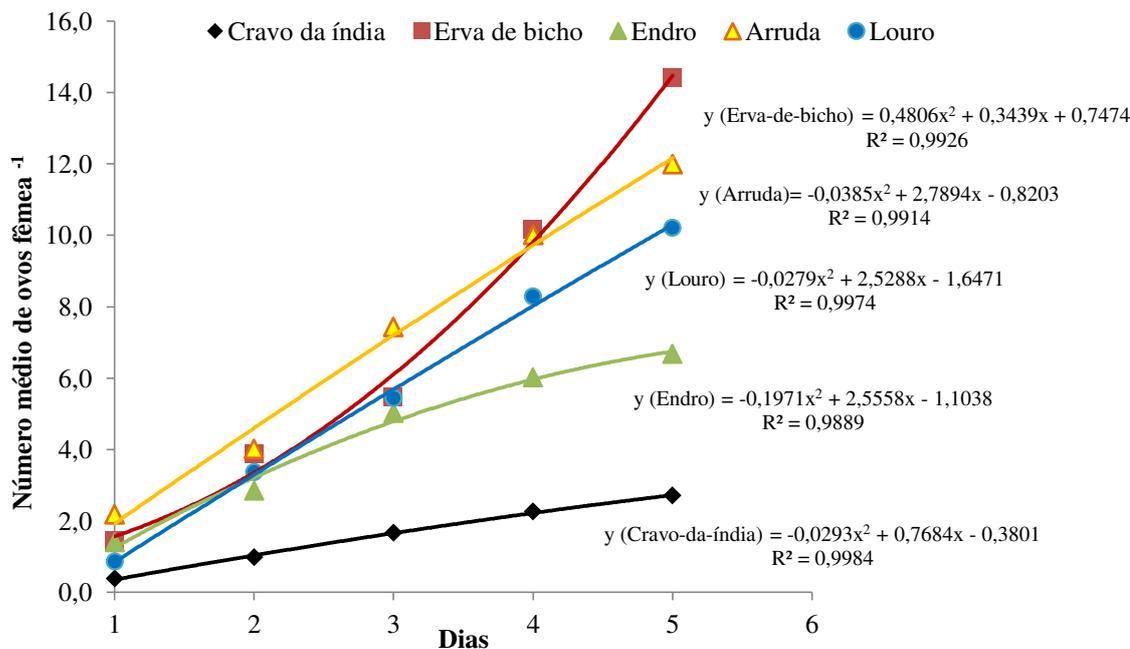


Figura 12 – Padrão temporal de oviposição de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*) tratados com diferentes pós vegetais.

O número médio de ovos por fêmea observado no período de cinco dias teve efeito significativo a partir do segundo dia de contato do inseto com os grãos de feijão tratados com os pós vegetais. O cravo-da-índia apresentou menor média de ovos em todos os dias. Por este motivo foi escolhido para compor o elenco dos pós estudados neste trabalho (Tabela 6).

Avaliando a oviposição média diária dentro de cada tempo de armazenamento constatou-se que o pó de cravo promoveu melhor resposta de inibição na oviposição de *Zabrotes subfasciatus* a partir do segundo dia e do quarto dia para o endro em que os grãos foram ofertados aos insetos.

Tabela 6 – Desdobramento da interação pó vegetal x tempo sobre o número médio de ovos/fêmea de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*) avaliados durante cinco dias.

Pós vegetais	Tempo				
	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia
Cravo-da-índia	0,3833 a	0,9886 b	1,6667 c	2,2667 d	2,7056 e
Erva-de-bicho	1,4307 a	3,8522 a	5,4666 b	10,1674 a	14,4097 a
Endro	1,3993 a	2,8528 a	5,0236 b	6,0213 c	6,6818 d
Arruda	2,1851 a	4,0215 a	7,4238 a	10,0087 a	11,9846 b
Louro	0,8583 a	3,3744 a	5,4355 b	8,2837 b	10,2110 c

Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Verificou-se, para os grãos tratados com os cinco pós vegetais, aumento do número de ovos, à medida em que avança o tempo. Assim, em T<sub>5</sub> a oviposição foi maior que em T<sub>4</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>2</sub> e T<sub>1</sub>, nesta ordem: (T<sub>5</sub>> T<sub>4</sub>> T<sub>3</sub>> T<sub>2</sub>>T<sub>1</sub>). Por outro lado, os grãos menos ovipositados até cinco dias, foram aqueles tratados com pó de cravo-da-índia que, em T<sub>5</sub>(2,70) e T<sub>4</sub>(2,26), interferiram com maior eficiência a oviposição das fêmeas do inseto frente os grãos com pó de erva-de-bicho (14,40) em T<sub>5</sub> e (10,16) em T<sub>4</sub>; de endro (6,68) e (6,02); de arruda (11,98) e (10,00) e de louro (10,21) e (8,28) para T<sub>5</sub>e T<sub>4</sub>, respectivamente (Tabela 5 e Figura 9).

Mazzonetto (2002) observou até o 5º dia de avaliação, 100% de mortalidade para adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos ao contato com pós das espécies vegetais de *C. ambrosioides* (erva-de-santa-maria), *M. pulegium* (poejo), *O. basilicum* (alfavaca) e *R. graveolens* (arruda), não propiciando oviposição nos grãos de feijão tratados com estes materiais.

## 4.2 Sobrevivência e duração da fase imatura de *Zabrotes subfasciatus*

### 4.2.1 Percentual de emergência e duração da fase imatura

O percentual de indivíduos emergidos (P\_EMERG) na superfície do grão foi inferior no tratamento cravo-da-índia DL<sub>50</sub> (CRV-DL<sub>50</sub>) quando comparado aos demais tratamentos (F=14,16; p=0,0001). Na testemunha, em particular, a P\_EMERG foi o triplo do valor observado para CRV-DL<sub>50</sub>. A duração da fase imatura no cravo-da-índia DL<sub>50</sub> (28,66 dias) foi superior a todos os tratamentos, exceto ao cravo CRV-DL<sub>5</sub> (25,51 dias), (Teste de Tukey ao nível de 5%). Na F2, não houve evidência de efeito dos tratamentos sobre a P\_EMERG (F=2,14 e p=0,1340) e duração da fase imatura (F=3,12 e p=0,0526).

Considerando o comportamento de *Zabrotes subfasciatus* para os pós estudados na primeira geração, observou-se que houve semelhança, com relação ao cravo-da-índia (Tabela 7). Em pesquisa realizada por Girão Filho et al. (2014), esses autores estudando repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* em feijão-fava armazenado observaram que praticamente não houve emergência nos grãos tratados com cravo-da-índia, fato explicado pela morte dos insetos quando em contato com os pós.

De acordo com Ofuya e Credland (1995), a baixa percentagem de adultos emergidos, resultante de uma pequena sobrevivência larval, reduzirá o número de descendentes que contribuiriam para o crescimento populacional de geração a geração. Essa é uma importante característica a ser considerada, pois os agricultores podem utilizar esses genótipos no plantio com fins de armazenamento dos grãos, tendo assim uma depreciação mais lenta da massa de grãos ocasionada pela ação de *Zabrotes subfasciatus*.

Na geração F2, os pós vegetais avaliados, não diferiram entre si para a variável emergência. Esses resultados se assemelham aos de Procópio et al. (2003) e Mazzonetto e Vendramim (2003) onde, os tratamentos que não obtiveram ótima mortalidade de adultos, nos outros parâmetros se igualaram à testemunha.

Tabela 7 – Emergência e duração da fase imatura de *Zabrotes subfasciatus* criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp. 25 ± 5 °C; UR 75 ± 15%; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.

Tratamentos	**P_EMERGE		**D_IMAT (dias)	
	F1	F2	F1	F2
Testemunha	66,07 c	80,71 a	25,06 a	24,81 a
Cravo-da-índia DL <sub>5</sub>	46,25 b	71,25 a	27,48 bc	25,51 a
Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	19,70 a	75,00 a	28,66 c	25,03 a
Endro DL <sub>15</sub>	53,52 bc	88,72 a	25,62 a	24,40 a
Endro DL <sub>20</sub>	45,83 b	91,67 a	26,48 ab	24,80 a
CV (%)	19,48	13,93	1,82	2,62

\*\*Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para a variável duração de fase imatura, houve efeito estatístico apenas para o cravo-da-índia, na geração F1. Em resultado semelhante, analisando a interação genótipo x pós vegetais de *Mentha pulegium* (poejo), *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria), *Eucalyptus citriodora* (eucalipto cheiroso) e de *Ruta graveolens* (arruda), Mazzonetto (2013), concluiu que para a variável duração de desenvolvimento, a significância foi constatada apenas no emprego de *M. pulegium*.

O prolongamento desta fase de desenvolvimento pode ser decorrente das substâncias químicas (nutricionais) presentes nos grãos, que quando ingeridas pelos insetos, tornam-se desfavoráveis ao seu consumo, resultando num comportamento adverso ao inseto, podendo-se constatar resistência para alimentação do tipo antibiose (GALLO et al., 2002).

Segundo Affonso et al. (2012), a espécie de planta *Caryophilus aromaticus* (cravo-da-índia) é bastante estudada e possui patentes de produtos para uso diversos, sendo a principal substância estudada o eugenol, provavelmente o princípio ativo causador da repelência e mortalidade dos insetos. Santos et al. (2011) constataram que o tratamento de sementes de fava (*Phaseolus lumatus* L.) com pós de cravo-da-índia e de pimenta-do-reino, armazenadas por 120 dias, proporcionou os melhores resultados na qualidade fisiológica e também na eficiência do controle de infestação por insetos (*Zabrotes subfasciatus*).

Os resultados referentes ao teste F na avaliação dos efeitos sobre os tratamentos e os respectivos valores de p, estão descritos abaixo (Tabela 8).

Tabela 8 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a variável emergência e duração da fase imatura de *Zabrotes subfasciatus* nas gerações F1 e F2.

Variáveis	Geração	F	p*
Emergência (%)	1	14,16	0,0001
	2	2,14	0,1340
Duração da fase imatura (dias)	1	17,26	0,0000
	2	3,12	0,0526

\* Nível de significância nominal.

#### 4.2.2 Longevidade e oviposição total

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 9), não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a longevidade média na primeira ( $F=0,68$ ;  $p=0,6142$ ) nem na segunda geração ( $F=0,16$ ;  $p=0,9573$ ). Os valores médios variaram entre 9,55 até 11,85 dias. As médias do número médio de ovos por fêmea variaram entre 29,42 a 49,54. Apesar da discrepância numérica entre elas, os testes estatísticos não indicaram evidência de efeito dos tratamentos, provavelmente devido à alta variabilidade da oviposição entre fêmeas submetidas ao mesmo tratamento. Esse tipo de padrão é observado, por exemplo, no gráfico de oviposição de *Zabrotes subfasciatus* apresentado por Sari et al.(2003).

A média de longevidade registrada para os insetos adultos de 9,55 até 11,85 dias está próxima da observada por Ferreira (1960) 9 dias e de 7,6 dias da observada por Howe e Currie (1964). Carvalho e Rossetto (1968) encontraram o valor médio de 13,8 dias para machos e 11 dias para fêmeas. Wiendl (1969) observou 8,8 dias para machos e 7,4 dias para fêmeas e de 12 a 13 dias tanto para machos como fêmeas foi o verificado por Gonzáles-Valenzuela et al. (1984). Pesquisas revelam que a longevidade das fêmeas dura em média 11 a 12 dias, nesse período ovipositam cerca de 22 ovos, com o ciclo médio de vida de 26 dias. Para efetuar a postura, necessitam do contato direto com a semente, para estimular a ovogênese (GALLO et al., 2002; SPERANDIO; ZUCOLOTO, 2009). O período de maior oviposição das fêmeas compreende do 3º ao 4º dia (ABATE; AMPOFO, 1996).

Sari et al. (2003), estudando os aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* em *P. vulgaris* L. constataram que a longevidade dos adultos foi de  $9,4 \pm 1,54$  dias para as fêmeas e  $13,3 \pm 2,51$  dias para os machos e o ciclo evolutivo foi de  $28,9 \pm 8,5$  dias. Golob e Kilminster (1982) encontraram o valor médio de  $12,8 \pm 0,1$  dias para a longevidade das fêmeas. Cardona et al. (1989) e Dendy e Credland (1991) obtiveram resultados semelhantes para o ciclo evolutivo, com 34 dias.

Ainda segundo Sari et al. (2003), a fecundidade média de *Zabrotes subfasciatus* foi de  $38,13 \pm 9,63$  ovos por fêmea, valor próximo aos obtidos por Ferreira (1960) (27°C, 75% UR), para cultivar Manteiga de *P. vulgaris* e Howe e Currie (1964) (30°C, 70% UR) para cultivar Haricot, ou seja, aproximadamente 44,4 e 35,5 ovos por fêmea, respectivamente. Dendy e Credland (1991) encontraram valores superiores, esses autores obtiveram, em média, 55 ovos por fêmea. Pajni e Jabbal (1986) relataram cerca de 52 ovos por fêmea a 30°C e 70% UR, na cultivar Rajmash de *Phaseolus lunatus* e Golob e Kilminster (1982) com  $50,7 \pm 1,7$  ovos por fêmea a 25°C e 70% UR na cultivar Diacol-Calima. Carvalho e Rossetto (1968) verificaram menor valor médio, ou seja, 22 ovos por fêmea.

A fecundidade média encontrada, nesse experimento, foi de 29,42 a 49,54 ovos por fêmea estando dentro dos valores encontrados na literatura.

Os tratamentos estudados não apresentaram efeitos negativos sobre a longevidade e oviposição de *Zabrotes subfasciatus*, em ambas as gerações estudadas. Por outro lado, os resultados obtidos, nesse estudo, com o cravo-da-índia contradizem os obtidos por Paranhos et al. (2005), onde os tratamentos com cravo-da-índia diminuíram as posturas realizadas pelas fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* e foi efetivo no controle da praga.

Tabela 9 – Longevidade e oviposição de *Zabrotes subfasciatus* criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp.  $25 \pm 5$  °C; UR  $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.

Tratamentos	**Longevidade (dias)		**Oviposição (total de ovos/fêmea)	
	F1	F2	F1	F2
Testemunha	9,55 a	10,69 a	29,48 a	34,55 a
Cravo-da-índia DL <sub>5</sub>	11,17a	10,25 a	37,98 a	49,54 a
Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	11,85 a	10,47 a	43,50 a	41,92 a
Endro DL <sub>15</sub>	10,56a	10,86 a	35,78 a	29,42 a
Endro DL <sub>20</sub>	10,84a	10,54 a	47,23 a	48,95 a
CV (%)	18,92	11,13	23,15	17,15

\*\*Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Na Tabela 10 são apresentados os valores da estatística F e dos correspondentes níveis de significância nominal (p) derivados da análise de variância das variáveis longevidade e oviposição, nas gerações F1 e F2.

Tabela 10 – Resultados dos testes F utilizados para avaliar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis longevidade e oviposição total de *Zabrotes subfasciatus* nas gerações F1 e F2.

Variáveis	Geração	F	p*
Longevidade (dias)	1	0,684	0,6142
	2	0,156	0,9573
Oviposição (Ovos/fêmea)	1	2,353	0,1009
	2	1,258	0,3355

\* Nível de significância nominal.

#### 4.2.3 Período de oviposição

A duração do período de oviposição para cada fêmea, expressa em dias, é o intervalo de tempo entre a primeira e a última postura. Na Tabela 11, encontram-se os dados referentes ao período de oviposição de *Zabrotes subfasciatus* em diferentes tratamentos de pós vegetais em feijão Carioca. Os valores médios variaram de 5 até 10,25 dias. Para a primeira geração (F1), o período de oviposição que apresentou a maior duração foi o tratamento com endro DL<sub>20</sub>, o qual foi duas vezes superior ao observado com o pó vegetal cravo-da-índia DL<sub>50</sub>, que apresentou a menor média do período de oviposição. Com relação aos demais tratamentos, as médias não diferiram entre si. Na segunda geração, não houve efeito significativo dos tratamentos sobre essa variável (F=1,37; p=0,2975).

Tabela 11 – Duração do período de oviposição de *Zabrotes subfasciatus* criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp. 25 ± 5 °C; UR 75 ± 15%; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.

Tratamentos	Duração do período de oviposição (dias)	
	F1	F2
Testemunha	7,75 ab	8,00 a
Cravo-da-índia DL <sub>5</sub>	7,75 ab	10,25 a
Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	5,00 a	9,00 a
Endro DL <sub>15</sub>	7,75 ab	7,75 a
Endro DL <sub>20</sub>	10,25 b	7,25 a
CV (%)	11,58	17,15

\*\*Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Sari et al. (2003) observaram que as fêmeas ovipositaram durante 5,93 ± 0,96 dias, valor próximo (7 dias) ao registrado por Pajni e Jabbal (1986). Os mesmos autores analisaram o efeito da temperatura, 25, 30 e 35°C e umidade relativa, 50, 70 e 90%, na duração do período de oviposição e verificaram uma tendência de aumento do número de dias e diminuição do

número de ovos/fêmea/dia na temperatura mais baixa, independente da influência da umidade. Howe e Currie (1964), também verificaram essa tendência, em diferentes temperaturas e mesma umidade (70%).

Uma hipótese possível para que a duração do período de oviposição do endro ter sido maior pode vir da pesquisa realizada por Teixeira & Zucoloto (2003). Neste estudo os autores afirmaram que em situações que promovem alta competição por alimento, as fêmeas colocam ovos grandes em pequena quantidade, e em situação de alta disponibilidade de alimentos, as fêmeas colocam muitos ovos pequenos. Ou seja, por não encontrar condições favoráveis, as fêmeas alteram o tamanho dos seus ovos e prolongam mais seu tempo de oviposição até terem certeza de que essas condições melhoraram para ovipositarem.

Outra hipótese é de que o endro pode ter funcionado como estimulante na ovogênese de fêmeas de *Z. subfasciatus*.

Na Tabela 12 se encontram os valores referentes ao teste F, de ambas as gerações estudadas como também a probabilidade (p) para a variável duração do período de oviposição.

Tabela 12 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a variável duração do período de oviposição de *Z. subfasciatus* nas gerações F1 e F2.

Variáveis	Geração	F	p*
Período de oviposição (dias)	1	2,62	0,0768
	2	1,37	0,2975

\* Nível de significância nominal.

#### 4.2.4 Mortalidade aos 5 e 10 dias

No estudo da variável mortalidade, não houve evidência de efeito para os pós testados sobre *Zabrotes subfasciatus* aos 5 e 10 dias após emergência nas duas gerações (Tabela 13).

Na primeira geração, a mortalidade aos 5 dias foi nula em todos os tratamentos, exceto para a testemunha (2,75%). Na geração F2 onde, os tratamentos cravo DL<sub>5</sub> e cravo DL<sub>50</sub> apresentaram mortalidade nula e os demais mortalidade de 1 a 10%. Devido à natureza dos dados, com alta heterogeneidade de variâncias, não foi realizada a análise aplicada para as demais variáveis.

Para a mortalidade aos 10 dias, o cravo-da-índia DL<sub>50</sub> (20,83%) em F1 foi o tratamento que apresentou menor percentual quando comparado com os demais, sendo que a testemunha apresentou o maior índice (54,17%) na primeira geração do inseto. Estudando estes mesmos

pós na geração F2, não houve evidência de efeito dos tratamentos. No entanto, a mortalidade global média nessa geração foi menor que na primeira (Tabela 13).

Resultados semelhantes para o mesmo inseto, mas com outros pós vegetais, foram obtidos por Araújo (2010). Esse observou em sua pesquisa, com teste de mortalidade de adultos, que *C. ambrosioides* (mastruz) e *Piper nigrum* (pimenta-do-reino) foram altamente tóxicas aos adultos de *Zabrotes subfasciatus*, causando 100% de mortalidade ao final do período de avaliação (4º dia). Resultado semelhante foi obtido por Carvalho (2008), que observou 100% de mortalidade desses insetos logo no 1º dia após terem sido submetidos ao pó de *C. ambrosioides*, e mortalidade total dos insetos no 2º dia quando submetidos ao pó de *P. nigrum*. Desta forma, podemos sugerir que não haja influência, a nível da atividade inseticida, dos pós de endro e cravo-da-índia na mortalidade aos dez dias para *Zabrotes subfasciatus*.

Tabela 13 – Percentual de Mortalidade aos 5 e aos 10 dias após a emergência dos ovos de *Zabrotes subfasciatus* criados em grãos tratados com diferentes pós vegetais, Temp. 25 ± 5 °C; UR 75 ± 15%; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.

Tratamentos	**Mortalidade aos 10 dias (%)	
	F1	F2
Testemunha	54,17a	29,00 a
Cravo-da-índia DL <sub>5</sub>	39,13 a	40,00 a
Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	20,83 a	45,00 a
Endro DL <sub>15</sub>	41,78a	21,75 a
Endro DL <sub>20</sub>	47,84a	34,00 a
CV (%)	6,94	6,27

\*\*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Na Tabela 14, os valores referentes ao teste F, de ambas as gerações estudadas, e para a probabilidade (p), estão descritos para a variável mortalidade aos 10 dias.

Tabela 14 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a mortalidade aos 10 dias de *Zabrotes subfasciatus* nas gerações F1 e F2.

Variáveis	Geração	F	p*
Mortalidade aos 10 dias	1	0,684	0,6142
	2	0,156	0,9573

\* Nível de significância nominal.

#### 4.2.5 Razão sexual

A razão sexual variou de 0,29 a 0,65 nas gerações F1 e F2, nos tratamentos testados. Para a razão sexual dos insetos criados em grãos tratados com pós vegetais, não foi observada diferença significativa, nas gerações estudadas, em nenhum dos tratamentos (Tabela 15). Apesar das médias de razão sexual variar entre 0,29 a 0,65, não houve evidência de que essas diferenças foram causadas pelos tratamentos. Outros fatores não controlados foram responsáveis por alta variabilidade entre repetições dentro de um mesmo tratamento, reduzindo a eficiência do teste aplicado. Resultados similares foram constatados por Ferreira (1960), que observou na descendência de dez casais razão sexual de 0,53. Carvalho e Rossetto (1968) e Wanderley e Oliveira (1992) relataram razão sexual de, respectivamente, 0,55 e 0,50; portanto, os resultados deste trabalho estão compatíveis com os encontrados na literatura.

Barbosa et al. (1999), estudando o efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* em feijoeiro, inferiram que a razão sexual variou de 0,52 a 0,54. Os insetos criados nas linhagens portadoras da proteína arcelina não mostraram diferença significativa na razão sexual em relação aos criados nas testemunhas nem entre si.

Tabela 15 – Razão sexual de *Zabrotes subfasciatus* criados em grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) tratados em diferentes pós vegetais. Temp.  $25 \pm 5$  °C; UR  $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.

Tratamentos	**Razão Sexual	
	F1	F2
Testemunha	0,32 a	0,29 a
Cravo-da-índia DL <sub>5</sub>	0,48 a	0,32 a
Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	0,52 a	0,34 a
Endro DL <sub>15</sub>	0,63 a	0,41 a
Endro DL <sub>20</sub>	0,65 a	0,53 a
CV (%)	6,03	4,21

\*\*Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Os valores observados neste experimento indicam uma maior emergência de fêmeas do que de machos, sugerindo que em massas de grãos tratados com esses pós vegetais (cravo-da-índia DL<sub>5</sub> e DL<sub>50</sub>; endro DL<sub>15</sub> e DL<sub>20</sub>), nas condições em que os testes foram conduzidos, o potencial biótico desse inseto não será prejudicado, podendo ocorrer depreciação dos grãos, devido ao maior número de fêmea e maior número de ovos depositados.

Na Tabela 16, os valores referentes ao teste F, de ambas as gerações estudadas, e para a probabilidade (p), estão descritos para a variável razão sexual.

Tabela 16 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre a variável razão sexual de *Z. subfasciatus* nas gerações F1 e F2.

Variável	Geração	F	p*
Razão sexual	1	2,101	0,1314
	2	2,430	0,1003

\* Nível de significância nominal.

### 4.3 Parâmetros de tabela de vida e fertilidade de *Z. subfasciatus*

Na Tabela 17 é apresentada a análise de variância dos parâmetros demográficos estimados inicialmente em cada repetição, pois os dados de oviposição e fertilidade foram coletados por grupo e não por fêmea individual.

Tabela 17 – Valores médios dos parâmetros da tabela de vida e fertilidade de fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* criadas em grãos de feijão tratados em diferentes pós vegetais. Temp.  $25 \pm 5$  °C; UR  $75 \pm 15\%$ ; fotofase 12 h, Bananeiras, PB, 2015.

Geração	Tratamento	**T	**TD	**Ro	**r <sub>m</sub>	**λ
F1	Testemunha	28,38 a	7,13 a	16,05 b	0,10b	1,10 a
	Cravo-da-índia DL <sub>5</sub>	30,67 bc	7,88 a	15,51 ab	0,09b	1,09 a
	Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	31,89c	7,82 a	8,57 a	0,05 a	1,07a
	Endro DL <sub>15</sub>	29,16 ab	7,06a	17,67 b	0,10b	1,10 a
	Endro DL <sub>20</sub>	29,43ab	5,36 a	18,00 b	0,10b	1,58 a
	CV (%)	2,84	24,31	9,93	18,75	8,35
F2	Testemunha	27,72 a	6,31 a	21,43 a	0,11 a	1,12 a
	Cravo-da-índia DL <sub>5</sub>	28,38 a	5,79 a	30,20 a	0,12 a	1,13 a
	Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	27,78 a	5,82 a	28,58 a	0,12 a	1,13 a
	Endro DL <sub>15</sub>	27,62 a	5,94 a	25,33 a	0,12 a	1,12 a
	Endro DL <sub>20</sub>	27,83 a	5,70 a	29,77 a	0,12 a	1,13 a
	CV (%)	2,33	5,49	16,66	5,36	0,63

\*\*Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si nas colunas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Ro - Taxa Líquida de Reprodução ( $\sum = mx.lx$ );

T - Tempo Médio de Geração ( $T = \sum lx.mx.x / \sum lx.mx$ );

r<sub>m</sub> - Taxa infinitesimal (intrínseca) de aumento populacional ( $r_m = \log Ro/T. 0,4343$ );

λ - Taxa Finita de Aumento populacional [ $\lambda = \text{anti log } (r_m.0,4343)$ ]

Na Tabela 18, os valores referentes ao teste F, de ambas as gerações estudadas, e para a probabilidade (p), estão descritos para os parâmetros da tabela de vida e fertilidade.

Tabela 18 – Resultados dos testes F para avaliar o efeito dos tratamentos sobre os parâmetros da tabela de vida e fertilidade de *Z. subfasciatus* nas gerações F1 e F2.

Variáveis	Geração	F	p*
T	1	10,577	<b>0,0003</b>
	2	0,845	0,5210
TD	1	0,504	0,7334
	2	2,143	0,1332
R <sub>o</sub>	1	5,361	<b>0,0070</b>
	2	2,640	0,0820
r <sub>m</sub>	1	6,533	<b>0,0030</b>
	2	2,068	0,1436
λ	1	1,052	0,4139
	2	2,065	0,1441

\* Valores em negrito correspondem a efeitos significativos de tratamento a 1% de probabilidade.

Na geração F1, a taxa líquida de reprodução para o cravo DL<sub>50</sub> foi inferior a todos os demais, exceto para Cravo DL<sub>5</sub>, indicando uma redução na fecundidade, expressa pelo número médio de fêmeas produzidas por fêmea (R<sub>o</sub>) para a geração seguinte.

O intervalo médio entre as gerações (T) nos tratamentos com cravo-da-índia foi superior aos demais, o que é consistente com a redução nas taxas de crescimento populacional (R<sub>o</sub> e r<sub>m</sub>) observada nesses mesmos tratamentos.

A mínima taxa intrínseca de crescimento (r<sub>m</sub>=0,05) foi observada para o cravo DL<sub>50</sub>, indicando potencial de controle para este pó vegetal. O tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) não diferiu entre os tratamentos (Tabela 17). Na geração F2, não houve evidência de efeito em nenhum dos tratamentos nos parâmetros demográficos (teste F, p > 0,08). Segundo Marchiori (1995), a taxa intrínseca de aumento populacional (r<sub>m</sub>) é dependente da fecundidade, longevidade e do tempo de desenvolvimento do inseto, que por sua vez, é afetado pela temperatura, umidade, dieta e idade.

Com relação a r<sub>m</sub>, apenas na primeira geração houve efeito significativo estatisticamente para o cravo-da-índia DL<sub>50</sub> com relação aos demais pós vegetais estudados. Portanto, pode-se deduzir que o controle com o cravo-da-índia DL<sub>50</sub> é viável para conter o aumento populacional de *Zabrotes Subfasciatus* em feijão carioca (*P. vulgaris*).

Apesar de realizar pesquisa utilizando apenas o efeito de cinco genótipos de *P. vulgaris* sobre os parâmetros demográficos de *Zabrotes subfasciatus*, Tenorio (1991) obteve resultados para taxas de crescimento (r<sub>m</sub>) semelhantes (entre 0,06 e 0,08), e para R<sub>o</sub> que variou (de 8,87 até 15,22), o que implica dizer que dentre os pós vegetais estudados, o cravo-da-índia (r<sub>m</sub>=0,05 e R<sub>o</sub>=8,57) foi o que possibilitou com que o feijão carioca estudado obtivesse características semelhantes ao de uma espécie resistente ao inseto pesquisado.

#### 4.4 Simulação da dinâmica populacional de *Zabrotes subfasciatus* tratado com cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*)

O parâmetro taxa finita de aumento populacional ( $\lambda$ ), calculado a partir do  $r_m$ , não diferiu entre tratamentos, provavelmente devido à ineficiência do teste estatístico em função da alta variabilidade interna (Tabela 19). Contudo, considerando o efeito significativo no parâmetro  $r_m$ , para o tratamento cravo da índia na  $DL_{50} = 5,93$  g/kg de grãos de feijão tratados, apresentamos uma simulação do crescimento populacional dos insetos, que neste tratamento foi significativamente inferior aos  $r_m$  dos demais na primeira geração (Teste de Tukey ao nível de 5%). O  $\lambda$  é a razão finita de crescimento utilizada para se prever o tamanho populacional a partir de uma constante ( $\lambda$ ), a qual é elevada a um determinado intervalo de tempo  $t$ , e depois, multiplicada pela população atual, para se obter a estimativa populacional no tempo subsequente ( $t+1$ ). Logo  $P_t = \lambda^t P_0$ , onde  $P_0$  = tamanho inicial da População, que nesta simulação considerou-se um casal adulto. Neste estudo, o  $\lambda=1,0690$  para o tratamento CRV-DL50.

Tabela 19 – Simulação do crescimento populacional e da razão de redução ocasionada pelo tratamento cravo-da-índia, a partir dos parâmetros de tabela de vida quantificados.

Tratamento	R <sub>0</sub>	T	$\lambda$	Estimativa de crescimento populacional (P)*				
				30	60	90	120	180
Testemunha	16,04	28,38	1,1024	18,63	347,96	6.490,84	121.078,83	42.131.053,96
Cravo-da-índia DL <sub>50</sub>	8,57	31,89	1,0690	7,40	54,72	404,82	2.994,67	163.879,41
Razão de redução	-	-	-	2,52	6,36	16,03	40,43	257,09

\* $P(t) = \lambda^t$  onde  $P(t)$  = tamanho da população de fêmeas adultas geradas a partir de um casal adulto no intervalo de tempo  $t$ , considerando a população inicial = 1 casal de insetos adultos;  $\lambda$  = Razão diária de aumento populacional;  $t$  = tempo previsto. Observação: parâmetros estimados a partir de um casal adulto, considerando que a mortalidade seja igual a zero.

Observa-se na tabela 19 que os valores implicam que a cada dia a população de *Zabrotes subfasciatus*, a partir de um casal adulto, é acrescida de 6,9%, o que corresponde a um crescimento exponencial da população de fêmeas adultas desta espécie, sendo significativamente inferior ao que ocorreu na testemunha, cujo acréscimo diário foi de 10,2%.

### Comportamento da redução populacional pelo cravo-da-índia

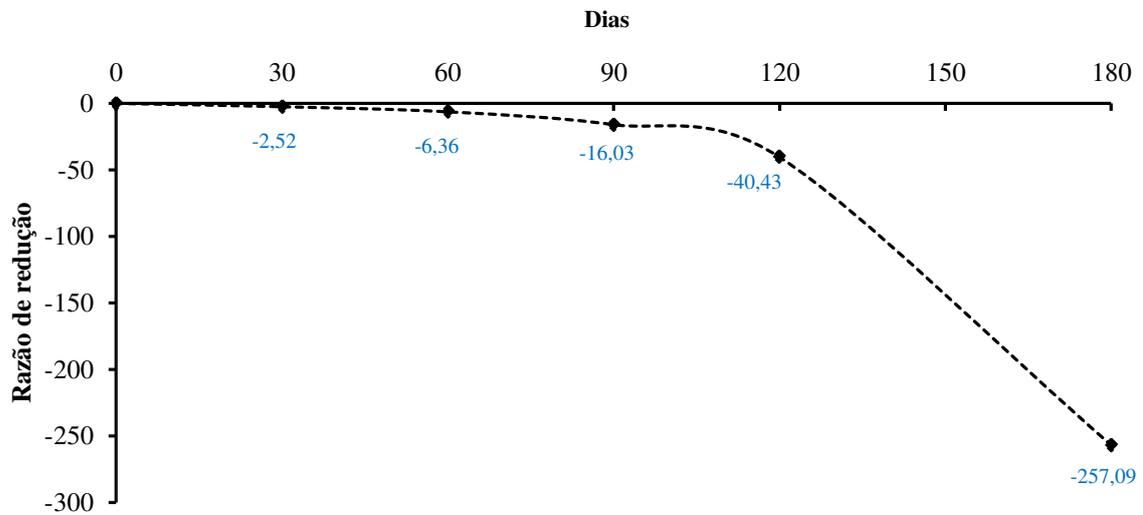


Figura 13 – Simulação do comportamento da redução da velocidade de crescimento de *Zabrotes subfaciatus*.

O comportamento da redução da velocidade de crescimento do inseto está representado na Figura 13, de forma tal que é possível verificar a evidência do controle do cravo-da-índia quando se compara os dois últimos períodos estimados. Em 30 dias a população criada em grãos protegidos com cravo-da-índia teve uma redução do crescimento populacional 2,52 vezes menor que a testemunha.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÃO

Com base nas condições em que os ensaios foram conduzidos, os resultados dessa pesquisa permitem concluir que:

- a) Cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), louro (*Laurus nobilis*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), arruda (*Ruta graveolens*), alfavaca (*Ocimum americanum*), capim santo (*Cymbopogon citratus*), endro, erva-de-bicho (*Polygonum acre*) e hortelã (*Mentha arvensis*) são pós repelentes ao *Zabrotes subfasciatus*.
- b) O tratamento cravo-da-índia apresentou efeito letal a *Zabrotes subfasciatus* na DL<sub>50</sub> estimada.
- c) O menor percentual de emergência de *Zabrotes subfasciatus* foi observado na primeira geração com cravo-da-índia DL<sub>50</sub>, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, e para a variável duração da fase imatura, foi superior a todos os tratamentos (28,66 dias); para as variáveis longevidade, oviposição, mortalidade e razão sexual não houve efeito significativo dos tratamentos.
- d) O período de oviposição de maior duração ocorreu na primeira geração, e foi no tratamento com endro DL<sub>20</sub>.
- e) De acordo com os valores das taxas de crescimento populacional ( $r_m=0,05$  e  $R_o=8,57$ ), cravo DL<sub>50</sub> foi o que indicou potencial de controle sobre *Zabrotes subfasciatus*. O intervalo médio entre as gerações (T) nos tratamentos com cravo-da-índia foi superior aos demais, o que é consistente com a redução nas taxas de crescimento populacional ( $R_o$  e  $r_m$ ).
- f) O método de tabela de vida utilizado em *Zabrotes subfasciatus* permitiu tratar de forma integrada os efeitos dos tratamentos testados sobre a fertilidade e a oviposição da praga-alvo, sumarizados na forma de parâmetros demográficos derivados das tabelas de vida e fertilidade.

## REFERÊNCIAS

- ABATE, T.; AMPOFO, J. K. O. Insect pests of beans in Africa: their ecology and management. **Annual Review of Entomology**, v. 4, p. 45-73, 1996.
- AFFONSO, R. S.; RENNÓ, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANÇA, T. C. C. Aspectos químico e biológico do óleo essencial de cravo-da-índia. **Revista Virtual Química**, v.4, n.2, p. 146-161, 2012.
- ALMEIDA, F. de A. C.; COSTA, G. V. da; SILVA, J. F. da; SILVA, R. G. da; PESSOA, E. B. Bioatividade de extratos vegetais no controle do *Zabrotes subfasciatus* isolado e inoculado em uma massa de Feijão *Phaseolus*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. Especial, p. 445-455, 2012.
- ALMEIDA, S. A. de; ALMEIDA, F. de 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. 10, p. 67-70, 2004.
- ARAÚJO, A. M. N. de. **Bioatividade de espécies vegetais em relação a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) em feijão (*Phaseolus vulgaris* L., 1753)**. 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL, 2010.
- ATHIÉ, I.; DE PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 244p.
- AZEVEDO, F. R. de; LEITÃO, A. C. L.; LIMA, M. A. A; GUIMARÃES, J. A. Eficiência de produtos naturais no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 182-187, 2007.

BALDIN, E. L.; PRADO, J. P. M.; CHRISTOVAM, R. S.; DAL POGETO, M. H. F. A. Uso de pós de origem vegetal no controle de *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijoeiro. **Bio Assay**, v. 4, n. 2, p. 1-6, 2009.

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

BARBOSA, L. R.; CARVALHO, C. F.; AUAD, A. M.; SOUZA, B. de; BATISTA, E. S. P. Tabelas de esperança de vida e fertilidade de *Myzus persicae* sobre pimentão em laboratório e casa de vegetação. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 375-382, 2011.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma parasitóides* de *Alabama argillacea*. II. Tabela de vida e fertilidade e parasitismo de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, p. 207-214, 1990.

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

BORTOLI, S. A.; OLIVEIRA, J. E. M.; SANTOS, R. F.; SILVEIRA, L. C. P. Tabelas de vida de *orius insidiosus* (say, 1832) (hemiptera: anthocoridae) predando *Aphis gossypii* glover, 1877 (hemiptera: aphididae) em diferentes cultivares de algodoeiro. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, n. 2, p. 203-210, 2008.

BOTTEGA, D. B.; RODRIGUES, N. E. L.; SILVA, A. G.; COSTA, E. N.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Resistência de genótipos de feijão-vagem ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 18-25, 2013.

BRITO, H. M.; GONDIM JR., M. G. C.; OLIVEIRA, J. V. de; CÂMARA, C. A. G. Toxicidade de formulações de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao Ácaro-Rajado e a *Euseius alatus* De Leon e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 4, p. 500-505, 2006.

BRITO, J. P.; BAPTISTUSSI, R. C.; FUNICHELLO, M.; OLIVEIRA, J. E. M.; BORTOLI, S. A. de. Efecto de aceites esenciales de *Eucalyptus* ssp. sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) y *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) en dos especies del frijoles. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 32, p. 573-580, 2006.

BRODSGAARD, H. F. Effect of photoperiod on the bionomics of *Frankiniella occidentalis* (Pergand) (Thysanoptera, Thripidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 17, p. 498-507, 1994.

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

CARVALHO, L. H. T. **Atividade inseticida de pós vegetais e do gesso em relação ao caruncho do feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)**. 2008. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

CARVALHO, R. P. L; ROSSETTO, C. J. Biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Bruchidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 13, p. 105-117, 1968.

CASTRO, M. J. P.; SILVA, P. H. S.; SANTOS, J. R.; SILVA, J. A. L. Efeito de pós vegetais sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão-caupi. **BioAssay**, v. 5, n. 4, p. 1-4, 2010.

COITINHO, R. L. B. C. **Atividade inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (coleoptera: curculionidae)**. Recife-PE: 2007. 51p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

COPPEL, H. C.; MERTINS, J. W. **Biological insect pest suppression**. New York: Springer-Verlag, 1977. 314p.

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

CRUZ, C. S. A. **Emprego de óleos vegetais e glicerina no controle do gorgulho do milho.** CAMPINA GRANDE-PB: 2013. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande.

CRUZ, I.; VENDRAMIM, J. D. Tolerância como mecanismo de resistência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 1, p. 141-148, 1998.

DECHECO, A.; ORTIZ, M. Influencia de la temperatura sobre el “Gorgojo Del Frijol” *Zabrotes subfasciatus*. **Revista Peruana de Entomologia**, v. 30, p. 30-40, 1987.

DENDY, J.; CREDLAND, P. F. Development, fecundity and egg dispersion of *Zabrotes subfasciatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 59, p. 7-9, 1991.

ESTRELA, J. L V; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 41, n. 2, p. 217-222, fev. 2006. Trimestral.

FERNANDEZ-CASALDERREY, A.; FERRANDO, M. D.; ANDREAU-MOLINER, E. Effect of sublethal diazinon concentrations on the demographic parameters of *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifera). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 48, p. 202-208, 1992.

FERREIRA, A. M. Subsídios para o estudo de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh. - Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. **Garcia de Orta**, v.8, n.3, p. 559-581, 1960.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

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

GIRÃO FILHO, J. E.; ALCÂNTARA NETO, F.; PÁDUA, L. E. M.; PESSOA, E. F. Repelência e atividade inseticida de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Boheman em feijão-fava armazenado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n.3, p.499-504, 2014.

GOLOB, P.; KILMINSTER, A. The biology and control of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) infesting red kidney beans. **Journal of Stored Products Research**, v. 18, p. 95-101, 1982.

GONZÁLES-VALENZUELA, M.; ROCHE, R.; SIMANCA, M. E. Ciclo de vida de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera, Bruchidae), plaga de granos almacenados. **Ciencias de la Agricultura**, v. 21, p. 25-30, 1984.

GONZÁLEZ, A. C. Roberto Valdés Herrera, Yuleiky Mira Falcón, Marlen Cárdenas Morales y Edilberto Pozo Velázquez. Longevidad y ovoposición de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) sobre frijol común Longevity and ovoposition of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) on common bean. **Centro Agrícola**, v.37, n.3, p. 37-42, 2010.

GUZZO, E. C. **Seleção de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) (Leguminosae) resistentes aos carunchos *Acanthoscelides obtectus* (Say.) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) e o seu uso associado com inseticidas botânicos.** Piracicaba-SP: 2008. 116 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

HOWE, R. W.; CURRIE, J. E. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of bruchidae breeding in stored pulses. **Bulletin of Entomological Research**, v. 55, n. 3, p. 437-477, 1964.

JUMBO, L. O. V.; FARONI, L. R. D.; OLIVEIRA, E. E.; ÁVILA, M. B. R.; HELENO, F. F. **Avaliação da repelência de óleos essenciais sobre o caruncho *Acanthoscelides obtectus* (Say).** In: XLII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2014, 42., 2014, Campo Grande-MS. Anais... Campo Grande-MS: SBEA, 2014. p. 65-69.

KAFLE, L.; SHIH, C. H. J. Toxicity and Repellency of Compounds from Clove (*Syzygium aromaticum*) to Red Imported Fire Ants *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). **Bio One Research Evolved**, v. 106, n. 1, p. 131-135, 2013.

KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observations. **Journal of American Statistic Association**, v. 53, p. 547-581, 1958.

LAZZARI, F. N. **Controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) e qualidade do feijão (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753) tratado com terra de diatomácea**. Curitiba-PR: 2005. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná.

MACHADO, B. A. S.; FIGUEIREDO, T. V. B.; SANTOS, J. C. P.; REIS, J. H. O.; SANTANA, M. C. C. B.; DRUZIAN, J. I. Mapeamento tecnológico do glicerol/glicerina sob o enfoque em documentos de patentes depositados no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Prospecção Tecnológica, 2012, Bahia. **Cadernos de Prospecção**, v. 5, n. 1, p. 14-22, 2012.

MAIA, A. de H. N.; LUIZ, A. J. B. **Programa SAS para Análise de Tabelas de Vida e fertilidade de Artrópodes: o Método Jackknife**. Comunicado Técnico 33, 2006.

MAIA, A. H. N. Métodos estatísticos para comparação de parâmetros associados às tabelas de vida e fertilidade . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16, SALVADOR, 1997. **Resumos**. Salvador: EMBRAPA, CNPMF, 1997, p. 19.

MAIA, A. H. N.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parametrs using jackknife technique: computacional aspects. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 2, p. 511-518, 2000.

MANTEL, N. Evaluation of survival data and two new order statistic arising in its consideration. **Center Chemother Representation**, v. 50, p. 163-170, 1966.

MARCHIORI, C. H.; PRADO, A. P. Longevidade e fecundidade de *Fannia pusio* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Fanniidae), em laboratório. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, p. 571-575, 1995.

MAZZONETTO, F. **Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae)**. Piracicaba-SP: 2002. 134p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de feijoeiro com e sem arcelina. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 435-439, 2002.

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

MEDEIROS, M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a bioecologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis***. Piracicaba-SP: 2002. 110p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MEIK, J.; DOBIE, P. The ability of *Zabrotes subfasciatus* to attack cowpeas. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 42, p. 151-158, 1986.

MEYER, J. S.; INGERSOLL, G. G.; McDONALD, L. L.; BOYCE, M. S. Estimating uncertainty in population growth rates; jackknife vs. Bootstrap techniques. **Ecology**, v. 67, p. 1156-1166, 1986.

MORANDI FILHO, W. J.; GRÜTZMACHER, A. D.; BOTTON, M.; BERTIN, A. Biologia e tabela de vida e fertilidade de *Planococcus citri* em diferentes estruturas vegetativas de cultivares de videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 941-947, 2008.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, 341p.

NASCIMENTO, M. L.; CAPALBO, D. F.; MORAES, G. J.; NARDO, E. A. B.; MAIA, A. H. N.; OLIVEIRA, R. C. A. L. Effect of a formulation of *Bacillus thuringiensis* Berliner var. kurstaki on *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae asopinae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 72, p. 178-180, 1998.

OFUYA, T. I.; CREDLAND, P. F. Responses of three populations of the seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), to seed resistance in selected varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Journal of Stored Products Research**, v. 31, p. 17-27, 1995.

OLIVEIRA, J. V.; VENDRAMIM, J. D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 549-555, 1999.

PAJNI, H. R.; JABBAL, A. Some observations of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Research Bulletin of the Panjab University Science**, v. 37, p. 11-16, 1986.

PARANHOS, B. A. J.; CUSTÓDIO, C. C.; MACHADO NETO, N. B.; RODRIGUES, A. S. Extrato de nim e cravo-da-índia no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijão armazenado. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.1, p.1-7, 2005.

PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L.; SILVEIRA-NETO, S. Tabela de vida e fertilidade de *Perileucoptera coffeella* (Guerin- Meneville, 1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) em três temperaturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.39, p.125-129, 1995.

POLITO, W. L. The Trofobiose Theory and organic agriculture: the active mobilization of nutrients and the use of rock powder as a tool for sustainability. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, n. 4, p. 765-779, 2006.

PRAJAPATI, V.; TRIPATHI, A. K.; AGGARWAL, K. K.; KHANUJA, S. P. Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against *Anopheles stephensi*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. **Bioresource Technology**, v. 96, p. 1749-1757, 2005.

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

QUEIROGA, M. F. C.; GOMES, J. P.; ALMEIDA, F. A.C.; PESSOA, E. B.; ALVES, N. M. C. Aplicação de óleo no controle de *Zabrotes subfasciatus* e na germinação de *Phaseolus vulgaris*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 777-783, 2012.

REGO, A. F. M.; VEIGA, A. F. S. L.; RODRIGUES, Z. A.; OLIVEIRA, M. L.; REIS, D. V. Efeito da incidência de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) sobre

genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 15, p. 53-69, 1986.

SANTOS, H. H. D.; MATOS, V. P.; FERREIRA, E. G. B. S.; RODRIGUES, I. A. S.; SILVA, R. B.; ROCHA, A. P.; SENA, L. H. M. **Qualidade fisiológica de sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.) armazenadas**: produtos naturais e embalagens. In: XI Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão nº XI, Recife-PE, Anais UFRPE 2011.

SARI, L. T.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; PEREIRA, P. R. V. da S. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em *Phaseolus vulgaris* L., cv. Carioca (Fabaceae), sob condições de laboratório. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 4, p. 621-624, 2003.

SAS/STAT 9.3. **User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011, 8621 p.

SHARMA, K. C.; CHAUHAN, U.; VERMA, A. K. Life table for the black bean bug: *Chauliops nigrescens* Distant (Hemiptera: Lygaeidae) on French bean. **Annals of Agricultural Research**, v. 15, p. 191-193, 1994.

SHARMA, K.C.; CHAUHAN, U.; VERMA, A.K. Life-fertility table of the pea leafminer *Chromatomia horticola* (Goureau) (Diptera : Agromyzidae) on pea, *Pisum sativum*, L. **Annals of Agricultural Research**, v.18, p.25-28, 1997.

SILVA, C. G. V.; CÂMARA, C. A. G. **Composição química e ação inseticida de óleos essenciais de *Croton grewoides* (Baill) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman)**. In Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife-PE: 2007. 45p.

SILVA, F. A. S. **Assistat 7.7**. UFCG, Campina Grande, 2013.

SILVA, J. F.; MELO, B. A.; PESSOA, E. B.; FIGUEIRO NETO, A.; LEITE, D. T. Extratos vegetais para o controle do caruncho-do-feijão *Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Verde**, v. 8, n. 3, p. 01-05, 2013.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1976. 419p.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**. 2. ed. London: Chapman and Hall, 1978. 500p.

SOUZA, A. H.; MARACAJÁ, P. B.; SILVA, R. M. A.; MOURA, A. M. N.; ANDRADE, W. G. Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in caupi bean and seed physiological analysis. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 25, p. 2005.

SPERANDIO, L. A. A.; ZUCOLOTO, F. S. Oviposition behavior of wild *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera, Chrysomelidae) females deprived of the host *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 99, n. 4. p. 403-408, 2009.

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

TEIXEIRA, I. R. V.; ZUCOLOTO, F. S. Seed suitability and oviposition behaviour of wild and selected populations of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) on different hosts. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, p. 131-140, 2003.

TEIXEIRA, I. R. V.; BARCHUK, A. R.; MEDEIROS, L.; ZUCOLOTO, F. S. Females of the weevil *Zabrotes subfasciatus* manipulate the size and number of eggs according to the host seed availability. **Physiological Entomology**, v. 34, p. 246-250, 2009.

TENÓRIO, E. R. R. **Tablas de vida y fertilidad del gorgojo *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) en cinco materiales de frijol *Phaseolus vulgaris* L.** Montecillo, Estado de México: 1991. 61p. Dissertação (Mestrado em entomologia) – Colegio de Postgraduados.

TOLOZA, A. C.; ZYGADLO, J.; CUETO, G. M.; BIURRUN, F.; ZERBA, E.; PICOLLO, M. I. Fumigant and repellent properties of essential oils and component compounds against

permethrinresistant *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae) from Argentina. **Journal of Medical Entomology**, v. 43, p. 889-895, 2006.

TRONGTOKIT, Y.; RONGSRIYAM, Y.; KOMALAMISRA, N.; APIWATHNASORN, C. Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. **Phytotherapy Research**, v. 19, p. 303-309, 2005.

WANDERLEY, V. S.; OLIVEIRA, J. V. Influência do número de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera, Bruchidae). **Caderno Ômega**, n. 4, p. 167-182, 1992.

WIENDL, F. M. **Alguns usos e efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae)**. Piracicaba, 1969. 167p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.