

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**SINERGIA ENTRE ÓLEO DE NIM E
ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO
PARA CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus*
Bohemann (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)**

ARTHUR VIEIRA RIBEIRO

ARTHUR VIEIRA RIBEIRO

**SINERGIA ENTRE ÓLEO DE NIM E
ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO
PARA CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus*
Bohemann (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. CRISTINA SCHETINO BASTOS

**Brasília, DF
Novembro de 2014**

FICHA CATALOGRÁFICA

RIBEIRO, Arthur Vieira.

“SINERGIA ENTRE ÓLEO DE NIM E ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO PARA CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus* BOHEMANN (COLEOPTERA: BRUCHIDAE)”.

Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2014. 38 páginas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

1. *Zabrotes subfasciatus*, *Phaseolus vulgaris*, *Azadirachta indica*.

I. Bastos, C.S. II. Dra.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RIBEIRO, A.V. Sinergia entre óleo de nim e atmosfera modificada com ozônio para controle de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 38 páginas. Monografia.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: ARTHUR VIEIRA RIBEIRO

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Sinergia entre óleo de nim e atmosfera modificada com ozônio para controle de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae).

Grau: 3º **Ano:** 2014

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

ARTHUR VIEIRA RIBEIRO

CPF: 037.091.331-06

RUA PIAUÍ CASA 16

CEP: 70.804.190 Brasília, DF. Brasil

(61) 91626057/ email: arthurvieira3@hotmail.com

ARTHUR VIEIRA RIBEIRO

**SINERGIA ENTRE ÓLEO DE NIM E
ATMOSFERA MODIFICADA COM OZÔNIO
PARA CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus*
BOHEMANN (COLEOPTERA: BRUCHIDAE).**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr^a. CRISTINA SCHETINO BASTOS

BANCA EXAMINADORA:

Cristina Schetino Bastos
Doutora, Universidade de Brasília – UnB
Orientador / email: cschetino@unb.br

Ernandes Rodrigues de Alencar
Doutor, Universidade de Brasília - UnB
Examinador / email: ernandesalencar@unb.br

Fábio Akiyoshi Suinaga
Doutor, Embrapa Hortaliças
Examinador / email: fabio.suinaga@embrapa.br

Dedico este trabalho à minha família, à professora Cristina, idealizadora de todo o projeto, à minha paixão ardente e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar durante minha jornada;

Aos meus pais, Paulo Roberto e Neuza, pelo amor e dedicação;

Aos meus irmãos, pela constante presença em todos os atos de minha existência;

Aos meus amigos, principalmente o indescritível Carlos Eduardo, pela paciência e compreensão;

À professora Cristina pelos ensinamentos, orientação, oportunidades, amizade e perseverança;

Ao professor Ernandes pelo apoio e auxílio na realização dos trabalhos;

Aos companheiros do laboratório de Proteção de Plantas pelo esforço desempenhado ao longo do experimento e pelo sensacional ambiente proporcionado.

RIBEIRO, ARTHUR VIEIRA. **Sinergia entre óleo de nim e atmosfera modificada com ozônio para controle de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae)**. 2014. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

RESUMO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é atacado por um grande número de pragas, incluindo *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). Esse trabalho objetivou avaliar a sinergia do uso concomitante de inseticidas botânico e sintético e de atmosfera modificada com ozônio no controle de *Z. subfasciatus*. Para tal, realizou-se um ensaio preliminar para estabelecimento das CL₅₀ e CL₉₀ dos inseticidas Azamax® (azadiractina A/B, 12 g/L) e Decis 25CE (deltametrina, 25 g/L) e dos TL₅₀ e TL₉₀ do ozônio (O₃). Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Uma vez definidas essas concentrações e tempos foram empregadas no ensaio definitivo para estabelecimento dos seguintes tratamentos: 1) TL₉₀ e 2) TL 50 de O₃; 3) CL₅₀ e 4) CL₉₀ de deltametrina; 5) CL₅₀ e 6) CL₉₀ de azadiractina 7) CL₅₀ de deltametrina + TL₅₀ de O₃; 8) CL₅₀ de azadiractina + TL₅₀ de O₃; 9) testemunha TL₅₀ do O₃ (aeração); 10) testemunha TL₉₀ do O₃ (aeração); 11) testemunha dos inseticidas (água). Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela (vidro tipo conserva de 850 mL de capacidade com tampa adaptada para passagem de O₃) recebeu 100 insetos e 200 g de feijão, sendo ambos expostos à 20 ml de solução aplicada 24 h antes da ozonização. A mortalidade dos insetos foi avaliada após 48 h. Os resultados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. As maiores mortalidades de *Z. subfasciatus* estiveram associadas às CLs 90 da deltametrina (70,75%±23,13) e da azadiractina (64,5%±14,98). As combinações entre as CLs 50 dos produtos e o TL 50 do O₃ não diferiram estatisticamente entre si e dos tratamentos com uso isolado das CLs 50 dos produtos. Logo, a associação entre a CL₅₀ dos inseticidas e o TL₅₀ do ozônio não resultou em sinergia.

Palavras-chave: *Zabrotes subfasciatus*, *Phaseolus vulgaris*, *Azadirachta indica*.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica. 20
- Figura 2. Recipiente de vidro adaptado à passagem de ozônio e usado para estimativa do tempo letal do gás. 21
- Figura 3. Valores das concentrações letais de deltametrina (25 g i.a./L de produto comercial, Decis 25 CE®) estimados para adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 72 h de idade e correspondentes porcentagens de mortalidades médias. Concentrações dadas em % de volume de produto comercial para volume de água. Brasília, DF, 2013/2014. 24
- Figura 4. Valores das concentrações letais de azadiractina (12 g/L i.a./L de produto comercial, Azamax®) estimados para adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 72 h de idade e correspondentes porcentagens de mortalidades médias. Concentrações dadas em % de volume de produto comercial para volume de água. Brasília, DF, 2013/2014. 25
- Figura 5. Valores dos tempos letais do ozônio (concentração de 4.500 ppm e vazão de 1,5 L/min) estimados para adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 72 h de idade e correspondentes porcentagens de mortalidades médias. Tempos dados em minutos. Brasília, DF, 2013/2014. 26
- Figura 6. Porcentagem média de mortalidade de adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 48 h de idade submetido à diferentes tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Obs: CL90 Delt = concentração de deltametrina que causa 90% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL90 Aza = concentração de azadiractina que causa 90% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; TL90 Ozo = tempo de exposição ao ozônio que causa 90% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL50 Delt + Ozo = concentração de deltametrina e tempo de exposição ao ozônio que causam 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; TL50 Ozo = tempo de exposição ao ozônio que causa 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL50 Aza + Ozo = concentração de azadiractina e tempo de exposição ao ozônio que causam 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL50 Delt = concentração de deltametrina que causa 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL50 Aza = concentração de azadiractina que causa 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; Água = parcelas experimentais expostas

à pulverização com água; Ar 17 min = aeração das parcelas experimentais com oxigênio pelo tempo correspondente ao TL 50 do ozônio; Ar 71 min = aeração das parcelas experimentais com oxigênio pelo tempo correspondente ao TL 90 do ozônio. 28

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1.	Feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	12
2.2.	Armazenamento do feijoeiro	12
2.3.	Insetos-praga do feijão armazenado	13
2.3.1.	Pragas primárias.....	13
2.3.1.1.	Pragas primárias internas.....	13
2.3.1.2.	Pragas primárias externas	14
2.3.2.	Pragas secundárias	14
2.3.3.	Pragas associadas	14
2.4.	<i>Zabrotes subfasciatus</i> Bohemann (Coleoptera: Bruchidae)..... Erro! Indicador não definido.	
2.4.1.	Descrição e biologia.....	14
2.4.2.	Prejuízos.....	15
2.5.	Medidas de controle	15
2.5.1.	Inseticidas Botânicos	16
2.5.2.	Atmosfera modificada com ozônio.....	17
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1.	Ensaio preliminar	20
3.2.	Ensaio definitivo.....	21
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1.	Ensaio preliminar	23
4.2.	Ensaio definitivo.....	26
5.	CONCLUSÕES	30
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae) é um dos alimentos básicos mais importantes na dieta do brasileiro, principalmente para a população de baixa renda, já que é excelente fonte de proteínas, carboidratos, ferro e diversos outros nutrientes. Sua importância econômico-social é evidenciada pelo fato do Brasil ser o maior produtor e consumidor mundial de feijão (Trindade, 2012).

Entretanto, a produtividade do feijoeiro é comprometida por diversos fatores, dentre eles o ataque de insetos, como o caruncho do feijoeiro, *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae). Trata-se de uma das principais pragas do feijão armazenado, causando danos diretos e indiretos aos grãos. Os ovos são depositados aderidos à superfície dos grãos e as larvas se desenvolvem no seu interior, construindo galerias nos cotilédones, causando perda de peso, redução no poder germinativo e no valor nutritivo e desvalorização comercial dos grãos. (Oliveira & Vendramim, 1999; Costa et al., 2014).

O controle deste inseto é baseado no uso de inseticidas fumigantes (fosfeto de alumínio e magnésio) e de produtos de contato (deltametrina) que, juntos, compõem todas as moléculas registradas para esse fim no Brasil (Brasil, 2014a). O controle de *Z. subfasciatus* proporcionado pelo uso de inseticidas é satisfatório, entretanto, sua adoção é limitada pelo elevado custo dos produtos e por problemas decorrentes da toxicidade a mamíferos (Gutierrez & Schoonhoven, 1981). Como alternativa ao elevado custo de aquisição, alta toxicidade dos inseticidas aos aplicadores e ao ambiente, além do potencial para desenvolvimento de resistência nos insetos, diversas técnicas vêm sendo empregadas ao longo dos anos (Costa et al., 2014). Dentre essas alternativas destaca-se o uso de inseticidas botânicos como o óleo de sementes de nim (*Azadirachta indica* Meliaceae) e a modificação da atmosfera através do emprego de gases como o ozônio. Diversos estudos estabelecem a eficiência dessas técnicas no controle de pragas de grãos armazenados (Barbosa et al., 2002; McDonough et al., 2011; Costa et al., 2014).

Dessa maneira, objetivou-se com este trabalho avaliar a combinação do óleo de nim com a atmosfera modificada com ozônio, a fim de verificar possível relação sinérgica de controle de *Z. subfasciatus* pelo uso simultâneo dessas técnicas, reduzindo a contribuição individual de cada uma delas e o efeito deletério advindo do controle baseado exclusivamente no controle com inseticidas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae)

O feijoeiro comum (*P. vulgaris*), pertencente à família Fabaceae, é a espécie mais importante do gênero, sendo plantada em praticamente todo o mundo (Cokkizgin, 2014; Fonsêca et al., 2014). É uma excelente fonte de nutrientes, fornecendo proteínas, carboidratos, ferro, cálcio, magnésio, zinco, fibras e vitaminas, constituindo um dos principais alimentos da base alimentar, sobretudo, de populações de baixa renda, especialmente na África e América do Sul (Lima et al., 2003; Silva et al., 2013; Fonsêca et al., 2014).

O feijão pode ser encontrado em diversos ambientes, desde o nível do mar até 3.000 m de altitude, cultivado em monocultura, em associação ou em rotação com outras culturas (Debouck, 1991). Essa grande variedade de condições proporcionou maior variabilidade quanto à cor, tamanho e formato da semente, hábito de crescimento, porte das plantas e textura das vagens (Queiroz et al., 2011, Silva et al., 2013).

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de feijão do mundo, com produção estimada em 3.444,1 toneladas na safra 2014/2015 (Brasil, 2014b; FAO, 2014).

2.2. Armazenamento do feijoeiro

Além do processo produtivo, o armazenamento e a distribuição são cruciais para a sobrevivência e progresso da humanidade (Sinha, 1995). O armazenamento, como parte da cadeia produtiva, garante a disponibilidade do produto ao longo do tempo, além de evitar escassez na entressafra e diminuir a oscilação de preço (Brackmann et al., 2002).

Apesar da expressiva produção brasileira de feijão, grande parte do produto é perdido durante a armazenagem devido, entre outros fatores, à perda de umidade, aeração deficiente, transporte inadequado e ataque de pragas. Este último é favorecido pela própria massa de grãos, já que fornece abrigo e matéria abundante para o desenvolvimento de insetos (Sinha, 1995; Pinto Junior, 2005).

2.3. Insetos-praga do feijão armazenado

Aproximadamente 20 espécies pertencentes a seis gêneros de Bruchidae atacam grãos de leguminosas consumidas pelo homem, durante o armazenamento (Southgate, 1979).

O ataque de insetos-praga nos grãos provoca perdas tanto quantitativas quanto qualitativas. As primeiras são caracterizadas pela perda de peso em decorrência das galerias abertas nos grãos para alimentação, causando a deterioração da massa de grãos. Já as perdas qualitativas são atribuídas às alterações na qualidade do produto por diminuição do valor nutritivo, desvalorizando-o comercialmente e diminuindo o grau de higiene devido a presença de fragmentos de insetos, excrementos e ovos (Pacheco & Paula, 1995; Mori & Lorini 2007).

O ataque de insetos favorece a ocorrência de contaminação fúngica e a predisposição à incidência de micotoxinas, causando desdobramentos sobre a saúde humana e animal, além de dificultar a comercialização dos produtos no mercado interno e externo (Mori & Lorini 2007).

Segundo Pacheco & Paula (1995) os insetos que atacam os grãos armazenados são classificados, segundo seus hábitos alimentares, em pragas primárias, pragas secundárias e pragas associadas. As pragas primárias são subdivididas ainda em pragas primárias internas e externas.

2.3.1 Pragmas primárias

De acordo com Pacheco & Paula (1995) as pragmas primárias são aquelas capazes de atacar grãos íntegros e sadios. Essa categoria subdivide-se em:

2.3.1.1. Pragmas primárias internas

São insetos que possuem mandíbulas desenvolvidas, com as quais rompem o tegumento e penetram os grãos, alimentando-se apenas de seu conteúdo interno. Completam seu ciclo de vida no interior dos grãos, sendo consideradas como as mais prejudiciais, pois, além de seus danos, contribuem para o ataque de outros insetos.

2.3.1.2. Pragas primárias externas

São insetos que alimentam-se da parte externa dos grãos, embora possam, após a destruição da camada externa, atacar a parte interna. Além de seus prejuízos também favorecem o ataque das pragas que são incapazes de romper o tegumento dos grãos.

2.3.2. Pragas secundárias

São aquelas que não conseguem atacar os grãos íntegros, alimentando-se de grãos previamente danificados pelas pragas primárias, acidentalmente quebrados ou trincados, com defeitos na casca ou que apresentam infecção fúngica (Pacheco & Paula, 1995).

2.3.3. Pragas associadas

São aquelas que não atacam os grãos, alimentando-se apenas dos detritos e de fungos. Entretanto, sua presença afeta negativamente a qualidade e o aspecto do produto. Dentro dessa categoria enquadram-se os parasitóides, predadores e ácaros (Pacheco & Paula, 1995).

2.4. *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae)

2.4.1. Descrição e biologia

Z. subfasciatus é nativo da América Central e do Sul, tendo se espalhado para diversas partes do mundo, especialmente centro e leste da África, Madagascar, Mediterrâneo e Índia (Dobie et al., 1984; Credland & Dendy, 1992).

Esse inseto é classificado como praga primária interna. Possui formato globular, com pernas e antenas longas e tamanho variando entre 1,8 e 4,0 mm de comprimento (Pacheco & Paula, 1995; Rees, 2007). As fêmeas são maiores que os machos e apresentam quatro manchas de cor creme nos élitros (Quintela, 2002). Os ovos são esféricos quando comparados com os ovos de outras espécies (Pajni, 1987). Esses são brancos e são depositados diretamente sobre os grãos, ficando aderidos por um líquido pegajoso secretado pela fêmea no momento da postura. As larvas são do tipo curculioniforme e, assim que emergem, penetram no interior do grão. Antes de entrar na

fase de pupa, constroem um orifício de saída para o adulto. As pupas são branco-leitosas com cerca de 3 mm de comprimento (Carvalho et al., 1982; Pacheco & Paula, 1995).

As condições ideais para o desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, segundo Howe & Currie (1964), são próximas à 32,5°C e 70% de UR, sendo o ciclo médio em *P. vulgaris*, nessas condições, de 24,5 dias.

2.4.2 Prejuízos

Os danos causados no feijão armazenado são de caráter qualitativo e quantitativo, provocando grandes prejuízos, pois ataca os cotilédones, onde abre galerias, podendo destruí-los completamente (Carvalho et al., 1982; Pacheco & Paula, 1995).

A presença de ovos nos grãos, de galerias feitas pelas larvas, dos orifícios de emergência dos adultos, de insetos mortos e de dejetos afetam negativamente a aparência, palatabilidade e aceitabilidade do produto pelo consumidor. As sementes são prejudicadas pela presença da praga, ocorrendo redução da germinação e vigor, já que o embrião é destruído (Hohmann & Carvalho, 1989; Pacheco & Paula, 1995).

2.5. Medidas de controle

Atualmente, o controle químico via fumigação ou tratamento de grãos e sementes com produtos de contato constituem-se nas principais medidas empregadas para o manejo de *Z. subfasciatus* (Brasil, 2014a).

A fumigação (também chamada de expurgo) é uma técnica empregada para eliminação da infestação de pragas em sementes armazenadas mediante o uso de um gás chamado fumigante (Lorini et al., 2008; Lorini et al., 2010). O produto registrado para essa finalidade é a fosfina, encontrada no mercado em formulações a base de fosfeto de alumínio (Fertox ou Phostoxin) ou fosfeto de magnésio (Fermag) (Brasil, 2014a).

Quanto aos produtos de contato, apenas a deltametrina (K-Obiol 2P) está registrada para o manejo de *Z. subfasciatus* em feijoeiro armazenado (Brasil, 2014a).

O emprego inadequado do controle químico, com conseqüente redução na eficiência de controle, pode favorecer o aumento na frequência e nas doses aplicadas além de aumentar as chances de evolução de resistência, resultando na elevação dos custos com tratamentos e no aumento na quantidade de resíduos no produto final,

inviabilizando seu uso o longo prazo e tornando evidente, portanto, o quão frágil torna-se o manejo dessas pragas estabelecido exclusivamente com base no controle químico com inseticidas sintéticos. (Pacheco e Paula, 1995; Lorini, 2012).

Outra questão é a elevada toxicidade dos produtos e os riscos de intoxicação por parte do aplicador, além do elevado custo e difícil acesso para os pequenos produtores. Nesse aspecto, tem-se buscado alternativas aos métodos exclusivos de controle conforme preconizado no manejo integrado de pragas (MIP). A filosofia do MIP prevê a adoção de múltiplas táticas de maneira integrada, mantendo as densidades populacionais das pragas abaixo do nível de dano econômico, contribuindo para a conservação da qualidade ambiental e redução dos riscos aos envolvidos na cadeia produtiva em questão (Pedigo, 2002; Mazzonetto & Vendramim, 2003).

Fica claro, portanto, que a integração de diferentes táticas de controle torna-se essencial à convivência com as pragas de grãos armazenados, de maneira a garantir a viabilidade da agricultura atual. Dessa maneira, diversas técnicas vêm sendo desenvolvidas ao longo dos anos, incluindo o uso de inseticidas botânicos e o emprego da atmosfera modificada, as quais apresentam resultado satisfatório no controle de diversas espécies-praga (Kells et al., 2001; Lorini, 2008; Keivanloo et al., 2013; Carvalho et al., 2014).

2.5.1. Inseticidas Botânicos

Ao longo da evolução diversas plantas desenvolveram defesa química contra insetos, sintetizando aleloquímicos (metabólitos secundários) com propriedades inseticidas e repelentes (Jacobson, 1989; Saito, 2004). Os inseticidas botânicos são produtos derivados dessas plantas ou partes das mesmas, podendo ser o próprio material vegetal (normalmente moído até ser reduzido a pó) ou seus produtos derivados, obtidos por extração aquosa ou com solventes orgânicos, como o álcool (Wiesbrook, 2004). As plantas inseticidas são uma alternativa viável por possuírem baixo custo, serem de fácil preparação e facilmente encontradas no ambiente (Queiroga et al., 2012).

Produtos vegetais com atividade inseticida podem ser usados na forma de óleos, pós secos e extratos. Sua ação nas pragas pode provocar mortalidade, repelência, inibição da oviposição, inibição da alimentação, inibição do crescimento, redução da progênie e da emergência de adultos, prolongamento do ciclo, alterações no sistema

hormonal, impedimento da muda, alterações morfogênicas, alterações no comportamento sexual e esterilização de adultos (Roel, 2001; Queiroga et al., 2012).

Entre as plantas com propriedades inseticidas, o nim (*Azadirachta indica* A. Juss Meliaceae) é reconhecido por suas propriedades tanto no controle de insetos quanto por trazer benefícios para a saúde humana. De origem asiática, é considerada a planta inseticida mais importante do mundo. Essa planta apresenta uma série de compostos com ação inseticida, acaricida, fungicida e nematicida, sendo a azadiractina a que ocorre em maior proporção e que apresenta maior atividade tóxica contra insetos. Esse composto é encontrado em vários órgãos da planta *A. indica*, mas em maior quantidade nas sementes, de onde é extraído o óleo que é utilizado em formulações inseticidas ou na forma de extratos aquosos ou orgânicos, em formulações comerciais ou semicomerciais. Apresenta vantagens em relação a outras plantas inseticidas pois possui atividade sistêmica, eficiência em baixas concentrações, baixa toxicidade a mamíferos e menor probabilidade de desenvolvimento de resistência, já que atua em diferentes locais no organismo do inseto (Mordue & Nisbet, 2000; Brunherotto & Vendramim, 2001).

A azadiractina é um complexo tetranortriterpenóide limonóide com mais de um modo de ação. Não causa a morte imediata do inseto por seu efeito sistêmico, e é absorvido pela cutícula ou por ingestão direta. Possui efeito sobre quimiorreceptores que provocam diminuição da alimentação. Além disso, interfere no metabolismo celular, impedindo o processo de divisão, bem como inibe a síntese proteica e formação de espermatozoides. É estruturalmente semelhante aos hormônios que controlam o processo de metamorfose, interferindo no processo de ecdise (Mordue, 2004; Boadu et al., 2011).

Atualmente, o AzaMax é o único produto comercial à base de nim registrado no MAPA para o controle de artrópodes-pragas do alface, café, citros, coco, crisântemo, feijão, fumo, mamão, melão, milho, morango, pimentão, repolho e tomate (Brasil, 2014a). Todavia, não existem informações sobre sua eficiência no controle de pragas de grãos armazenados.

2.5.2. Atmosfera modificada com ozônio

A atmosfera modificada (AM) ou controlada (AC) é uma alternativa ao uso do controle químico com inseticidas fumigantes (os quais deixam resíduo e são extremamente tóxicos) no controle de insetos que atacam produtos armazenados.

Consiste na alteração da composição dos gases da atmosfera, reduzindo a concentração de oxigênio e aumentando a de outros gases, tais como o ozônio (Navarro, 2012; Navarro et al., 2012).

O ozônio (O_3), ou oxigênio triatômico, é uma molécula instável formada pela adição de um átomo de oxigênio à molécula diatômica de oxigênio (O_2), que pode ser produzido naturalmente como resultado de relâmpagos ou radiação ultravioleta (Kim, 1999). Seu alto poder oxidativo confere grande ação antimicrobiana, o que representa amplo potencial de aplicação na indústria de alimentos (Kim, 2003).

Os primeiros relatos acerca do ozônio datam do século XVIII, mas seu uso industrial iniciou-se a partir do século XX, principalmente no tratamento e desinfecção de água, pois promove o controle do desenvolvimento biológico, a remoção de ferro e manganês, a degradação de pesticidas e outros micropoluentes e a remoção de substâncias que promovem gostos e odores (Rideal, 1920; Rice & Browning, 1980; Graham, 1997; Kim, 2003).

Na agricultura, o principal uso do ozônio é no controle de pragas de grãos armazenados, sendo vantajoso devido a características como: possuir alta reatividade e penetrabilidade; apresentar como produto de degradação o oxigênio, um componente não tóxico, não poluente e que não gera resíduos; possibilidade de geração no local de armazenagem, dispensando a necessidade de estocagem e descarte de recipientes de produtos (Kells et al., 2001; Mendez et al., 2003)

Estudos realizados por Kells et al. (2001) comprovam a eficácia do ozônio no controle de insetos. Ensaio posteriores demonstraram que a exposição de vários grãos por tempo até seis vezes maior do que o necessário para matar insetos de grãos armazenados não afetou a qualidade nutricional e características de processamento dos mesmos (Mendez et al., 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Proteção de Plantas em parceria com o Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, ambos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, entre Agosto de 2013 e Junho de 2014.

Foram utilizados insetos criados e mantidos no Laboratório de Proteção de Plantas, em recipientes de 5 L de capacidade e preenchidos com cerca de 2 kg de feijão comum do grupo carioquina. Os recipientes contendo os insetos foram vedados com tampa plástica recoberta com organza, de tal forma a permitir aeração interna, e mantidos em câmara incubadora do tipo BOD regulada para 25°C, 40% de U.R. e fotoperíodo de 12 horas.

Para os ensaios foram utilizados um inseticida botânico, AzaMax® (azadiractina A/B, 12 g/L) e um inseticida sintético, Decis 25CE (deltametrina, 25 g/L), adquiridos em casas agropecuárias.

O ozônio (O₃) empregado na câmara de ozonização foi gerado no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas a partir do oxigênio, com grau de pureza de aproximadamente 90%, que foi obtido a partir de concentrador de oxigênio acoplado ao gerador de ozônio. O gás ozônio foi obtido por meio de um gerador de ozônio (Figura 1) baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD). A concentração e a vazão de ozônio usadas nos ensaios foi de 4.500 ppm e 1,5 L/min, respectivamente.

Os ensaios foram realizados em duas etapas correspondentes ao ensaio preliminar e ao ensaio definitivo tendo em vista que os resultados do primeiro permitiram a execução do segundo.



Figura 1. Gerador de ozônio baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica.

3.1. Ensaio preliminar

O ensaio preliminar foi realizado para estabelecimento das concentrações letais (CLs) dos inseticidas que ocasionavam 50% e 90% de mortalidade na população da praga (CL₅₀ e CL₉₀, respectivamente) e dos tempos letais (TLs) de exposição ao ozônio que causavam 50% e 90% de mortalidade na população da praga (TL₅₀ e TL₉₀, respectivamente), que foram empregados no ensaio subsequente (definitivo). Foram testadas quatro concentrações de azadiractina (1%, 3%, 5% e 10%, dados em volume da formulação para volume de água destilada necessários para atingir a concentração desejada - v/v), cinco concentrações da deltametrina (0,001%, 0,005%, 0,01%, 0,05% e 0,1%, dados em volume da formulação para volume de água destilada necessários para atingir a concentração desejada - v/v) e sete tempos de exposição ao ozônio (5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos), além das testemunhas dos inseticidas (pulverização apenas com água no mesmo volume correspondente ao empregado nas soluções sob teste) e do

ozônio (aeração da massa de grãos com oxigênio nos mesmos tempos usados para o ozônio, isto é, correspondente ao TL₅₀ e TL₉₀).

Nos ensaios para estabelecimento das CLs foram utilizadas placas de Petri descartáveis de 48 x 12 mm contendo 20 g de feijão e 10 insetos não sexados de até 72 h de idade. Insetos e grãos foram expostos a 2 ml das soluções sob teste veiculadas através de micropipetas de volume variável e contendo ponteira descartável, seguida da homogeneização. Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. A mortalidade dos insetos foi avaliada após 48 horas.

No ensaio para estabelecimento dos TLs foram empregados recipientes de vidro de 850 mL de capacidade com tampa adaptada para passagem do gás (ozônio e oxigênio) (Figura 2). Cada recipiente recebeu 100 g de feijão e 50 insetos não sexados de até 72 h de idade. Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos ao acaso no tempo com cinco repetições. A mortalidade de insetos foi avaliada após 48 h.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de Probit utilizando o programa SAS (SAS, 2002).



Figura 2. Recipiente de vidro adaptado à passagem de ozônio e usado para estimativa do tempo letal do gás.

3.2. Ensaio Definitivo

Os dados de CLs 50 e 90 e TLs 50 e 90 estimados no ensaio preliminar foram empregados para composição dos seguintes tratamentos do ensaio definitivo:

- 1) TL₅₀ do ozônio;
- 2) TL₉₀ do ozônio;

- 3) CL₅₀ da deltametrina;
- 4) CL₉₀ da deltametrina;
- 5) CL₅₀ da azadiractina;
- 6) CL₉₀ da azadiractina;
- 7) CL₅₀ da deltametrina + TL₅₀ do ozônio;
- 8) CL₅₀ da azadiractina + TL₅₀ do ozônio;
- 9) testemunha do TL₅₀ do ozônio (aeração da massa de grãos com oxigênio pelo tempo correspondente ao TL₅₀);
- 10) testemunha TL₉₀ do ozônio (aeração da massa de grãos com oxigênio pelo tempo correspondente ao TL₉₀);
- 11) testemunha dos inseticidas (água empregando-se o mesmo volume usado nos demais tratamentos).

O ensaio foi realizado no delineamento em blocos ao acaso no tempo, com quatro repetições. Cada parcela experimental foi representada por um recipiente de vidro de 850 mL de capacidade com tampa adaptada para passagem do gás (ozônio e oxigênio) contendo 200 g de feijão e 100 adultos de *Z. subfasciatus* não sexados e de até 48 h de idade (Figura 2).

Insetos e grãos foram expostos a 20 mL da solução sob teste veiculada através de micropipeta seguido de homogeneização, 24 h antes da ozonização para evitar que houvesse degradação dos inseticidas. As parcelas correspondentes à testemunha dos inseticidas (água) e às CL_{50s} e CL_{90s} dos inseticidas foram mantidas em condição ambiental até o término da ozonização das demais parcelas, quando todas as parcelas permaneceram em condição que prevalecia no ambiente, até a avaliação da mortalidade, 48 h após a finalização da ozonização.

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Genes (Cruz, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio Preliminar

Os dados de mortalidade de *Z. subfasciatus* em função dos tratamentos com as soluções inseticidas a base de deltametrina (Pearson $\chi^2 = 8,8146$, DF = 23, p = 0,9965), de azadiractina (Pearson $\chi^2 = 18,6141$, DF = 18, p = 0,4159) e da exposição ao ozônio (Pearson $\chi^2 = 0,8420$, DF = 5, p = 0,9743), se ajustaram à distribuição de probit. Os resultados da análise de Probit aplicada para estimativa das concentrações e tempos que causavam 50% e 90% de mortalidade em *Z. subfasciatus* são apresentados nas Figuras 3 a 5.

As CLs 50 e 90 de deltametrina foram estimadas em 0,01% (v/v) e 0,15% (v/v), respectivamente (Figura 3). As CLs 50 e 90 azadiractina foram estimadas em 0,58% (aproximadamente 0,60%) e 4,58% (aproximadamente 4,60%) (v/v), respectivamente (Figura 4). Os TLs 50 e 90 do ozônio foram estimados em 16,95 (aproximadamente 17) e 70,38 (aproximadamente 71) minutos, respectivamente (Figura 5). Esses dados foram usados como base para estabelecimento dos tratamentos do ensaio definitivo.

Os menores valores de TLs 50 e 90 encontrados por Rozado et al. (2008), ao avaliar a suscetibilidade de adultos de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) expostos a ozônio em diferentes camadas da massa de grãos, usando concentração de 50 ppm e vazão de 8 L/min, foram muito maiores que os encontrados no presente trabalho (cerca de 46 a 159 vezes e de 20 a 54 vezes, respectivamente), evidenciando a importância dessas variáveis no controle dos insetos. Entretanto, conforme advertência de Cole (2003), diversos fatores interferem na efetividade do ozônio, tais como a máquina usada na geração do gás, a umidade, temperatura e condições prevaletentes no próprio local de ensaio. Ademais, trata-se de espécie distinta que, portanto, pode apresentar comportamento diferente face à exposição ao gás.

Além de ter se mostrado efetiva no controle de *Z. subfasciatus*, o uso da formulação a base de azadiractina é aceito em alguns casos pelas certificadoras da produção orgânica, o que torna seu uso promissor no controle de pragas que infestam esses cultivos (Martinez & Maneguim, 2003).

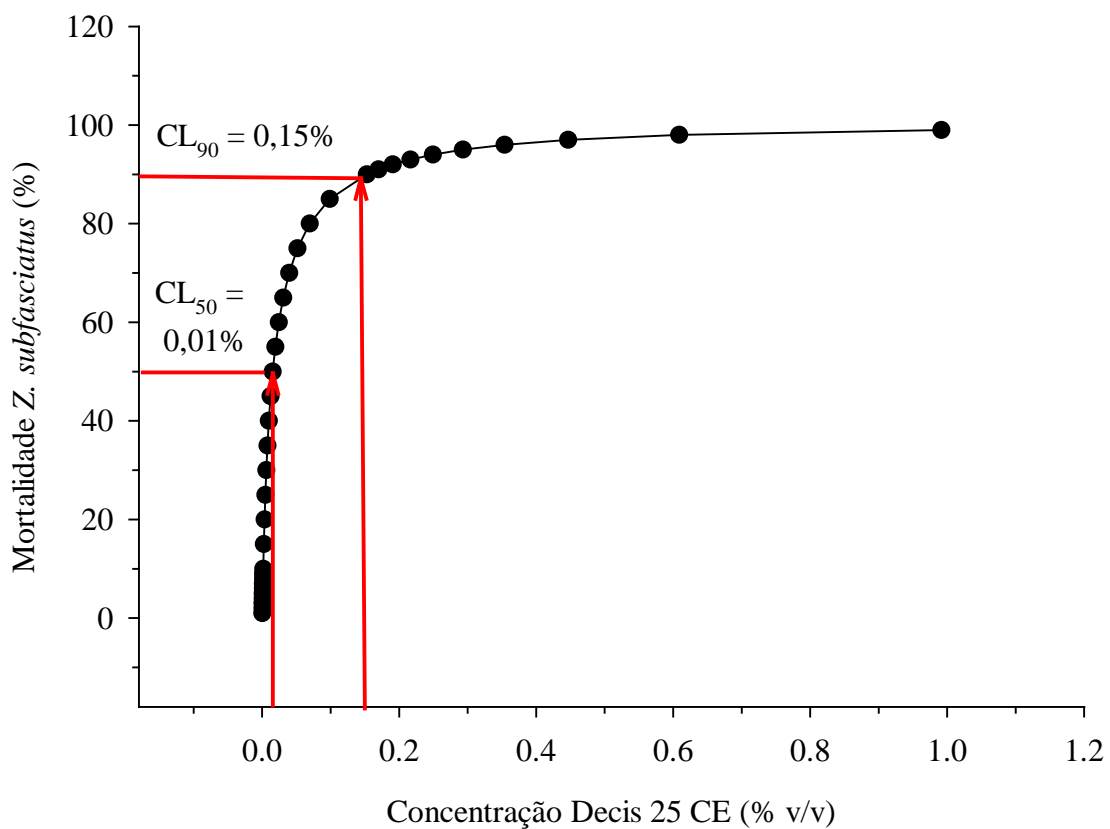


Figura 3. Valores das concentrações letais de Decis 25 CE (deltametrina 25 g i.a./L de produto comercial) estimados para adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 72 h de idade em função da mortalidade ocasionada. Concentrações dadas em % de volume de produto comercial para volume de água necessário para obter a concentração desejada. Brasília, DF, 2013/2014.

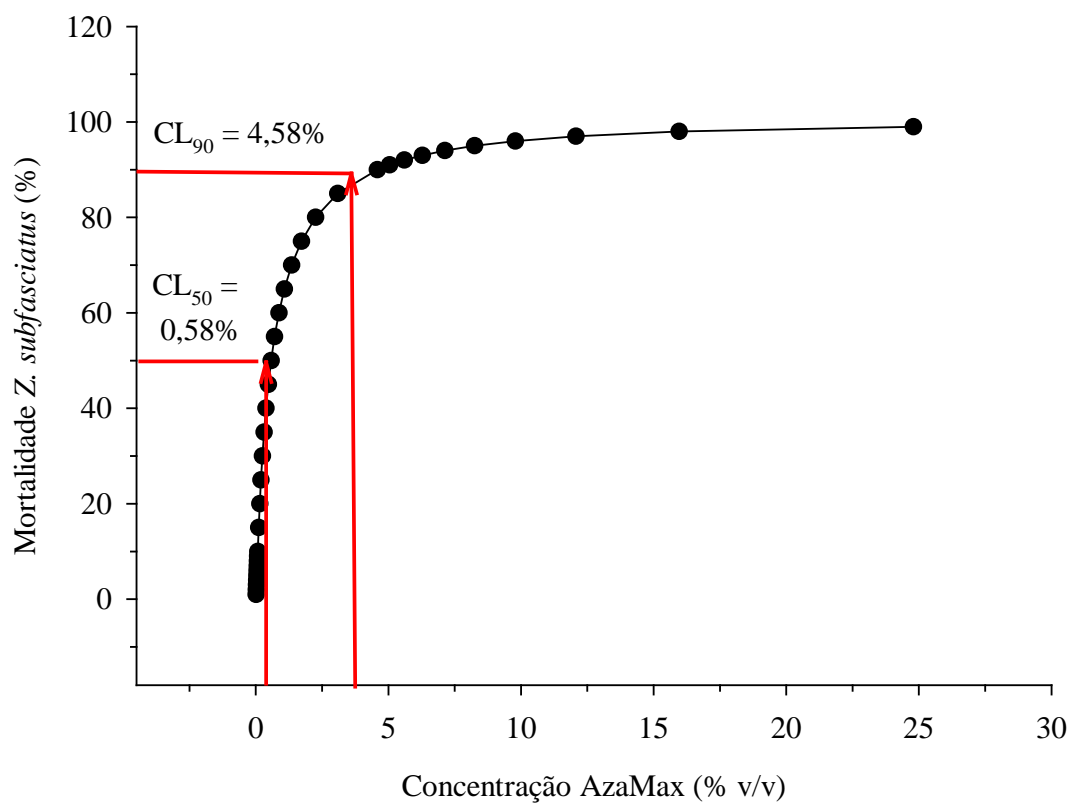


Figura 4. Valores das concentrações letais de AzaMax (azadiractina 12 g/L i.a./L de produto comercial) estimados para adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 72 h de idade em função da mortalidade ocasionada. Concentrações dadas em % de volume de produto comercial para volume de água necessário para obter a concentração desejada. Brasília, DF, 2013/2014.

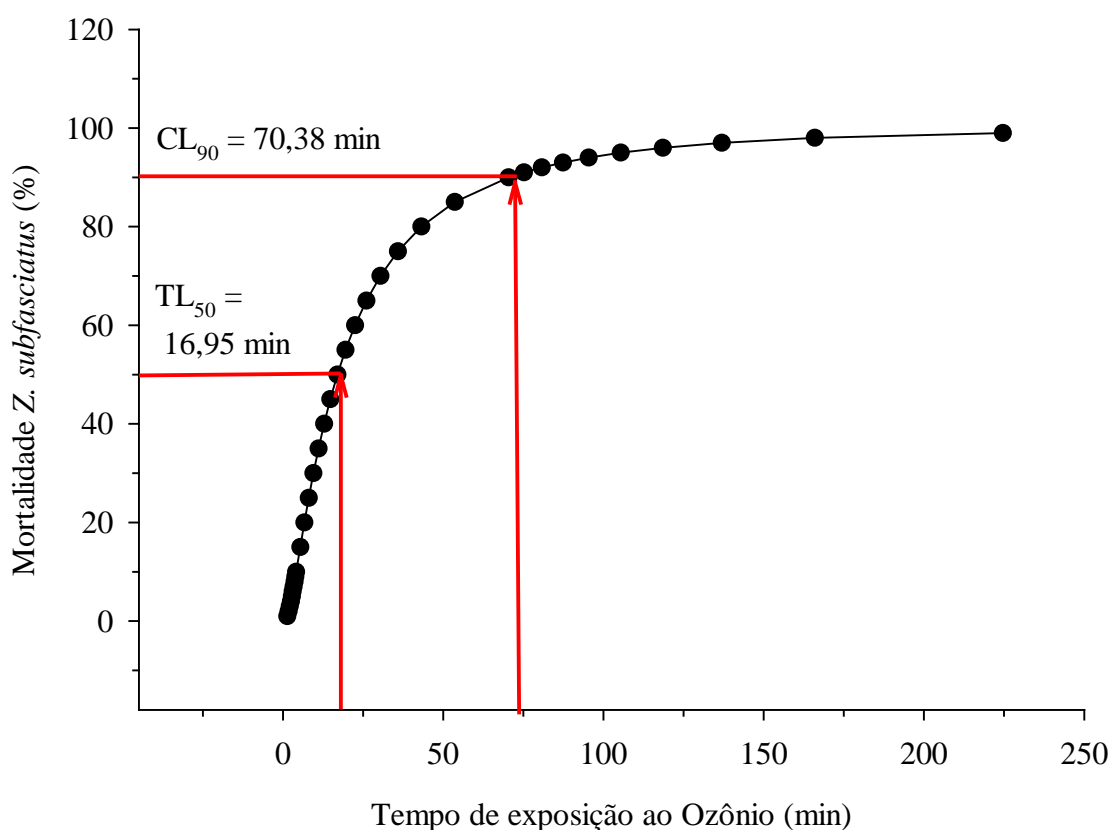


Figura 5. Valores dos tempos letais do ozônio (concentração de 4.500 ppm e vazão de 1,5 L/min) estimados para adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 72 h de idade em função da mortalidade ocasionada. Tempos dados em minutos. Brasília, DF, 2013/2014.

4.2. Ensaio Definitivo

As maiores mortalidades de *Z. subfasciatus* estiveram associadas às CLs 90 da deltametrina e da azadiractina. As menores mortalidades ocorreram nas parcelas testemunhas, isto é, expostas à água e à aeração com oxigênio pelo período correspondente ao TL₅₀ e ao TL₉₀ do ozônio. Os demais tratamentos se comportaram como intermediários entre esses dois extremos, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 6). Ou seja, não foi constatada diferença estatística entre as combinações de CLs 50 dos produtos e o TL₅₀ do ozônio, o TL₉₀ de ozônio e as CLs 50 da azadiractina e da deltametrina. Desta forma, o uso associado das CLs 50 dos inseticidas sintéticos e botânicos à TL 50 do ozônio não apresentou sinergia, tendo em vista que não diferiu estatisticamente do uso exclusivo das CLs 50 dos inseticidas. Todavia, tendo em vista

que os tratamentos que combinaram as CLs 50 e o TL₅₀ também não diferiram estatisticamente do tratamento submetido exclusivamente à TL₉₀ do ozônio, algo pode ter interferido nos resultados obtidos, incluindo a diferença de idade dos indivíduos empregados nos testes preliminares (mais velhos) e definitivos (mais jovens), bem como o sexo, já que não houve sexagem dos insetos. Segundo Carey (1993), insetos de diferentes idades e sexos apresentam mortalidades distintas. Assim, ensaios subsequentes devem explorar essa possibilidade, empregando indivíduos sexados e de mesma idade em ambos os testes.

Levando-se em consideração apenas o custo para tratar o feijão e obter controle efetivo da praga, seria muito mais barato usar a formulação sintética a base de deltametrina do que o inseticida botânico a base de azadiractina. Isso ocorre devido ao fato da concentração requerida para matar 90% da população da praga ser aproximadamente 30x maior no caso da azadiractina em comparação à deltametrina. Adicionalmente, o formulado a base de deltametrina (Decis 25 CE) é consideravelmente mais barato (R\$ 89,80) do que o formulado a base de azadiractina (AzaMax) (R\$ 285,00). Todavia, outras razões que não somente as estritamente econômicas devem ser levadas em consideração ao selecionar um inseticida e estas envolvem a permanência do resíduo no produto final e a seletividade do produto para organismos não alvo (Ziaee, 2014). Essa abordagem é especialmente importante quando se buscam alternativas às poucas opções disponíveis para o manejo de pragas de grãos armazenados. Desta forma, a formulação a base de nim pode ser considerada como uma alternativa, tendo em vista seu curto período residual (Johnson et al., 2003) e sua seletividade à mamíferos (Mordue, 2004; Boadu et al., 2011) e deve ser preferida em relação à deltametrina pelas razões citadas.

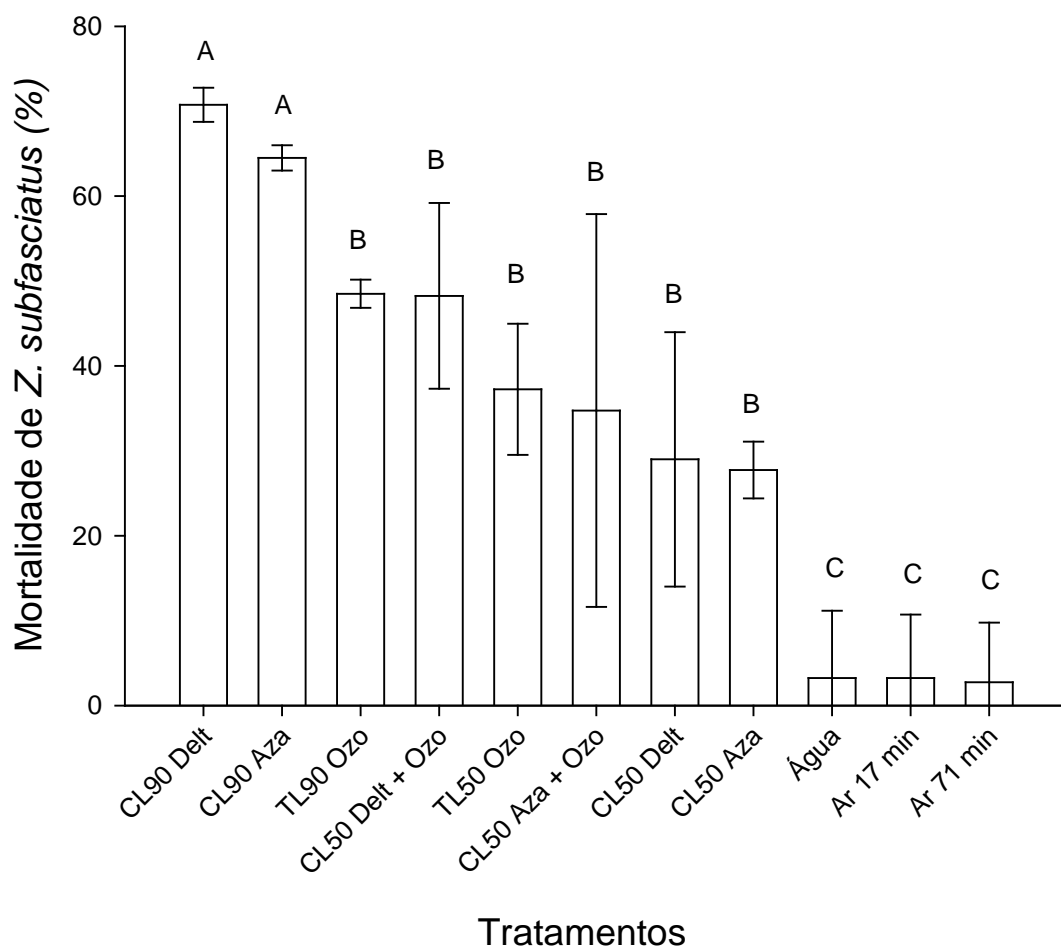


Figura 6. Porcentagem média de mortalidade de adultos de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) de até 48 h de idade submetido à diferentes tratamentos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Obs: CL₉₀ Delt = concentração de deltametrina que causa 90% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL₉₀ Aza = concentração de azadiractina que causa 90% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; TL₉₀ Ozo = tempo de exposição ao ozônio que causa 90% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL₅₀ Delt + Ozo = concentração de deltametrina e tempo de exposição ao ozônio que causam 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; TL₅₀ Ozo = tempo de exposição ao ozônio que causa 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL₅₀ Aza + Ozo = concentração de azadiractina e tempo de exposição ao ozônio que causam 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL₅₀ Delt = concentração de deltametrina que causa 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; CL₅₀ Aza = concentração de azadiractina que

causa 50% de mortalidade em *Z. subfasciatus*; Água = parcelas experimentais expostas à pulverização com água; Ar 17 min = aeração das parcelas experimentais com oxigênio pelo tempo correspondente ao TL₅₀ do ozônio; Ar 71 min = aeração das parcelas experimentais com oxigênio pelo tempo correspondente ao TL₉₀ do ozônio.

5. CONCLUSÕES

1. Do ponto de vista de efetividade em controlar *Z. subfasciatus*, a associação entre a CL₅₀ dos inseticidas e o TL₅₀ do ozônio não resultou em sinergia tendo em vista que proporcionou mortalidade inferior à verificada nos tratamentos submetidos à CL₉₀ dos inseticidas e igual à proporcionada pelo uso isolado da CL₅₀ dos produtos testados.
2. A associação entre o controle químico e a atmosfera modificada com ozônio proporcionou mortalidade equivalente à verificada no tratamento submetido à TL₉₀ do ozônio.
3. Tanto a azadiractina quanto a deltametrina podem ser usados na concentração correspondente à CL₉₀ (0,15% e 4,60 % v/v, respectivamente) no manejo de *Z. subfasciatus* uma vez que proporcionam mortalidade semelhantes nos adultos do inseto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BOADU, K.O.; TULASHIE, S.K.; ANANG, M.A.; KPAN, J.D. Production of natural insecticide from Neem leaves (*Azadirachta indica*). **Asian Journal of Plant Science and Research**, 1: 33-38, 2011.

BRACKMANN, A.; NEUWALD, D. A.; RIBEIRO, N. D.; FREITAS, S. T. de Conservação de três genótipos de feijão (*phaseolus vulgaris* l.) do grupo carioca em armazenamento refrigerado e em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, 32: 911-915, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Agrofit**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA, 2014. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 15 out. 2014a.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: Conab, 2(1), (2014/2015), 2014. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_10_09_14_54_26_boletim_graos_outubro_2014.pdf. Acesso em: 14 out. 2014b.

BRUNHEROTTO, R.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade de extratos aquosos de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, 30: 455-459, 2001.

CAREY, J.R. **Applied demography for biologists**: with special emphasis on insects. New York: Oxford University Press, 1993. 224p.

CARVALHO, G. dos S.; SILVA, L.S. da; SILVA, L.B.; ALMEIDA, M.L. dos S.; PAVAM, B.E.; PERES, T.L.P. Mortalidade e comprometimento do desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae), induzido pelo extrato de sangra d'água *Croton urucurana* Baill (Euphorbiaceae). **Comunicata Scientiae**, 5: 331-338, 2014.

CARVALHO, S.M. de; HOHMANN, C.L.; CARVALHO, A.O.R. de. **Pragas do feijoeiro no estado do paraná:** manual para identifica o no campo. Londrina: IAPAR, 1982. 41p. (Documentos, IAPAR, 5).

COKKIZGIN, A. Boron (H₃BO₃) Toxicity in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germination. **Annual Research & Review in Biology**, 4: 325-336, 2014.

COLE, E.C. Gas-phase ozone: assessment of biocidal properties for the indoor environment – a critical review. **Applied Biosafety**, 8: 112-117, 2003.

COSTA, J.T. da; FORIM, M.R.; COSTA, E.S.; SOUZA, J.R. de; MONDEGO, J.M.; BOI A JUNIOR, A.L. Effects of different formulations of neem oil-based products on control *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) on beans. **Journal of Stored Products Research**, 56: 49-53, 2014.

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

CRUZ, C.D. **Programa Genes:** aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Imprensa Universit ria, 2001. 442p.

DEBOUCK, D.G. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A. Van; VOYSEST, O. (Eds.). **Common beans: research for crop improvement**. Wallingford: CAB International; Cali: CIAT, 1991. p. 55-118.

DOBIE, P., HAINES, C. P., HODGES, R. J., PREVETT, P. F. **Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual.** Tropical Development and Research Institute, 1984. 273p.

FONSÊCA, A.; RICHARD, M.M.S.; GEFFROY, V.; PEDROSA-HARAND, A. Epigenetic Analyses and the Distribution of Repetitive DNA and Resistance Genes Reveal the Complexity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) Heterochromatin. **Cytogenetic and Genome Research**, 143: 168–178, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Statistics Production and Trade.** Crops. Disponível em: faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor. Acesso em: 01 out. 2014.

GRAHAM, D. M. Use of ozone for food processing. **Food Technology**, 51: 72-75, 1997.

GUTIERREZ, B. A. de; SCHOONHOVEN, A. van. **Proteja su cosecha de fríjol contra el ataque de los gorgojos.** Palmira: Instituto Colombiano Agropecuario, 1981. 12p. (Boletín Divulgativo, Instituto Colombiano Agropecuario, 66).

HOHMANN, C.L.; CARVALHO, S.M. Pragas e seu controle. In: CARVALHO, S.M.; CARNEIRO, R.G.; MARIOT, E.J.; ASSUMPCÃO, L.C.; JUNIOR, R.P.L.; PEREIRA, L.R.; SIQUEIRA, D.R.S.; HAUAGGE, R.; POSTIGLIONI, S.R. (Eds.). **O feijão no Paraná.** Londrina: IAPAR, 1989. p. 217-246. (Circular, IAPAR, 63).

HOWE, R.W.; CURRIE, J.E. Some laboratory observation on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. **Bulletin of Entomological Research**, 55: 437- 477, 1964.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, presente, and future. In: ARNASAN, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. (Orgs.). **Insecticides of plant origin.** Washington: American Chemical Society, 1989. p. 1-10.

JOHNSON, S.; DUREJA, P.; DHINGRA, S. Photostabilizers for azadirachtin-A (a neem-based pesticide). **Journal of Environmental Science and Health**, B38: 451-462, 2003.

KEIVANLOO, E.; NAMAGHI, H.S.; KHODAPARAST, M.H.H.; HATEFI, S. Susceptibility of immature stages of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) to ozonated water. **Journal of Crop Protection**, 2: 443-451, 2013.

KELLS, S.; MASON, L.J.; MAIER, D.E.; WOLOSHUK, C.P. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, 37: 371-382, 2001.

KIM, J.G.; YOUSEF, A.E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, 62: 1071-1087, 1999.

KIM, J.G.; YOUSEF, A.E.; KHADRE, M.A. Ozone and its current and future application in the food industry. **Advances in Food and Nutrition Research**, 45: 167-218, 2003.

LIMA, E.R.; GOMES JUNIOR, F.J.; TARSITANO, M.A.A.; RAPASSI, R.M.A.; SÁ, M.E. de. Custo de produção e lucratividade do feijoeiro da seca no município de Pereira Barreto, SP. **Cultura Agronômica**, 12: 131-143, 2003.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2008. 72p. (Embrapa Trigo, Documentos, 90).

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento** – Série Sementes. Passo fundo: EMBRAPA Trigo, 2010. 12p (Embrapa Trigo, Circular Técnica, 73).

LORINI, I. Insetos que atacam grãos de soja armazenados. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa. 2012. p. 421-444.

MARTINEZ, S.S.; MANEGUIM, A.M. Redução da oviposição e da sobrevivência de ovos de *Leucoptera coffeella* causadas pelo óleo emulsionável de nim. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)**, 67: 58-62, 2003.

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

MCDONOUGH, M.X.; MASON, L.J.; WOLOSHUK, C.P. Susceptibility of stored product insects to high concentrations of ozone at different exposure intervals. **Journal of Stored Products Research**, 47: 306-310, 2011.

MENDEZ, F.; MAIER, D.E.; MASON, L.J.; WOLOSHUK, C.P. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance. **Journal of Stored Products Research**, 39: 33-44, 2003.

MORDUE (LUNTZ), A.J. Present concepts of the mode of action of azadirachtin from neem. In: KOUL, O.; WAHAB, S. (Ed.). **Neem: today and in the new millennium**. Dordrecht : Kluwer, 2004. p. 229-242.

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

MORI, C. de; LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos armazenados (MIPGRÃOS)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2007. (Embrapa Trigo, Documentos online, 90). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do90_6.htm. Acesso em: 13 out. 2014.

NAVARRO, S. The use of modified and controlled atmospheres for the disinfestation of stored products. **Journal of Pest Science**, 85: 301-322, 2012.

NAVARRO, S.; TIMLICK, B.; DEMIANYK, C.J.; WHITE, N.D.G. Controlled or modified atmospheres. In: HAGSTRUM, D.W.; PHILLIPS, T.W.; CUPERUS, G. (Ed.). **Stored product protection**. Manhattan: State Research and Extension, 2012. p. 191-202.

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

PACHECO, I. A.; PAULA, D. C. de. **Insetos de grãos armazenados: identificação e biologia**. Campinas: Fundação Cargill, 1995. 229p.

PAJNI, H.R. Some aspects of biosystematics of Bruchidae (Coleoptera). **Proceedings: Animal Sciences**, 96: 509-515, 1987.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 742p.

PEREIRA, A. de M. **Processo de ozonização: eficácia biológica, qualidade dos grãos e análise econômica**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PINTO JUNIOR, A.R.; CERUTI, F.; WEBER, S.H. Monitoramento de insetos em estrutura armazenadora através de armadilha com atrativo alimentar localizada fora dos silos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, 3: 35-41, 2005.

QUEIROGA, M. de F.C. de; GOMES, J.P.; ALMEIDA, F. de 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**, 16: 777-783, 2012.

QUEIROZ, J.R. de; MATA, M.E.R.M.C.; DUARTE, M.E.M.; FARIAS, P. de A.; SILVA, F. de A. S. e. Simulação de danos mecânicos em feijão carioca durante o processo de beneficiamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 13: 427-34, 2011.

QUINTELA, E.D. **Manual de identificação dos insetos e invertebrados: pragas do Feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 52p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 142).

REES, D. **Insects of stored grain: a pocket reference**. 2. Ed. Collingwood: CSIRO, 2007. 81p.

RICE, R.G.; BROWNING, M.E. Fundamental principles of ozone technology. In: KERR, R.S. (Rev.). **Ozone for industrial water and wastewater treatment: a literature survey**. Cleveland: International Ozone Association, 1980. p. 8-33.

RIDEAL, E. K.; M.B.E; M.A. Ozone. In: BLOUNT, B.; F.I.C. **A treatise of electro-chemistry**. London: Constable & Company LTD., 1920. 198p.

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

SAITO, M.L. **As plantas praguicidas: alternativa para o controle de pragas da agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Saito_plantasID-xWZZuffPN5.pdf. Acesso em: 16 out 2014.

SAS. **The Sas System. Version 9.00**. Cary: Sas Institute. 2002.

SILVA, J.F. da; MELO, B.A. de; LEITE, D.T.; ALMEIDA, F. de A.C.; PESSOA, E.B. Dados biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em dois genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 8: 06-09, 2013.

SINHA, R.N. The stored-grain ecosystem. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. (Eds.). **Stored-grain ecosystems**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 1-32.

ROZADO, A.F.; FARONI, L.R.A.; URRUCHI, W.M.I.; GUEDES, R.N.C.; PAES, J.L. Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 12: 282-285, 2008.

SOUTHGATE, B. J. Biology of the Bruchidae. **Annual Review of Entomology**, 24: 449-473, 1979.

TRINDADE, R. dos S. Melhoramento para resistência genética ao crestamento bacteriano comum em feijão comum e feijão-de-vagem: aspectos gerais, avanços, desafios e perspectivas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, 8: 1204-1231, 2012.

WIESBROOK, M.L. Natural indeed: are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, 17: 1-8, 2004.

ZIAEE, M. The effects of topical application of two essential oils against *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Crop Protection**, 3 (supplementary): 589-595, 2014.