

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *PHASEOLUS VULGARIS* A *ZABROTES SUBFASCIATUS*
(BOHEMANN, 1833) (CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE)**

por

KAIQUE MOREIRA DIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde – GO

Agosto – 2019

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *PHASEOLUS VULGARIS* A *ZABROTES SUBFASCIATUS*
(BOHEMANN, 1833) (CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE)**

por

KAIQUE MOREIRA DIAS

Comitê de Orientação:

Orientador, Prof.^a Dr.^a Daline Benites Bottega – IF Goiano/Campus Iporá

Coorientador, Prof. Dr. Jacson Zuchi – IF Goiano/Polo de Inovação

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *PHASEOLUS VULGARIS* A *ZABROTES SUBFASCIATUS*

(BOHEMANN, 1833) (CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE)

por

KAIQUE MOREIRA DIAS

Orientador:


Prof.^a Dr.^a Daline Benites Bottega – IF Goiano/Campus Iporá

Examinadores:


Prof.^a Dr.^a Silvia Sanielle Costa Oliveira – IF Goiano/Campus Iporá


Prof. Dr. Douglas Henrique Bottura Maccagnan – UEG/Campus Iporá

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

DD541r DIAS, Kaique Moreira
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Phaseolus vulgaris* A
Zabrotes subfasciatus (Bohemann, 1833)
(Chrysomelidae: Bruchinae) / Kaique Moreira
DIAS; orientadora Daline Benites Bottega; co-
orientador Jacson Zuchi. -- Rio Verde, 2019.
33 p.

Dissertação (em Mestrado Profissional em
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2019.

1. Feijão. 2. Caruncho. 3. Armazenamento. 4.
Antibiose. I. Benites Bottega, Daline, orient. II.
Zuchi, Jacson, co-orient. III. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Kaique Morais Dias

Matrícula: 2017202331540107

Título do Trabalho: Resistência de genótipos de *Pharus vulgaris* a *Zabrotes nufarsciatus* (Coleman, 1833) (Chrysomelidae: Bruchinae)

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 04/11/2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Porto Velho - GO 04/11/19
Local Data

Kaique Morais Dias
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

B. Botte
Assinatura do(a) orientador(a)

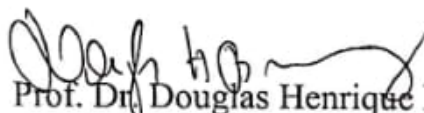
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

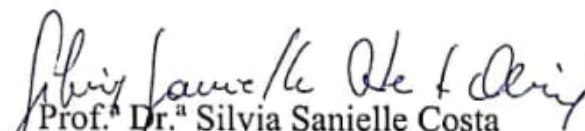
**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Phaseolus vulgaris* A
Zabrotes subfasciatus (Bohemann, 1833) (Chrysomelidae:
Bruchinae)**


Autor: Kaique Moreira Dias
Orientadora: Daline Benites Bottega

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos – Área de concentração
Agroenergia.

APROVADA em 28 de agosto de 2019.


Prof. Dr. Douglas Henrique Bottura
Maccagnan
Avaliador externo
UEG/ Campus Iporá


Prof.^a Dr.^a Silvia Sanielle Costa
Oliveira
Avaliadora interna
IF Goiano/ Campus Iporá


Prof.^a Dr.^a Daline Benites Bottega
Presidente da banca
IF Goiano/ Campus Iporá

DEDICATÓRIA

À minha família que sempre estive ao meu lado. Meus pais José Filho Dias de Moraes e Angelita M^a Moreira de Sousa e a minha irmã Angélica Moreira Dias, que ininterruptamente estiveram apoiando e incentivando meus sonhos para que se tornassem realidade.

Ao Sr. José Carlos de Souza (*in memoriam*) e sua família com toda a minha gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter nos concebido a vida e nos abençoar todos os dias para superar e enfrentar os desafios diários.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde e especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, com excelente estrutura física e corpo docente preparados e atenciosos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG, pela bolsa de estudo (edital 03/2018) pelo período de 12 meses, acreditando no potencial deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano – Campus Iporá, pelo espaço e pelo material utilizado no experimento, sendo importantíssimo para a execução do projeto.

À Agro Norte Pesquisa e Sementes Ltda, pela atenção e disponibilidade dos genótipos que foram utilizados.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Santo Antônio de Goiás, pela doação das sementes.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, pela disponibilidade sem custo nenhum do genótipo Arc 1.

À Goiasminas Indústria de Laticínios Ltda, pelo apoio e compreensão.

À Prof.^a Dr.^a Daline Benites Bottega, por ter me aceitado como orientado, que não se limitou em transmitir seu conhecimento, seu tempo e principalmente pela paciência. Obrigado pela dedicação e por não ter desistido de mim.

Ao Sr. Esmar Gonçalves da Cunha, por ter apoiado a minha iniciativa, liberando do trabalho sem quaisquer questionamentos, sendo muito importante nesta caminhada.

Ao Prof. Dr. Eduardo Rodrigues de Carvalho, que por muitos anos compartilhou e compartilha seus conhecimentos e experiência me preparando para romper novos desafios e seguir em frente.

Ao Prof. Dr. Jacson Zuch, pela atenção e orientação como coorientador, auxiliando e enriquecendo o trabalho.

Ao MSc. Lamartine Nogueira Gonzaga, pela atenção e orientação na parte de cultivo do feijoeiro comum.

Ao Prof. MSc. Paulo Alexandre Perdomo Salviano, que foi uma pessoa que sempre me apoiou e com quem posso contar sempre, sendo um dos principais influenciadores dessa caminhada.

Ao Prof. José Carlos de Sousa Junior e sua esposa Prof.^a MSc. Maria Glaucia Furquim, pelo incentivo e ajuda que foi importantíssimo para que consolidasse esse feito.

À Prof.^a Dr.^a Vânia Sardinha dos Santos Diniz, pelo valioso ensinamento de análise de tegumento, enriquecendo o trabalho.

À Prof.^a Fernanda Bonfim de Oliveira, por ter se esforçado em providenciar alguns materiais para execução deste trabalho.

Ao amigo Leandro Oliveira Campos, pela camaradagem, amizade, companheirismo ao longo do curso.

À amiga Thaismara Alves Silva, por ter tirado um tempinho de seu dia para poder ajudar com a logística de materiais necessários para condução do trabalho.

Ao amigo Anderson Flores Soares, por se dispor em ajudar em um momento crítico. Sendo importante sua iniciativa.

Às colegas de laboratório, Yarlla Bruna Dourado Freire e Bruna Neres de Oliveira, pela contribuição com a realização do trabalho na fase de laboratório.

E a todos, que diretamente ou indiretamente, colaboraram com a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Aspectos Gerais da Cultura do Feijão	6
2.2. Distribuição Geográfica, Aspectos Biológicos e Danos de <i>Z. subfasciatus</i>	8
2.3. Controle de <i>Z. subfasciatus</i>	10
2.4. Resistência de Planta.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Genótipos de Feijoeiro Avaliados	14
3.2. Criação de <i>Zabrotes subfasciatus</i>	15
3.3. Instalação e Condução dos Experimentos	15
3.3.1. Teste Com Chance de Escolha.....	15
3.3.2. Teste Sem Chance de Escolha	16

3.3.3. Teste Sem Chance de Escolha com a 1º Geração de <i>Z. subfasciatus</i> de Origem dos Genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> Avaliados	19
3.3.4. Espessura do Tegumento	19
3.4. Análise Estatística	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *PHASEOLUS VULGARIS* A *ZABROTES SUBFASCIATUS*

(BOHEMANN, 1833) (CHRYSOMELIDAE: BRUCHINAE)

por

KAIQUE MOREIRA DIAS

Sob orientação da Professora Dr^a Daline Benites Bottega – IF Goiano

RESUMO

Zabrotes subfasciatus (Bohemann, 1833) (Chrysomelidae: Bruchinae) conhecida popularmente como caruncho do feijão, é uma praga importante que ocorre durante o armazenamento de grãos. O uso de inseticidas químicos tem sido a forma mais eficiente de controle do inseto, porém, é altamente tóxico e de custo elevado. Com isso, avaliou-se a resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris*. Foi utilizado dez genótipos em testes com e sem chance de escolha. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia do IF Goiano – Campus Iporá, com quatro repetições. Foram avaliados ovos viáveis, inviáveis e total, massa seca consumida e massa seca consumida por inseto, período de ovo a adulto de fêmea, macho e total (fêmea + macho), longevidade de macho e fêmea, razão sexual, número de adultos emergidos (fêmea, macho e total) e porcentagem de adultos emergidos. Realizou-se também análise da espessura do tegumento da semente e oviposição da primeira geração de insetos provenientes do teste sem chance de escolha. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de variância (teste F), comparando-se as médias pelo teste de Skott-Knott. Os resultados constataram que o genótipo Arc 1 apresenta resistência do tipo antibiose sobre *Z. subfasciatus*, e maiores espessuras de tegumento proporcionam menor emergência de adultos.

PALAVRAS-CHAVE: feijão, caruncho, armazenamento, antibiose.

RESISTANCE EVALUATION OF COMMON BEAN GENOTYPES TO *ZABROTES*

SUBFASCIATUS

by

KAIQUE MOREIRA DIAS

Under Advise of Dr^a Daline Benites Bottega – IF Goiano/Campus Iporá

ABSTRACT

Zabrotes subfasciatus popularly known as bean weevil is an important pest found during grain storage. The chemical insecticides use has been the most efficient way of insect control, but it is highly toxic and costly. With this, the resistance of different *Phaseolus vulgaris* genotypes was evaluated. Ten genotypes were used in tests with and without choice. The experiments were carried out at the IF Goiano – Campus Iporá Entomology Laboratory, with four replications. Viable, unfeasible and total eggs, dry mass consumed and insect dry mass, egg-to-adult female, male and total (female + male) period, male and female longevity, sex ratio, adults emerged number (female, male and total) and adults emerged percentage were evaluated. It was also performed analysis of the integument thickness and oviposition of the first generation of insects from the test with no choice. The obtained results were submitted to the variance test (test F), comparing the means by the Skott-Knott test. The results found that the Arc 1 genotype presents antibiosis resistance on *Z. subfasciatus*, and larger integument thickness provides lower adults emergence.

KEY WORDS: bean, bean worm, storage, antibiosis.

1. INTRODUÇÃO

Alimento tradicional da culinária brasileira, o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) é um dos destaques do agronegócio brasileiro. Com vasto território, clima diversificado, o Brasil obteve avanços tecnológicos que possibilitam minimizar os impactos negativos, desenvolvendo genótipos mais adaptados para cada região, sendo cultivados em praticamente todo território nacional (Tavares *et al.* 2013).

Com três safras anuais (“safra das águas”, “safra da seca” e “safra de inverno”), o Brasil é um dos maiores produtores e consumidores mundial do grão. Estima-se que o brasileiro consome em média 17 quilos por ano de feijão e que a produção nacional é quase que totalmente consumida internamente (MAPA 2018).

A cadeia produtiva do feijão é extremamente dinâmica, sendo o plantio e a colheita como os principais processos. No pós-colheita, os grãos seguem para o armazenamento, que é a etapa de trâmite entre o campo e a indústria, em que os grãos são sujeitos a passar por processos que vão determinar a sua qualidade (Silva *et al.* 2000). Essa fase merece destaque, visto que, é quando a qualidade dos grãos é altamente ameaçada pela presença de insetos praga.

Pragas de armazenamento causam perdas quantitativas, que podem alcançar até 10% do total armazenado; porém, as perdas qualitativas são as mais preocupantes, podendo comprometer totalmente o uso do grão produzido (Lorini 2008).

Principal praga do armazenamento, o bruquídeo *Zabrotes subfasciatus*, pode comprometer os estoques quando estes não são armazenados adequadamente, ocasionando danos irreversíveis e comprometedores (Mazzonetto & Vendramim 2002). Suas larvas causam danos decorrentes da penetração e alimentação no interior do grão, as quais provocam perda de peso, redução no valor nutritivo, reduzem a taxa de germinação e desvalorizam o produto comercial pela presença

de insetos mortos, fezes e orifícios de emergência dos adultos, favorecendo ainda o ataque de pragas secundárias e microrganismos (Baldin & Pereira 2010, Gallo *et al.* 1988).

Diante deste impacto ocasionado, objetivou-se averiguar tipos e causas de resistência em genótipos de feijoeiro comum à *Z. subfasciatus*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Aspectos Gerais da Cultura do Feijão

Relatos indicam que a origem do gênero *Phaseolus* (Família: Fabaceae) foi nas Américas, porém, o local exato ainda é questionável. Vestígios arqueológicos da espécie chega à idade aproximada de 10.000 anos, com ampla área de ocorrência que permitiu o surgimento de diversas raças, embora também seja uma das causas da dificuldade de localização exata de domesticação desta cultura (Baldin & Pereira 2010).

Segundo a Embrapa (2000), com base em padrões eletroforéticos de faseolina, sugere que há dois centros primários de diversidade genética, tanto para espécies silvestres como cultivadas: o mesoamericano, que se estende desde o sudoeste dos Estados Unidos até o Panamá, tendo como zonas principais o México e a Guatemala; e no norte das Andes, que abrange desde a Colômbia e Venezuela até o norte do Peru.

Alguns indícios de alelos comuns ou muito próximos de tipos da região geográfica Norte, sugerem que a amostra arqueológica de Januária tenha origem em populações do extremo Norte da América do Sul e/ou da América Central, com pouca influência da Região dos Andes Centrais e Meridional. Isto contribui para a reconstituição de rotas migratórias e de contato de populações humanas, visto que as espécies e variedades de plantas cultivadas foram difundidas pelo homem pré-histórico, dificultando a identificação do local exato de origem do *Phaseolus* (Freitas 2006).

Santos & Gavinales (2006) e Miklas & Singh (2007) afirmam que dentre as 55 espécies que compõem o gênero *Phaseolus*, o *Phaseolus vulgaris* L., conhecido popularmente como feijoeiro-comum, é a mais cultivada mundialmente.

Tradicionalmente muito consumido pelos brasileiros, o feijão-comum representa uma das principais explorações agrícolas do país, desempenhando papel fundamental também na

demanda por mão de obra no cultivo e beneficiamento. Além de ser importante fonte proteica na dieta dos brasileiros, o feijão também está presente nas refeições diárias das populações de outros países de regiões tropicais e subtropicais em desenvolvimento (Diniz 2006).

Mesquita *et al.* (2007) destaca que o feijão, junto com a carne bovina e o arroz, correspondem em torno de 70% da proteína consumida na alimentação diária dos brasileiros. Enfatiza também que o cultivo tem uma expressão socioeconômica representativa na economia brasileira. Segundo a Conab (2018) o consumo nacional do grão no período de 2012 a 2016, foi em média 3.224 mil toneladas por ano, enquanto a produção média no mesmo período foi de 3.076,5 mil toneladas, sendo necessário importar em média 214,4 mil toneladas/ano para atender a demanda interna brasileira.

Os principais estados brasileiros produtores de feijão de acordo a Conab (2018) na safra de 2016/17 foram o estado do Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia, contribuem juntos com 81% da produção total.

As características climáticas do Brasil proporcionam condições favoráveis para o cultivo da cultura. Dependendo da região, pode-se produzir até três safras de feijão durante o ano, subdivididas em safra das “águas” com plantio nos meses de agosto a novembro e colheita de novembro a fevereiro, safra da “seca” com plantio de dezembro a março e colheita de março a junho e a safra de inverno ou safra irrigada com plantio de abril a julho e colheita de julho a outubro (Silva 2018).

As condições climáticas do Brasil não favorecem apenas o cultivo de diversas culturas, mas também beneficia o desenvolvimento de inúmeras pragas e doenças. Por lei é necessário aguardar um período de 30 dias de vazio sanitário como método preventivo para o cultivo do feijão. Distrito Federal (Portaria 54, de 1 de julho de 2013), municípios do noroeste de Minas Gerais (Portaria nº 1322, de 28 de junho de 2013) e o estado de Goiás (Instrução normativa 02/2014) são obrigados, de acordo com suas respectivas portarias e instruções normativas, a

realizar o período de vazio sanitário a partir do mês de setembro (MAPA 2018).

Pesquisadores incentivam e indicam o uso da integração com outros métodos de controle fitossanitários quanto à prevenção de impactos ocasionados pelas pragas e doenças. Programas de melhoramento genético do feijoeiro visam o desenvolvimento de variedades que apresentem alta produtividade coligada a resistência, além de, produzir sementes possuindo forma, tamanho, cor e brilho aceitáveis no mercado e apresentar características culinárias e nutricionais desejáveis, como facilidade de cocção, boa palatabilidade, textura macia do tegumento, capacidade de produzir caldo claro e denso após o cozimento e maior teor de proteína (Mesquita *et al.* 2007).

Visando atender as demandas do mercado e suas variações, há necessidade de estudos e pesquisas que contribuam para o aumento da produção e produtividade da cultura, incluindo manejo do solo e tratos culturais, época de semeadura, qualidade das sementes, melhoramento genético, sanidade vegetal, entre outros cuidados que estão envolvidos em seu desenvolvimento, sendo importante e determinante para melhor desempenho na exploração da cultura (Simidu *et al.* 2010).

2.2. Distribuição Geográfica, Aspectos Biológicos e Danos de *Z. subfasciatus*

A espécie *Z. subfasciatus* tem sua origem atribuída ao novo mundo, sendo particularmente importante nas Américas Central e do Sul, encontrada também em muitas outras regiões tropicais e subtropicais, como na África, Sudeste Asiático, Índia e Europa (Hill 2002). Popularmente conhecido como caruncho, tornou-se praga agrícola e passou ao status de praga cosmopolita a partir de seu estabelecimento e reprodução contínua, disseminando-se por meio do comércio de sementes nas regiões tropicais e subtropicais (Aebi *et al.* 2004).

O caruncho é considerado o menor bruquídeo infestante de grãos armazenados e está presente em todas as regiões produtoras de grãos do Brasil (Vieira & Yokoyama 2000). Desde

que não haja fatores climáticos limitantes, a praga ocorre em todas as regiões onde se armazena feijões e outras leguminosas (Ferreira 1960).

Os adultos biologicamente apresentam acentuado dimorfismo sexual que pode ser verificado pelo padrão de pilosidade no dorso, tamanho e peso. O macho (Fig. 1A) apresenta no pronoto e élitro recoberto por pelos curtos amarelos e marrons, possui o abdômen bastante pubescente, com os fêmures posteriores desprovidos de espinhos, mas possuem dois esporões móveis no ápice das tíbias posteriores. Medem em torno de 1,8 mm de comprimento e pesam 1,7 mg (Gallo *et al.* 2002).



Figura 1. Adulto macho (A); Adulto fêmea (B) de *Z. subfasciatus*; Semente ovipositada (C).

As fêmeas (Fig. 1B) geralmente são maiores que os machos, têm coloração marrom-clara, apresentam os élitros pretos e brilhantes, com uma mancha branca transversal em cada élitro, além de uma pubescência branca na base do pronoto. Elas medem em torno de 2,5 mm e pesam em média 3 mg (Hill 2002).

Logo após a emergência e acasalamento, ao efetuar a postura, as fêmeas fixam seus ovos no tegumento com uma gota de um líquido claro e pegajoso de secreção adesiva (Fig. 1C), que se enrijece rapidamente de forma aderente ao ovo e serve como base para facilitar a penetração da larva no interior do grão (Gallo *et al.* 2002).

Segundo Quiroz *et al.* (2000) as larvas eclodem após aproximadamente seis dias da postura, e imediatamente no primeiro ínstar penetram no grão e alimenta-se dos cotilédones. Podem ser encontradas larvas de II, III e IV ínstares aos onze, vinte e vinte e cinco dias,

respectivamente, a 28°C e com 75 a 80% de umidade relativa, quando nesse período constroem galerias no interior dos grãos. No quarto ínstar abrem um opérculo nos grãos, visível à medida que o inseto vai se desenvolvendo, facilitando a saída dos adultos para o acasalamento e reinfestação dos grãos.

Este inseto é a principal praga de grãos armazenados, contudo, a infestação pode ocorrer ainda quando a planta está em campo, e as fêmeas penetram nas vagens e ovipositam nos grãos. As larvas, ao eclodirem, penetram no grão consumindo internamente o mesmo e, após aproximadamente 26 dias, emergem os adultos, deixando orifícios, que pode servir de porta de entrada para outras contaminações (Magalhães & Carvalho 1988).

Esta espécie ocasiona diversos danos aos grãos e sementes de feijão, através da penetração e alimentação das larvas nos cotilédones, podendo destruí-los completamente, resultando em perda de peso, diminuição do valor nutritivo, perda do poder germinativo das sementes pela destruição do embrião, redução do grau de higiene do produto pela presença de ovos, larvas, galerias, orifícios de emergências dos adultos, exúvias e insetos e sua dejeções, reduzindo as qualidades culinárias; além de ocasionar danos indiretos, seja pelo aquecimento da massa dos grãos ou pela abertura de galerias e orifícios, que favorece a entrada e o desenvolvimento de ácaros e microrganismos, principalmente fungos (Lorini 2002).

2.3. Controle de *Z. subfasciatus*

Dentre algumas formas de controle da *Z. subfasciatus*, pode-se destacar o controle químico como o mais utilizado em função de sua rápida resposta e eficiência pós aplicação. O inseticida fumegante é um exemplo que é aplicado em baixas dosagens e tem ação a longo prazo (Zanão *et al.* 2009). Entretanto, em caso do uso inadequado do inseticida químico, será gerado problemas com presença residual no produto final, elevação de custos, desperdício do produto por ineficiência e, como consequência mais grave, o desenvolvimento da resistência de insetos

a inseticidas (Medeiros *et al.* 2007).

Costa *et al.* (2013) relatam a importância de se diversificar e buscar outros métodos para se trabalhar, assim, por meio de observação comportamental reprodutivo da espécie *Z. subfasciatus*, estudou-se algumas plantas que apresentam alguma resistência varietal com antibiose natural, que cause danos diretos e indiretos ao desempenho reprodutivo e desenvolvimento da praga. Dessa forma realiza um controle mais eficiente e sem a necessidade de utilização de produtos químicos.

Genótipos com características antibióticas à determinada praga apresenta vantagens pela fácil utilização, baixo custo, ausência de contaminação e facilidade de aplicação de técnicas alternativas de controle, viabilizando o processo de forma mais eficiente (Bottega *et al.* 2013).

2.4. Resistência de Planta

Uma planta resistente pode ser definida como aquela que, pela sua constituição genotípica, é menos danificada que outra em igualdade de condições para o ataque de um inseto, possuindo vantagens como a redução das populações de insetos praga abaixo do nível de dano econômico, diminuição do custo de produção e riscos de desequilíbrios no agroecossistema, além da possibilidade de utilização harmoniosa com outros métodos de controle (Boiça Júnior *et al.* 2013).

Segundo Gallo *et al.* (2002), a resistência de plantas aos insetos é o método ideal de controle e refere-se às propriedades herdadas e associadas à capacidade da planta hospedeira em superar ou suportar e recuperar-se de injúrias causadas por insetos-praga, sendo, portanto, uma característica hereditária, relativa e dependente das condições do meio.

Dentre as opções menos nocivas ao meio ambiente, podem ser adotadas variedades que apresentem resistência à praga. Atualmente, existe registro de genótipos de feijoeiro que apresenta antibiose à *Z. subfasciatus* (Eduardo 2014). Painter (1968) alega que existe três tipos

de resistência de plantas a serem considerados: não preferência, que pode ser por alimentação ou oviposição; antibiose e tolerância.

Segundo Lara (1997) a resistência de plantas pode ser manifestada em até cinco graus, os quais servem para a classificação das plantas em comparação em: imune, considerado um conceito teórico; altamente resistente, quando a planta em questão sofre pouco dano em relação à média das outras em geral; moderadamente resistente, quando os danos sofridos pela planta são um pouco menor do que as outras em questão; suscetível, quando o dano sofrido é igual à média da população testada e altamente suscetível, quando o dano médio é superior à média da população testada. Lara (1979) enfatiza ainda que nem sempre esses graus são bem definidos e o pesquisador deve usar de bom senso para a classificação. Essa classificação pode ser erroneamente entendida por conta de uma falsa resistência provocada por evasão hospedeira, escape ou resistência induzida.

Relatos indicam que diversas variedades de feijão apresentam resistência varietal, evidenciando ocorrências de antibiose como a mais frequente (Oriani *et al.* 1996). As resistências apresentadas pelos genótipos geralmente estão correlacionadas bioquimicamente à presença da proteína arcelina (Pereira *et al.* 1995). Baldin *et al.* (2007) relatam que esta proteína foi encontrada presente em linhagens selvagens resistentes e que estava ausente em linhagens suscetíveis, associando assim à resistência ser proveniente da presença da proteína.

Outro fator em destaque é o tegumento dos grãos, que é uma estrutura externa vital na proteção aos grãos e sementes, desempenhando um papel de barreira (física e/ou química) contra a entrada de microrganismos e insetos, contribuindo na obtenção de sementes com elevado potencial fisiológico. A espessura do tegumento nos grãos de feijão tem sido alvo de estudos envolvendo a sua participação como mecanismo de defesa correlacionado com a sua dureza e principalmente espessura (Moïse *et al.* 2005; Ribeiro *et al.* 2007), podendo ser avaliado para fins de averiguar sua influência no desempenho de penetração da *Z. subfasciatus*, por exemplo.

Portanto, considera-se que para se ter melhor eficiência no controle de pragas, será necessário fazer uso integrado dos métodos, deixando de depender parcialmente ou totalmente de produtos químicos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia, pertencente ao Núcleo de Laboratórios de Pesquisa de Ciências Agrárias, localizado na Fazenda-Escola do IF Goiano – Campus Iporá.

3.1. Genótipos de Feijoeiro Avaliados

Foram utilizados dez genótipos de *Phaseolus vulgaris*, sendo três genótipos fornecidos pela empresa Agro Norte Pesquisa e Sementes Ltda, com sede na cidade de Sinop - MT; seis genótipos da Embrapa Arroz e Feijão, com sede no município de Santo Antônio de Goiás – GO e um genótipo fornecido pelo IAC – Instituto Agronômico de Campinas (Tabela 1).

Tabela 1. Genótipos de feijão utilizados na avaliação e suas especificações básicas, quanto ao grupo comercial e fornecedor.

Ordem	Genótipo	Grupo comercial	Fornecedor
1	ANFC – 5	Carioca	Agro Norte Pesquisa e Sementes Ltda.
2	ANFC – 9	Carioca	Agro Norte Pesquisa e Sementes Ltda.
3	ANFP – 110	Preto	Agro Norte Pesquisa e Sementes Ltda.
4	Sintonia	Carioca	Embrapa Arroz e Feijão
5	BRS Ártico	Branco	Embrapa Arroz e Feijão
6	BRS FC 402	Carioca	Embrapa Arroz e Feijão
7	BRS Embaixador	Vermelho	Embrapa Arroz e Feijão
8	BRS Esplendor	Preto	Embrapa Arroz e Feijão
9	BRS Vereda	Rosinha	Embrapa Arroz e Feijão
10	ARC 1	Preto	IAC

Os genótipos foram armazenados em potes de plásticos de 500 ml, e condicionados em câmara fria a 5°C para manutenção da qualidade. Antes de serem utilizados, o material foi retirado da geladeira com 24 horas de antecedência, mantendo-os em temperatura ambiente para posterior utilização.

3.2. Criação de *Zabrotes subfasciatus*

Os insetos utilizados no experimento foram provenientes da criação estoque do laboratório de entomologia. Vários espécimes de caruncho foram acondicionados em um pote transparente de 200 ml, munidos com 40 g de feijão bolinha (suscetível), tampado com tampa plástica contendo 10 furos. Em seguida eram acondicionados em uma incubadora, com temperatura de 26°C ± 1, por 7 dias. Após esse período, os adultos foram retirados com auxílio de uma peneira de 10 mesh, separando-se os insetos adultos dos grãos infestados com ovos. Posteriormente, os potes com os grãos ovipositados retornavam para a incubadora.

Com 25 dias em médias, novos adultos emergiam e foram separados para novas infestações, apresentando um ciclo total de aproximadamente 30 dias. Este procedimento foi repetido por várias vezes até atingir a quantidade suficiente para executar a pesquisa e garantir a manutenção da criação.

3.3. Instalação e Condução dos Experimentos

3.3.1. Teste Com Chance de Escolha

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com dez tratamentos (genótipos) e 4 repetições para o teste com chance de escolha. O teste foi realizado em arenas que se constituíam de bandejas circulares de alumínio, com 34 cm de diâmetro interno e 7 cm de altura, providas em seu interior com isopor de 4 cm de altura, com dez furos circulares equidistantes entre si e

do centro na periferia da bandeja. Em cada furo circular foi alocado um recipiente de vidro contendo 6 g de sementes, do genótipo (tratamento) correspondente.

Posteriormente, separou-se 70 casais de *Z. subfasciatus*, para serem liberados. Os 70 casais foram soltos momentaneamente no centro do isopor, totalizando 7 casais por tratamento, e em seguida, utilizou-se outra bandeja de alumínio para tampar, sendo vedado com fita adesiva transparente.

Após 24 horas da infestação, foi retirado a bandeja superior para contar a quantidade de insetos que estavam presentes dentro dos potes. Feito a contagem, tampou-se novamente, realizando o procedimento de vedação.

Com 7 dias de infestação, foi feito novamente a abertura para que fosse feita nova contagem de insetos adultos dentro dos potes. Feito a contagem, os adultos foram retirados. Posteriormente, foram feitas as seguintes avaliações:

- a. Atratividade de adultos: para determinar a atratividade foi contado o número total de indivíduos por genótipo e o número de machos e fêmeas atraídas com 24 horas e aos 7 dias após a liberação.
- b. Oviposição: determinada pela contagem do número de ovos viáveis, inviáveis e total após 7 dias da retirada dos adultos, em que, os ovos esbranquiçados são considerados viáveis e os translúcidos, inviáveis.

3.3.2. Teste Sem Chance de Escolha

No teste sem chance de escolha, adotou-se o delineamento inteiramente ao acaso, com dez tratamentos (genótipos) e 4 repetições. Utilizou-se insetos provenientes de emergência de 24 horas (Fig. 2 A). Separou-se 7 casais adultos para cada repetição, e foram alocados em potes. Posteriormente, pegou-se 40 potes de vidro de 5 cm de altura por 4,2 cm de diâmetro, e colocou-se 10 g de sementes em cada pote, do tratamento correspondente.



Figura 2. Separação da *Z. subfasciatus* dos grãos de feijão-bolinha (A), potes com os genótipos infestados com os casais de *Z. subfasciatus* (B).

Em seguida, colocou-se 7 casais em cada repetição. Os recipientes com as amostras já infestadas eram vedados com papel filme de PVC, fazendo três furos utilizando um alfinete para ter circulação de ar (Fig. 2 B). Após esses procedimentos, os potes foram alocados em uma bandeja de polipropileno e guardada na incubadora a 26 °C, sem fotoperíodo.

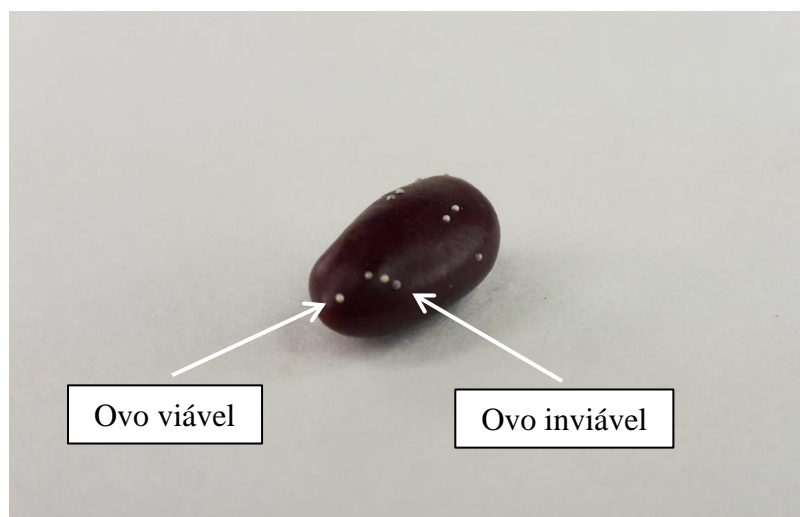


Figura 3. BRS Embaixador ovipositado com ovos de *Z. subfasciatus* viáveis (opaco) e inviáveis (translúcido).

Após 7 dias da infestação, retirou-se os insetos adultos com o auxílio de uma peneira de 10 mesh, e após mais 7 dias, iniciou-se as seguintes avaliações:

- a. Oviposição: determinada pela contagem do número de ovos viáveis, inviáveis e totais por repetição, em que, os ovos esbranquiçados são considerados viáveis e os translúcidos, inviáveis (Fig. 3);
- b. Número de insetos emergidos: avaliação diária por um período de 30 dias verificando-se a quantidade de adultos emergidos, realizando-se a sexagem;
- c. Porcentagem de insetos emergidos: relação entre o número total de ovos viáveis e o número de insetos adultos emergidos;
- d. Período de desenvolvimento do ovo até a fase adulta de macho de fêmea e total: realizou-se a somatória dos dias transcorridos a partir da oviposição a emergência do adulto, considerando 3,5 dias em fase de pulpa. Avaliou-se diariamente o número de insetos que emergiam, até o momento em que não se observou mais a emergência de adultos por três dias consecutivos;
- e. Determinação de massa seca consumida: após a retirada dos insetos, os frascos foram colocados em estufa de secagem e esterilização, a 60°C por 48 horas. A massa seca consumida foi determinada pela diferença em relação ao peso dos grãos não infestados e secos na estufa, denominadas de alíquotas;
- f. Longevidade: os primeiros 20 insetos recém-emergidos foram acondicionados em frascos (6,5 x 5,0 cm) e conduzidos à incubadora. Para avaliação do período de emergência à morte de adultos (dias);
- g. Razão sexual: calculada de forma que $RS = (NF+NM)/NF$, em que NF = número de fêmeas e NM = número de machos emergidos;
- h. Opérculos: após se encerrar a emergência de adultos, foi realizada a contagem dos opérculos que se encontravam fechados.

3.3.3 Teste Sem Chance de Escolha com a 1ª geração de *Z. subfasciatus* de Origem dos Genótipos de *Phaseolus vulgaris* Avaliados

Para executar o teste sem chance de escolha com a primeira geração de *Z. subfasciatus* proveniente do experimento, optou-se por fazer 5 repetições de 9 tratamentos, não sendo possível realizar com o genótipo Arc 1, por não ter *Z. subfasciatus* suficiente.

Utilizou-se tubos de ensaio de 175 mm x 15 mm, munidos com 5 grãos de feijão-bolinha, e em seguida foi colocado 2 casais de *Z. subfasciatus* por repetição, que emergiram no experimento do teste sem chance de escolha. Após a liberação dos casais, o tubo foi vedado com duas camadas de papel filme de PVC e feito três furos para entrada de ar, mantidos em uma incubadora a 26 °C, sem fotoperíodo.

Aos 7 dias após a infestação, foi feita a retirada dos adultos. Posteriormente foi realizado a avaliação de oviposição, com contagem do número de ovos viáveis, inviáveis e totais por repetição, e, os ovos esbranquiçados são considerados viáveis e os translúcidos, inviáveis, conforme a metodologia descrita anteriormente.

3.3.4 Espessura do Tegumento

Para realizar a avaliação, foram utilizadas cinco sementes de nove genótipo (exceto do Arc 1). As sementes foram postas de molho em água destilada por cerca de 30 minutos para facilitar o corte. Em seguida, com o auxílio de uma lâmina de aço foi feito um corte na vertical, dividindo a semente; em seguida foi feito três cortes transversais, retirando-se três pequenas e finas amostras do tegumento, de cada semente.

Essas amostras foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 10% até ficar transparente. Em seguida foram lavadas em água destilada para retirada do excesso da solução de hipoclorito de sódio e colocada em uma solução de azul de metileno para evidenciar as

camadas da epiderme e hipoderme.

Posteriormente, as amostras foram passadas na água destilada para retirada do excesso da solução de azul de metileno, e colocadas em lâminas. As amostras foram colocadas no microscópio ótico com aproximação de 40x, para medir a espessura do tegumento, e realizar registros fotográficos.

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade. Em caso de dados fora da normalidade, estes foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$ ou arco seno $(x/100)^{1/2}$, e em seguida, foram submetidos ao teste de variância (Teste F), comparando-se as médias pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

A análise de correlação de Pearson foi realizada entre a espessura do tegumento versus a porcentagem de emergência de adultos, massa seca consumida e opérculos fechados. E opérculos fechados versus porcentagem de emergência de adultos e massa seca consumida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de números de adultos atraídos no teste com chance de escolha com 24 horas e com 7 dias (Tabela 2), observou-se que o número de adultos atraídos não apresentou diferença entre os tratamentos.

Na avaliação de número de ovos totais no teste com chance de escolha (Tabela 2), observa-se uma diferença significativa nos genótipos, em que Sintonia, FC 402, Esplendor, Vereda e Arc1 que foram os mais ovipositados. Resultado adverso foi encontrado por Baldin & Lara (2008) que constataram não preferência para oviposição no genótipo Arc 1, padrão de resistência do tipo antibiose por apresentar a proteína arcelina.

Segundo Lara (1991), nem sempre os genótipos mais ovipositados são os mais suscetíveis, pois podem existir outros fatores que impedem o desenvolvimento larval do inseto, com isso, um genótipo muito ovipositado pode ainda revelar-se resistente.

Baldin & Pereira (2010) observaram em seu experimento que a deterrência causada pelos genótipos pode estar associada à presença de compostos voláteis que ao serem detectados pelas fêmeas de *Z. subfasciatus* podem inibir seu comportamento de oviposição, ocasionando redução significativa na postura sobre os grãos.

O genótipo Arc 1 apresentou diferença significativa, no teste sem chance de escolha, em que o genótipo apresentou maior índice de ovos inviáveis (Tabela 3). Podendo este estímulo estar associado à identificação de algo nocivo a sobrevivência. Segundo Bottega (2013) as fêmeas de *Z. subfasciatus* são capazes de utilizar estímulos visuais (cor, forma, tamanho) e químicos (nutrientes, substâncias atrativas e/ou repelentes), na busca e escolha do hospedeiro.

Tabela 2. Número médio de adulto de *Zabrotes subfasciatus*, atraídos após 24 horas e sete dias da instalação do experimento e número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais de *Zabrotes subfasciatus* em sementes de genótipos de feijão-comum, em teste com chance de escolha.

Genótipos	Nº de adultos atraídos		Com chance		
	24 horas	7 dias	Viável	Inviável	Total
ANFC – 5	10,7 a	5,7 a	129,0 a	40,7 a	169,7 a
ANFC – 9	6,5 a	5,7 a	95,7 a	29,7 a	125,5 a
ANFP – 110	9,0 a	6,2 a	129,2 a	36,7 a	166,0 a
Sintonia	11,2 a	11,7 a	171,5 b	85,5 b	257,0 b
Ártico	10,5 a	6,0 a	96,2 a	39,2 a	135,5 a
FC 402	16,5 a	9,5 a	174,5 b	71,7 b	246,2 b
Embaixador	11,2 a	8,7 a	135,5 a	43,5 a	179,0 a
Esplendor	10,7 a	14,0 a	154,0 b	79,0 b	233,00 b
Vereda	10,7 a	10,0 a	170,0 b	67,2 b	237,2 b
ARC 1	4,7 a	9,0 a	208,2 b	105,2 c	313,5 c
F (G)	2,22 ^{ns}	2,22 ^{ns}	5,02*	10,44*	11,18*
C. V. (%)	43,10	40,92	22,18	26,81	17,72

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott. *= 5%; ns = não significativo.

Tabela 3. Número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais de *Zabrotes subfasciatus* em sementes de genótipos de feijão-comum no teste sem chance de escolha.

Genótipos	Sem chance		
	Viáveis	Inviáveis	Total
ANFC – 5	138,5 a	44,2 a	182,7 a
ANFC – 9	176,2 a	39,7 a	216,0 a
ANFP – 110	149,0 a	30,2 a	180,0 a
Sintonia	118,5 a	45,2 a	163,7 a
Ártico	160,7 a	57,0 a	217,7 a
FC 402	125,2 a	38,2 a	163,5 a
Embaixador	129,2 a	45,7 a	175,0 a
Esplendor	129,5 a	52,0 a	181,5 a
Vereda	112,0 a	42,7 a	154,7 a
ARC 1	104,2 a	78,2 b	184,5 a
F (G)	1,54 ^{ns}	3,0*	0,90 ^{ns}
C. V. (%)	26,75	31,61	23,12

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott. *= 5%; ns = não significativo.

Foi observado que o Arc 1 apresentou diferença significativa na Tabela 4, com menor número de insetos adultos e menor porcentagem de emergência de adultos do que os demais genótipos avaliados, seguido pelo Ártico com 47% de adultos emergidos.

Baldin e Lara (2004) relatam que baixos índices de emergência, podem estar relacionados à ocorrência de antibiose como mecanismo de resistência, geralmente caracterizado pela elevada mortalidade larval.

Baldin & Pereira (2010), verificando a resistência de genótipos de feijoeiro a *Z. subfasciatus*, não constataram redução na emergência de insetos nos genótipos de feijoeiro sem arcelina, e os genótipos portadores de arcelina apresentaram as menores médias de emergência.

Na massa seca consumida, os genótipos ANFC – 5, ANFC – 9 e ANFP – 110, foram os que tiveram mais massa seca consumida. Baldin & Pereira (2010) relatam que menores médias de consumo indicam a ocorrência de não preferência para alimentação. Porém quando se associa esses resultados com a emergência de adultos é possível observar que os menores consumos

nem sempre geraram menores emergências.

Tabela 4. Número de adultos emergidos, porcentagem de adultos emergidos, massa seca consumida e massa seca consumida por inseto de *Zabrotes subfasciatus*, em genótipos de feijão-comum.

Genótipos	Emergência de adultos	Adultos emergidos ²	Massa seca consumida	Massa seca consumida por inseto ¹
		%	g	g
ANFC – 5	105,2 b	76,7 d	1,21 b	0,011 a
ANFC – 9	148,0 c	84,2 d	1,49 b	0,010 a
ANFP – 110	90,2 b	61,0 c	1,24 b	0,013 a
Sintonia	93,5 b	78,5 d	0,50 a	0,004 a
Ártico	77,0 b	47,2 b	0,50 a	0,005 a
FC 402	97,0 b	77,7 d	0,50 a	0,005 a
Embaixador	88,0 b	68,7 d	0,47 a	0,005 a
Esplendor	81,0 b	62,7 c	0,23 a	0,002 a
Vereda	85,0 b	75,5 d	0,38 a	0,004 a
ARC 1	4,2 a	3,5 a	0,63 a	0,273 b
Teste F	8,83*	45,11*	9,37*	7,03*
C. V. (%)	27,30	7,99	39,24	5,06

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott. *= 5%; ns = não significativo. ¹Dados transformados em $(x+0,5)^{1/2}$. ²Dados transformados em arco seno $(x/100)^{1/2}$.

O genótipo Arc 1 foi o que apresentou mais massa seca consumida por inseto (0,273 g) (Tabela 4) entre os genótipos avaliados.

O período de ovo a adulto macho e período de ovo a adulto total do Arc 1 apresentou maior ciclo que os demais materiais (Tabela 5). Barbosa *et al.* (2000) relatam que observaram períodos de desenvolvimento significativamente maiores nos insetos provenientes de materiais contendo arcelina.

Em relação a longevidade de machos, os genótipos ANFC – 5, ANFC – 9 e o Arc 1 foram significativos, com o menor tempo de vida dos machos (Tabela 5). Baldin & Lara (2008) declaram que o prolongamento do período de ovo adulto nos genótipos é decorrente pela não preferência para alimentação e/ou antibiose.

Tabela 5. Número médio do período de ovo a adulto, longevidade de machos e fêmeas e razão sexual de *Zabrotes subfasciatus* criados em genótipos de feijão-comum.

Genótipos	Período de ovo à adulto			Longevidade		Razão sexual (N°F/(N°F+N°M))
	Machos	Fêmeas	Total	Machos	Fêmeas	
	----- dias -----					
ANFC – 5	31,5 a	31,8 a	31,5 a	5,5 a	11,0 a	0,48 a
ANFC – 9	31,9 a	32,9 a	32,4 a	7,6 a	11,7 a	0,52 a
ANFP – 110	32,7 a	33,1 a	32,9 a	9,8 b	13,0 a	0,50 a
Sintonia	34,4 a	34,9 a	34,7 b	9,2 b	10,7 a	0,52 a
Ártico	33,0 a	33,5 a	33,2 a	11,2 b	11,3 a	0,46 a
FC 402	32,8 a	33,2 a	33,0 a	10,7 b	12,7 a	0,49 a
Embaixador	33,9 a	34,9 a	34,4 b	10,3 b	11,5 a	0,49 a
Esplendor	35,0 a	34,9 a	35,0 b	9,9 b	10,7 a	0,48 a
Vereda	34,3 a	34,2 a	34,3 b	10,8 b	13,6 a	0,59 a
ARC 1	46,0 b	34,7 a	46,5 c	7,3 a	12,0 a	0,37 a
Teste F	23,33*	0,08 ^{ns}	36,05*	7,32*	1,65 ^{ns}	0,61 ^{ns}
C. V. (%)	4,99	21,81	4,14	29,8	28,82	21,64

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott. *= 5%; ns = não significativo

Outros trabalhos também demonstraram o aumento do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* em genótipos portadores de arcelina, como os obtidos por Miranda *et al.* (2002) com os genótipos Arc 1 e Arc 4, Mazzonetto & Vendramim (2002) com os genótipos Arc 1, Arc 2, Arc 3 e Arc 4, e Moraes *et al.* (2011) com os Arc 1, Arc 2, Arc 3 e Arc 4.

De acordo com Girão Filho *et al.* (2012), quando período de desenvolvimento dos insetos varia pouco entre os tratamentos, há indicativo de suscetibilidade uniforme entre os genótipos avaliados.

No teste sem chance de escolha com a primeira geração de *Z. subfasciatus* criados nos diferentes genótipos, não houve diferença significativa na quantidade de ovos viáveis e totais. Entretanto, teve-se mais ovos inviáveis dos insetos provenientes dos genótipos ANFC – 110, Ártico, Embaixador, Esplendor e Vereda, tendo valor superior aos demais genótipos (Tabela 6).

Tabela 6. Número médio de ovos viáveis, inviáveis e totais, em grãos de feijão-comum, em teste sem chance de escolha com 1º geração de *Z. subfasciatus*, provenientes dos genótipos analisados no teste sem chance de escolha.

Genótipos	Ovos viáveis	Ovos inviáveis	Total
ANFC – 5	24,8 a	6,6 a	31,4 a
ANFC – 9	43,8 a	8,8 a	52,6 a
ANFC – 110	42,4 a	13,8 b	56,8 a
Sintonia	41,0 a	7,4 a	48,4 a
Ártico	48,2 a	13,2 b	61,4 a
FC 402	45,4 a	7,8 a	53,2 a
Embaixador	38,6 a	14,4 b	53,0 a
Esplendor	38,8 a	11,8 b	50,6 a
Vereda	36,4 a	13,8 b	50,2 a
Teste F	1,54 ^{ns}	2,0*	1,97 ^{ns}
C. V. (%)	30,41	47,55	27,08

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott. *= 5%; ns = não significativo.

Barbosa *et al.* (1999) estudaram o efeito da proteína arcelina na biologia de *Z. subfasciatus* em feijoeiro, e observou que os insetos criados nos genótipos avaliados não tiveram

sua progênie afetada e, portanto, eles não interfeririam no número de ovos.

Na avaliação de espessura do tegumento, verificou-se que o genótipo *Ártico* ($73 \mu\text{m}$) (Fig. 5 A) e *Esplendor* ($70,3 \mu\text{m}$) (Fig. 5 B) apresentaram as maiores espessuras, e o genótipo *ANFC - 5* ($60,5 \mu\text{m}$) (Fig. 5 C) e *Vereda* ($61,6 \mu\text{m}$) (Fig. 5 D) as menores espessura entre os genótipos avaliados. O que ocasionou correlação moderada e positiva entre a espessura do tegumento versus opérculos fechados (0,69), e espessuras maiores proporcionaram maior número de opérculos fechados. E conseqüentemente correlação negativa moderada, em que a maior espessura do tegumento apresentou menor porcentagem de emergência (-0,62).

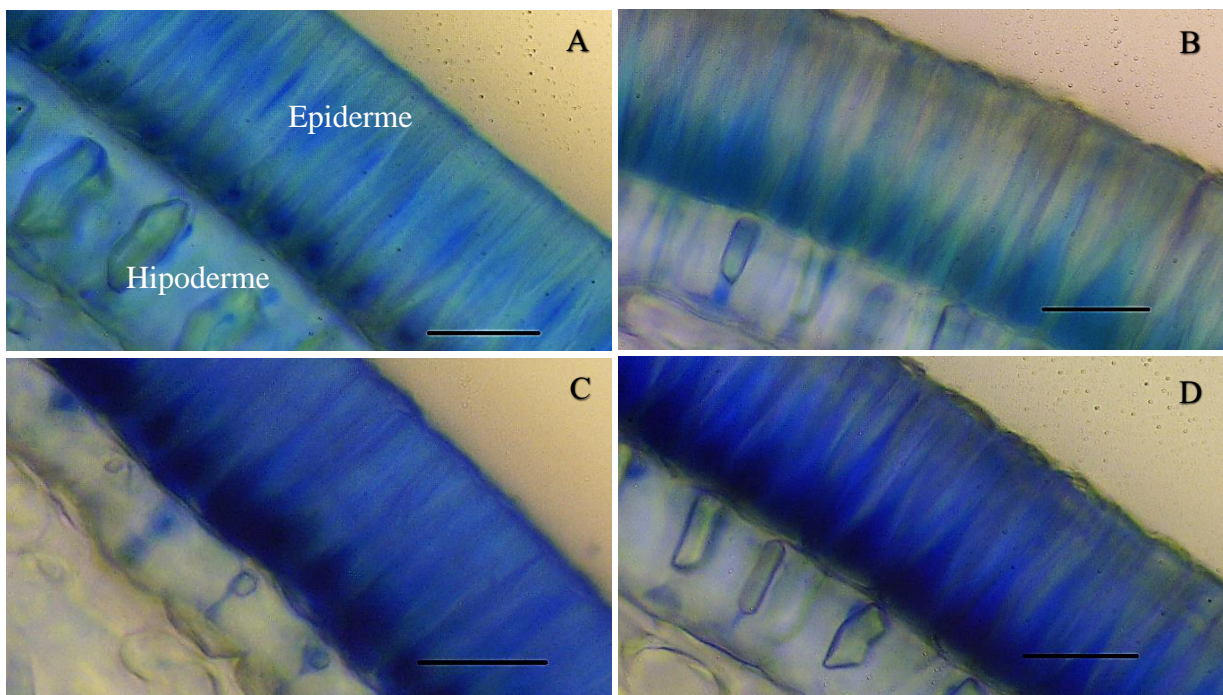


Figura 5. Registro fotográfico da epiderme e hipoderme dos genótipos *Ártico* (A), *Esplendor* (B), *ANFC - 5* (C) e *Vereda* (D). Barra de escala: $20 \mu\text{m}$

Maiores espessuras da epiderme e hipoderme podem ter afetado a entrada das larvas recém-emergidas nas sementes e/ou ter impedido o rompimento dos opérculos pelos adultos. Já que houve correlação negativa, em que o maior número de opérculos fechados também proporcionou menor número de emergência de adultos (-0,65) (Fig. 6).

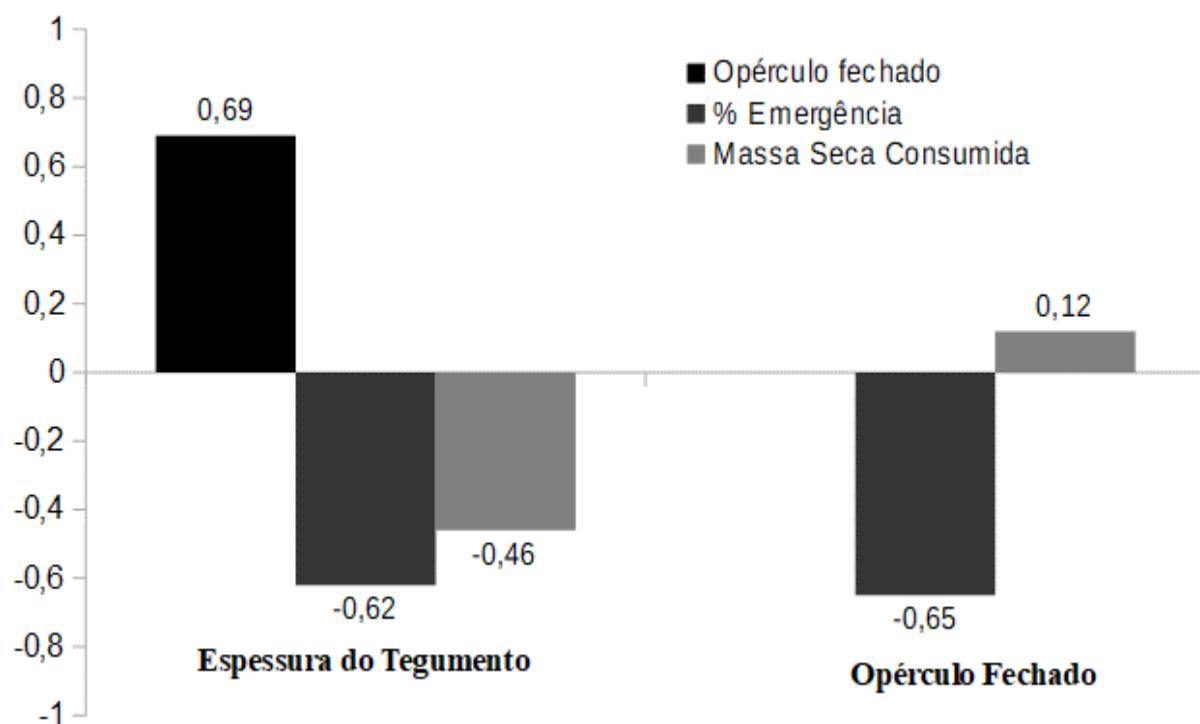


Figura 6. Coeficiente de correlação da espessura do tegumento versus a porcentagem de emergência de adultos (p 0,06), massa seca consumida (p 0,18) e opérculos fechados (p 0,02). E opérculos fechados versus porcentagem de emergência (p 0,05) de adultos e massa seca consumida (p 0,73).

Segundo Vieira *et al.* (2006) a dureza da testa dos grãos pode gerar resistência às larvas de *Z. subfasciatus*, como a detecção das mesmas é realizada no início da alimentação, isso pode influenciar negativamente no desenvolvimento do inseto. Turner *et al.* (1995) explica ainda que epidermes e células localizadas abaixo desta, como a hipoderme ou feixes de fibra podem proporcionar maior dureza.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que o genótipo Arc 1 apresenta resistência do tipo antibiose a *Z. subfasciatus*.

O genótipo Ártico afetou negativamente a porcentagem de emergência de adultos de *Z. subfasciatus*, sendo a maior espessura do tegumento e maior quantidade de opérculos fechados a provável causa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEBI, A., T. SHANI, R.D.J. BUTCHER, N. ALVAREZ, A.M. RISTERUCCI & B. BENREY. 2004.** Isolation and characterization of polymorphism microsatellite markers in *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae). *Molecular Ecology Notes*. 4: 752-754.
- BALDIN, E.L.L. & F.M. LARA. 2004.** Efeito de temperaturas de armazenamento e de genótipos de feijoeiro sobre a resistência a *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 33, p. 365-369.
- BALDIN, E.L., R.S.R. FRANCO & D.R. SOUZA. 2007.** Resistência de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, Madrid, v. 33, n. 3, p. 369 – 375.
- BALDIN, E.L.L. & F.M. LARA. 2008.** Resistance of stored bean varieties to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). *Insect Science*, Beijing, v. 15, p. 317-326.
- BALDIN, E.L.L. & J.M. PEREIRA. 2010.** Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Bruchidae), *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1507-1513.
- BARBOSA, F.R., M. YOKOHAMA, P.A.A. PEREIRA & F.J.P. ZIMMERMANN. 1999.** Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833), em feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 1805-1810.
- BARBOSA, F.R., M. YOKOYAMA, P.A.A. PEREIRA & F.J.P. ZIMMERMANN. 2000.** Estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 35: 895-900.
- BOTTEGA, D.B., N.E.L. RODRIGUES, A.G. SILVA, E.N. COSTA & A.L. BOIÇA JÚNIOR. 2013.** Resistência de genótipos de feijão-vagem ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera: Chrysomelidae). ISSN 1983-4063. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 18-25.
- BOIÇA JUNIOR, A.L., B.H.S. SOUZA, G.S. LOPES, E.N. COSTA, R.F.O. MORAES & W.I. EDUARDO. 2013.** Atualidades em resistência de plantas a insetos In: BUSOLI, A. C.; ALENCAR de, J. R. C. C.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A.; SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. *Tópicos em Entomologia Agrícola – VI. Jaboticabal: Gráfica e editora Multipress*, p. 207-224.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento.** Análise Mensal – Feijão. Março de 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>> Acesso em: 08 de julho de 2018.
- COSTA, E.N., B.H.S. SOUZA, D.B. BOTTEGA, F.Q. OLIVEIRA, Z.A. RIBEIRO & A.L. BOIÇA JÚNIOR. 2013.** Divergência genética de genótipos de feijoeiro a infestação de

Zabrotes subfasciatus (Bohemann) (Coleoptera: Bruchidae). 6: 2737-2752.

- DINIZ, B.L.M.T. 2006.** Cultura do feijão comum. Universidade Federal do Ceará: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAvDsAF/cultura-feijao>> acesso em: 10 de maio de 2019.
- EDUARDO, W.I. 2014.** Categorias, níveis e causas de resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). Dissertação de Mestrado, UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 85p.
- EMBRAPA. 2000.** Origem e história do feijoeiro comum e do arroz. Rod. Goiânia – Nova Veneza, km 12, Santo Antônio de Goiás – GO. Não paginado.
- FERREIRA, A.M. 1960.** Subsídio para o estado de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus* Boh. Coleoptera, Bruchidae) dos climas tropicais. Garcia de Estudos Agronômicos, 8:559-581.
- FREITAS, F.deO. 2006.** Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 41, n. 7, p. 1199-1203.
- GALLO, D.; O. NAKANO, S. SILVEIRA NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BATISTA, E. BERTI FILHO, J.R.P. PARRA, R.A. ZUCHI, S.B. ALVES & J.D. VENDRAMIM. 1988.** Manual de entomologia agrícola. São Paulo, Agronômica Ceres, p. 649.
- GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BATISTA, E. BERTI FILHO, J.R.P. PARRA, R.A. ZUCCHI, S.B. ALVES, J.D. VENDRAMIM, L.C. MARCHINI, J.R.S. LOPES & C. OMOTO. 2002.** Entomologia agrícola. Piracicaba: EALQ, 920 p.
- GIRÃO FILHO, J.E., L.E.M. PÁDUA, P.R.R. SILVA, R.L.F.G. GOMES & E.F. PESSOA. 2010.** Resistência genética de acessos de feijão-fava ao gorgulho *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). Comunicata Scientiae, 3: 84-89.
- HILL, D.S. 2002.** Pests: Classe Insecta. In: Pests of stored foodstuffs and their control. Secaucus: Kluwer Academic Publishers, p. 135-315.
- LARA, F.M. 1979.** Princípios de resistência de plantas a insetos. Piracicaba – SP: Livrocere. 207 p.
- LARA, F.M. 1991.** Princípios de resistência de plantas a insetos. 2 ed, São Paulo: Ícone, 336 p.
- LARA, F.M. 1997.** Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelina variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I. Winter crop. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 26, n. 3, p. 551-560.
- LORINI, I. 2002.** Descrição, biológica e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I., L.H. MIIKE., V.M. SCUSSEL. Armazenamento de grãos. Campinas: IBGE, p. 197 – 391.
- LORINI, I. 2008.** Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados. Passo Fundo,

RS. Embrapa trigo, 72 p.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. 2018. Plano nacional para o desenvolvimento da cadeia produtiva do feijão e pulses. Brasília – DF.

MAGALHÃES, B.P. & S.M. de CARVALHO. 1988. Insetos associados à cultura. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. M. ROCHA, T. YAMADA. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 89 – 573.

MAZZONETTO, F. & J.D. VENDRAMM. 2002. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de feijão com e sem arcelina. *Neotropical Entomology*, 31: 435-439.

MEDEIROS, D.C.de., R.deC. ANDRADE NETO, L.K. NERY, P.B. MARACAJÁ & G.H.deS. NUMES. 2007. Pó de folhas secas e verdes de nim no controle do caruncho em sementes de caupi. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal – ISSN 1678-3867*, ano VI, nº 10.

MESQUITA, F.R., A.D. CORRÊA, C.M.P. ABREU, R.A.Z. LIMA & A.F.B. ABREU. 2007. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. *Ciênc. Agrotec., Lavras*, v. 31, n. 4, p. 1114-1121.

MIKLAS, P. N. & SINGH, S.P. 2007. Common bean. In: KOLE, C. (ed). *Genome mapping and molecular breeding in plants*. Berlin: Springer-Verlag, p. 1-31.

MIRANDA, J.E., L.C. TOSCANO & M.G. FERNANDES. 2002. Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* à *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *Boletim de Sanidad Vegetal-Plagas*, 28: 571-576.

MORAES, C.P.B.de., A.L. BOIÇA JUNIOR, J.R.de SOUZA & J.T. COSTA. 2011. Determinação dos tipos de resistência em genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 58, n. 4, p. 419-424.

MOÏSE, J.A., S. HAN, L. GUDYNAITE-SAVITCH, D.A. JOHNSON & B.L.A. MIKI. 2005. Seed coats: structure, development, composition, and biotechnology. *In vitro cellular and developmental biology*. *Plant* 41: 620-644.

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

PAINTER, R.H. 1968. *Insect resistance in crop plants*. 2-Ed. Lawrence: The University Press of Kansas. 520 p.

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

- QUIROZ, M.R., J.V. CARRASCO, J.V. GRAZIANO & A.C. MORALES. 2000.** Identificación de instares larvales de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) mediante las dimensiones de sus cápsulas cefálicas. *Agrociencia*, v. 34, n. 1, p. 83-90.
- RIBEIRO, N.D., J.A. RODRIGUES, A.C. FILHO, N.L. POERSCH, M. TRENTIN & S.S. ROSA. 2007.** Efeito de períodos de semeadura e das condições de armazenamento sobre a qualidade de grãos de feijão para o cozimento. *Bragantina*, vol. 66, n. 1, 157-163.
- SANTOS, J.B. & M.L. GAVILANES. 2006.** Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. Feijão. 2º ed. Viçosa – MG, p. 41-65.
- SILVA, J.G., H. AIDAR, L.C. BEDUSCHI, J.M. FILHO & J.R. FONSECA. 2000.** Mecanização da colheita do feijoeiro – Uso de recolhedoras trilhadoras. *Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnico*, 37.
- SILVA, G.M.B. 2018.** Feijão
<<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cultur10.pdf>>
- SIMIDU, H.M., M.E.de SÁ, L.C.D.de SOUZA, F.L. ABRANTES, M.P.de SILVA & O. ARF. 2010.** Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade de feijão, em plantio direto em região de cerrado. *Maringá*, v. 32, n. 2, p. 309-315.
- TAVARES, C.J., A. JAKELAITIS, B.P.M. REZENDE & P.C.R. CUNHA. 2013.** Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do feijão. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 1, p. 27-32.
- TURNER, I.M., B.I. ONG. & H.Y.W. TAN. 1995.** Vegetation Analysis, leaf structure and nutriente status of a Malasian heath community. *Biotropica*, Washington, v. 27, n. 1, p. 1-12.
- VIEIRA, E.H.N. & M. YOKOYAMA. 2000.** Colheita, processamento e armazenamento. Sementes de feijão – Produção e tecnologia. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, p. 233-247.
- VIEIRA, C., T.J. PAULA JUNIOR & A. BORÉM. 2000.** Feijão, 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 600 p.
- ZANÃO, C.F.P., S.G. CANNIATTI-BRAZACA, S.B.S. SARMENTO & V. ARTHUR. 2009.** Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. *Ciência e tecnologia de alimentos*, Campinas, v. 29, n. 1, p. 46-55.