


LUCAS MARTINS LOPES

The coat of arms of the state of Acre is centered in the background. It features a golden crown at the top, a shield divided into four quadrants with the letters 'U', 'R', 'A', and 'C' in yellow, and a red star at the bottom. The shield is flanked by two silver chains.

**DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL DE *Zabrotes subfaciatus*
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM VARIEDADES CRIOULAS DE
FEIJÃO COMUM NO ESTADO DO ACRE**

RIO BRANCO – AC

2016

LUCAS MARTINS LOPES

**DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL DE *Zabrotes subfaciatus*
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM VARIEDADES CRIOULAS DE
FEIJÃO COMUM NO ESTADO DO ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Adalberto Hipólito de Sousa

Co-Orientador: Dr. Vanderley B. dos Santos

RIO BRANCO – AC

2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

L864d Lopes, Lucas Martins, 1990 -
Desenvolvimento populacional de *Zabrotes subfaciatus* (Coleoptera:
Bruchidae) em variedades crioulas de feijão comum no estado do Acre /
Lucas Martins Lopes – 2016.
42 f.; II; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Curso de
Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção
Vegetal, 2016.

Inclui referências bibliográficas.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Hipólito de Sousa.

Co-Orientador: Prof. Dr. Vanderley Borges dos Santos.

1. Feijão - desenvolvimento 2. Feijão - Resistência - Acre 3. Bruquídeo
I. Título.

CDD: 630.98112

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB 11: 1003.

LUCAS MARTINS LOPES

**DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL DE *Zabrotes subfaciatus*
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE) EM VARIEDADES CRIOULAS DE
FEIJÃO COMUM NO ESTADO DO ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 22 de março de 2016

Prof. Dr. Adalberto Hipólito de Sousa
Universidade Federal do Acre
Orientador

Prof. Dr. Josué Bispo da Silva
Universidade Federal do Acre
Membro

Prof. Dr. Reginaldo Ferreira da Silva
Universidade Federal do Acre
Membro

RIO BRANCO - AC
2016

À minha amada avó Maria Martins Barros,
por tudo o que ela representou e sempre irá representar

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por me conceder o dom da vida.

À Universidade Federal do Acre, pela realização do Curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal).

Ao meu orientador, Professor Dr. Adalberto Hipólito de Sousa, pela amizade, apoio, dedicação, paciência e orientações no decorrer de toda minha vida acadêmica.

Ao meu co-orientador, Professor Dr. Vanderley Borges dos Santos, pela amizade, apoio e orientações no decorrer do desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, Nelson Santiago e Maria José Martins Barros, por todo amor e carinho durante toda minha vida.

Aos meus irmãos, Giuliano Santiago e Magnum Santiago, pelo amor incondicional.

Aos amigos, Ana Cláudia, Fábio Batista, Gleice Fernanda, Josiane Moura, Josilene Rocha, Pablo Selhorst, Ponciano Júnior, Roger Ventura, Schumacher Andrade, Shyrlene Monnerat, Suely Ribeiro e Waldiane Almeida, pelo companheirismo e amizade durante o curso.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela convivência e trocas de experiências.

Aos amigos, Moisés Franco, Ediu Carlos, Jussandro Kochemborger, Jefferson Luiz, Nasserala Filho, Leonardo Netto, Thalisson Cunha, Paulo Holanda, Regilene Verçoza, Rennêr Oliveira, Ricardo Chaim, Romenique Freitas, Mário Júnior, Chelton Luiz, Júlia Verçoza, Karen Verçoza, Luanara Ribeiro, Adriana Silva, Rhyna Victor, Karoline Bandeira, Késia Araújo, Manoela Souza e Fernanda Amorim, que acompanharam a minha trajetória e as lutas que travei para realizar esse sonho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos conhecimentos transmitidos.

Enfim, a todos que sempre me apoiaram e incentivaram para a realização desta grande conquista.

Meu muito obrigado!

"Os grandes feitos são conseguidos não pela força, mas pela perseverança."

Samuel Jhonson

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo determinar a taxa de desenvolvimento populacional de *Zabrotes subfasciatus* em oito variedades crioulas de feijão *Phaseolus vulgaris*, ocorrentes na Amazônia sul-ocidental, especificamente no Estado do Acre. A taxa de desenvolvimento populacional de *Z. subfasciatus* foi determinada nas seguintes variedades de feijão: Carioca Pitoco, Enxofre, Gorgutuba, Gorgutuba Vermelho, Mudubim de Vara, Peruano Amarelo, Rosinha e Roxinho Mineiro. Os grãos de cada variedade foram infestados com 50 adultos não-sexados, com idade variando de uma a três semanas. Passados 13 dias do início dos bioensaios, os insetos foram removidos. A progênie adulta obtida no substrato de alimentação foi contabilizada e removida em dias alternados a partir da primeira emergência, até o final do período de emergência. Contabilizou-se o total de insetos e determinou-se a massa de 100 grãos (g) e perda de massa de grãos (%); adicionalmente, foram feitas análises de correlação de Pearson. Os resultados indicaram variações substanciais nas taxas de desenvolvimento populacional de *Z. subfasciatus* nas variedades crioulas de feijão de tamanhos distintos. Duas variedades exibiram resistência ao ataque do bruquídeo: Roxinho Mineiro e Gorgutuba Vermelho. As análises de correlação não indicaram relação do desempenho populacional com a massa dos feijões, indicando a presença de mecanismos de resistência de natureza química. A resistência em variedades crioulas de feijão é fundamental para os programas de manejo integrado de pragas e melhoramento genético do feijão, cuja fonte de resistência seja objeto de estudo. Adicionalmente, a recomendação destas variedades terá implicações econômicas positivas para os produtores amazônicos, os quais poderão ter aumentos significativos no lucro final e a possibilidade de armazenar os grãos por maior tempo. Além disso, poderão disponibilizar um alimento seguro do ponto de vista alimentar para o consumidor.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Armazenamento. Resistência. Bruquídeo.

ABSTRACT

This study aimed to determine the population growth rate of *Zabrotes subfasciatus* in eight bean landraces of *Phaseolus vulgaris*, occurring in the southwestern Amazon, specifically in the state of Acre. The population growth rate of *Z. subfasciatus* was determined in the following varieties of beans: Carioca Pitoco, Enxofre, Gorgutuba, Gorgutuba Vermelho, Mudubim de Vara, Peruano Amarelo, Rosinha e Roxinho Mineiro. The grains of each variety were infested with 50 adult non-sexed, aged from one to three weeks. After 13 days from the beginning of the bioassays, the insects were removed. The adult progeny obtained in feeding substrate was accounted for and removed on alternate days from the first emergency until the end of the emergency period. The total number of insects was counted and determined the mass of 100 grains (g) and grain mass loss (%), additionally Pearson's correlation analysis were performed. The results showed substantial variations in population growth rates of *Z. subfasciatus* in bean landraces of different sizes. Two varieties showed resistance to bruchids attack: Roxinho Mineiro and Gorgutuba Vermelho. The correlation analysis indicated no relation to population performance with the mass of beans, indicating the presence of resistance mechanisms of chemical nature. The resistance in bean landraces is fundamental to the integrated pest management and genetic breeding of bean, whose resistance source is an object of study. Additionally, the recommendation of these varieties will have positive economic implications for the Amazonian producers, which may have significant increases in final profit and the possibility of storing the grains for a longer time. In addition to provide a safe food from the consumers point of view.

Key-words: *Phaseolus vulgaris*. Storage. Resistance. Bruchid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variedades crioulas de feijão <i>P. vulgaris</i> , cultivadas no estado do Acre.	20
Figura 2 - Massa de 100 grãos (g) de variedades crioulas de feijão-comum	21
Figura 3 - Emergência acumulada normalizada de <i>Z. subfasciatus</i> em oito variedades de feijão <i>P. vulgaris</i> , cultivadas no estado do Acre.	23
Figura 4 - Número total de adultos de <i>Z. subfasciatus</i> emergidos em variedades crioulas de feijão-comum.....	24
Figura 5 - Emergência diária (insetos/frasco) de <i>Z. subfasciatus</i> em oito variedades de feijão <i>P. vulgaris</i> , cultivadas no estado do Acre.	26
Figura 6 - Perda de massa de feijões de variedades comuns após o encerramento dos bioensaios de desenvolvimento populacional de <i>Z. subfasciatus</i>	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	12
2.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJOEIRO	12
2.3 O INSETO: <i>Zabrotes subfaciatus</i> (Boh.)	13
2.4 RESISTÊNCIA DE PLANTAS	15
2.5 RESISTÊNCIA DO FEIJÃO A <i>Z. subfaciatus</i>	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 BIOENSAIOS DE TAXA DE DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL.....	18
3.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 RESULTADOS	21
4.2 DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O feijão *Phaseolus vulgaris* (L.) é um dos legumes mais utilizados em todo o mundo, devido a sua importância econômica e nutricional, sendo fonte de nutrientes essenciais para a alimentação humana e de renda para pequenos produtores agrícolas em países em desenvolvimento (SOUZA et al., 2010; FREITAS et al., 2016; JONES et al., 2016; LOPES et al., 2016a; 2016b). Todavia, o ataque por carunchos (Coleoptera: Bruchidae) durante o armazenamento, compromete a qualidade nutricional e o valor comercial dos feijões. Na América Latina, o bruquídeo *Zabrotes subfasciatus* destaca-se como um dos principais insetos-praga de produtos armazenados (FARONI; SOUSA, 2006; TEXEIRA; ZUCOLOTO, 2012; COSTA et al., 2014).

É uma praga cosmopolita que causa danos aos grãos, em decorrência do consumo dos cotilédones nos quais abre galerias podendo destruí-los completamente. Assim, o ataque dos adultos afeta a qualidade dos grãos para os usos culinários e de propagação (PAUL et al., 2009). Devido ao poder destrutivo dos bruquídeos, muitos agricultores vendem toda safra de feijão comum *P. vulgaris* e feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) imediatamente após a colheita, quando os preços do mercado ainda são baixos, mesmo sem armazenar sementes para a próxima semeadura e para o próprio consumo (FREITAS et al., 2016).

O controle de insetos-praga de grãos armazenados é tradicionalmente químico e feito com o uso de inseticidas fumigantes, como a fosfina (PH₃), os piretróides e os organofosforados (CORRÊA et al., 2011; PIMENTEL et al., 2012). Contudo, o uso contínuo e indiscriminado de inseticidas para o tratamento de grãos tem sido questionado em todo o mundo, tanto por provocar mortalidade em organismos não-alvo, como pelos níveis residuais de inseticidas nos alimentos e os riscos para a saúde dos consumidores (SALUNKE et al., 2005; COSTA et al., 2014; FREITAS et al., 2016).

Além disso, a utilização do controle químico por pequenos produtores torna-se inviável por problemas inerentes aos custos de aplicação (SALES et al., 2005). Como alternativa à utilização de inseticidas sintéticos, tem-se recomendação de variedades resistentes ao ataque dos bruquídeos. A resistência genética de plantas tem sido amplamente estudada e apontada como uma das formas de controle mais eficiente de pragas e doenças, por ser compatível com qualquer outro método,

barato e sem riscos à saúde e ao meio ambiente (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003; APPLEBY; CREDLAND, 2004; KUSOLWA; MYERS, 2011).

No feijão, proteínas de reserva presentes nas sementes (tais como as lectinas) podem limitar o severo ataque dos bruquídeos, devido suas propriedades tóxicas que conferem a resistência do tipo antibiose (JANZEN et al., 1976). A proteína de reserva arcelina é homóloga a lectina e foi identificada em variedades crioulas de feijão como sendo altamente resistente ao bruquídeo e, em seguida, foi reproduzida com sucesso em linhagens de feijão cultivadas (CARDONA et al., 1990).

Adicionalmente, o uso de variedades resistentes estimulará a estocagem da produção até a estabilização dos preços no mercado, possibilitando a obtenção de maior renda para os pequenos agricultores e melhorando a nutrição das famílias (VELTEN et al., 2007a; 2007b). Todavia, são escassas as informações na literatura sobre a susceptibilidade de variedades crioulas de feijão comum ocorrentes na Amazônia sul-ocidental para bruquídeos.

A maioria das espécies de bruquídeos se desenvolve em apenas uma semente de leguminosa (GUEDES et al., 2007; MALLQUI et al., 2013). Na natureza, as interações entre os bruquídeos e os seus hospedeiros são complexas devido às adaptações desenvolvidas para a sua reprodução e para o seu desenvolvimento sob condições adversas, como o baixo teor de água das sementes e a presença de metabólitos secundários nestas (SOUZA et al., 2010; ALEXANDRE et al., 2011).

Por consequência, a capacidade para minimizar a proliferação de bruquídeos varia substancialmente entre as variedades locais de leguminosas (BALDIN; LARA, 2008; CRUZ et al., 2015). Diante do exposto e considerando que a América Latina é reconhecida como um dos centros de origem e diversidade do feijão *P. vulgaris* (VELTEN et al., 2007a; 2007b; OLIVEIRA et al., 2013), este trabalho teve por objetivo determinar a taxa de desenvolvimento populacional de *Z. subfasciatus* em oito variedades crioulas de feijão *P. vulgaris* ocorrentes na Amazônia sul-ocidental, especificamente no Estado do Acre.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A produção de feijão, o beneficiamento e a comercialização de grãos geram ocupação e renda, principalmente para a classe de baixa renda, tornando o feijão um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social devido, especialmente, à mão-de-obra empregada desde o preparo para o plantio até o produto embalado nas prateleiras do mercado (GONÇALVES et al., 2010).

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão com produção média anual de 3,5 milhões de toneladas (MAPA, 2016). O Estado do Acre, no cenário nacional, figura como um dos menores produtores, com média anual de 4,1 mil toneladas (CONAB, 2016). Esta baixa produtividade está associada às técnicas do cultivo, uma vez que é praticado, essencialmente, por pequenos produtores em áreas menores do que 2 há, e, aliados a essa problemática, estão os problemas fitossanitários, como a incidência de pragas e de doenças (PEREIRA et al., 1998).

A fase de armazenamento de grãos de feijão também merece destaque, pois nesta a qualidade dos grãos é altamente comprometida pela presença de insetos-praga. Neste contexto, as pragas que atacam os grãos armazenados, dentre as quais se inclui o bruquídeo *Z. subfasciatus*, podem comprometer os estoques quando estes não são armazenados adequadamente (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002). Uma das alternativas para o controle de pragas de grãos armazenados é a utilização de variedades de plantas resistentes; tal método favorece o pequeno agricultor já que é de fácil utilização, não exigindo pessoal qualificado, não afetando o meio ambiente e sendo viável economicamente mesmo quando são utilizados genótipos crioulos cultivados na sua região.

2.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DO FEIJOEIRO

O feijão comum (*P. vulgaris* L.) teve origem no Novo Mundo, tendo sido levado ao Velho Mundo como planta ornamental após o descobrimento da América. O gênero *Phaseolus* possui 55 espécies, entre silvestres e cultivadas, distribuídas em três centros de origem localizados na América Latina, definidos como centro

Mesoamericano, Andino Norte e Andino Sul (ZIMMERMANN; TEIXEIRA, 1996). Dentre estas, a espécie *P. vulgaris* L. é de grande importância econômica e social, pois as 30 espécies nativas do gênero *Phaseolus* na América ocupam mais de 85% da área de cultivo no mundo (MIKLAS; SINGH, 2007). No Brasil, o feijão é um dos componentes básicos da dieta alimentar da população, principalmente para as classes economicamente menos favorecidas (WANDER, 2005). Em função de suas propriedades nutritivas e terapêuticas, o feijão é altamente desejável como componente em dieta de combate à fome e à desnutrição (AIDAR; YOKOYAMA, 2003), possuindo um bom conteúdo de carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos (ABREU, 2005).

Cada região brasileira tem seu período apropriado para o cultivo de feijão, principalmente em razão da grande variação de condições de clima e de solo. Levando em consideração a extensão territorial, o Brasil produz feijão durante todo o ano (BORÉM; CARNEIRO, 1998), embora existam restrições em regiões de temperaturas muito baixas e regiões quentes com deficiência hídrica durante a floração e a formação de vagens.

Em condições de irregularidades pluviais, com baixa quantidade de água no solo, pode ocorrer baixo rendimento da produção (SILVA; STEINMETZ, 2003). No Brasil, o cultivo de feijão é dividido em três safras, sendo a primeira nos meses de dezembro a março, principalmente nas regiões Sul, Sudeste e no Estado da Bahia; a segunda safra entre os meses de abril e julho; e a terceira, com feijão irrigado em Minas Gerais, São Paulo, Goiás e oeste da Bahia (WANDER, 2005). Logo, o mercado brasileiro conta com uma grande diversidade de grãos que atende um mercado regional e específico.

2.3 O INSETO: *Zabrotes subfasciatus* (Boh.)

O *Z. subfasciatus*, uma das principais pragas de grãos armazenados, ocorre em todas as regiões do globo onde se faz o armazenamento de grãos de feijão, e nas regiões tropicais da América Latina aparece com maior frequência (ROSSETTO, 1966). O centro de origem do *Z. subfasciatus* é a América Central e do Sul, expandindo-se daí para todo o mundo. Sua ocorrência em *P. vulgaris* é comum na África, no Sudeste Asiático, na Índia e na Europa (ATHIÉ; PAULA, 2002; HILL, 2002). No Brasil, está presente em todos os estados produtores de feijão, sendo registrado, principalmente, nos estados da Bahia, do Amazonas, do Espírito Santo,

do Pará, do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Sul e de São Paulo (CONAB, 2016).

O bruquídeo apresenta, na fase adulta, de 1,8 a 2,5 mm de comprimento e de 1,4 a 1,8 mm de largura, tendo coloração castanho-escuro com manchas claras no pronoto fortemente pubescente. O dimorfismo sexual é bem nítido, permitindo a separação dos sexos. As fêmeas são maiores que os machos, além de apresentarem uma mancha clara triangular na parte posterior da cabeça, outra da mesma forma próximo ao escutelo e duas outras nos ângulos do pronoto, enquanto que nos machos só é bem distinta a mancha pré-escutelar. Os ovos são ovóides quase arredondados, medindo de 0,46 a 0,60 mm de comprimento e de 0,44 a 0,50 mm de largura, ficando fortemente aderidos à superfície do grão. Os ovos férteis são opacos e os inférteis são translúcidos. As larvas são do tipo curculioniformes, com coloração branco-leitosa, dotadas de mandíbulas desenvolvidas com as quais são capazes de romper os grãos para alimentação interna. As pupas são maiores que os adultos, da mesma coloração das larvas, sem pelos, medindo de 2,5 a 3,5 mm de comprimento e de 1,5 a 2,0 mm de largura (GALLO et al., 2002; FARONI; SOUSA, 2006).

O *Z. subfasciatus* ataca os cotilédones abrindo galerias, podendo destruí-los completamente e afetando a qualidade dos grãos, tanto daqueles destinados à semeadura – devido à destruição do embrião –, quanto dos destinados ao consumo, conferindo gosto desagradável ao produto devido à presença de insetos, de ovos e de excrementos, prejudicando, assim, a sua comercialização (GALLO et al., 2002).

Em armazéns, as perdas são ocasionadas pelo consumo direto dos grãos, que podem destruí-los completamente. Acrescentam-se, ainda, os danos indiretos, como o aquecimento da massa de grãos, que favorece o desenvolvimento dos microrganismos e pragas secundárias, e que têm a sua entrada facilitada pelas galerias abertas pelas larvas. Além disso, a presença de insetos, ovos, orifícios de emergência e excrementos depreciam consideravelmente o produto destinado ao consumo, conferindo-lhe odor desagradável e prejudicando a sua comercialização (LORINI, 2002; FARONI; SOUSA, 2006).

Em países com clima tropical e subtropical, onde estes insetos são a principal causa de perda dos grãos de feijão armazenados devido ao rápido aumento populacional, o controle através do uso de variedades resistentes é fundamental, principalmente para pequenos e médios produtores. A resistência de plantas é vantajosa pelo baixo custo, pela facilidade de utilização, pela ausência de contaminação dos grãos e pela compatibilidade com outras técnicas de controle

(CARDONA et al., 1992; PEREIRA et al., 1995).

2.4 RESISTÊNCIA DE PLANTAS

A resistência de plantas a insetos é o resultado de qualidades herdáveis de plantas que são menos danificadas por insetos herbívoros e, por consequência, uma propriedade relativa baseada na comparação entre plantas suscetíveis e resistentes, crescendo em igualdade de condições (BECK, 1965; PAINTER, 1951). Assim, na prática, uma cultivar resistente a insetos é aquela que apresenta rendimento maior que uma cultivar suscetível, quando submetida ao ataque de um inseto herbívoro (TEETES, 2013).

A resistência de plantas é resultante da interação entre insetos e plantas ao longo do tempo. Esta característica pode ser avaliada por meio de parâmetros relacionados ao inseto, considerando diferenças no consumo, na oviposição, no ciclo biológico e na fecundidade, como também podem ser avaliados os parâmetros relativos à planta, como a destruição de diferentes órgãos vegetais, a diferença na sobrevivência, entre outras (VENDRAMIM; GUZZO, 2009). A resistência pode ser classificada em três tipos: antixenose, antibiose e tolerância, devido aos mecanismos de resistência que uma planta pode apresentar, pois a reação pode ser na planta sem afetar o inseto e em muitos casos pode haver alteração no comportamento ou na biologia do inseto.

Ocorre tolerância quando o grau de ataque às plantas é semelhante, mas uma determinada cultivar mantém seu nível produtivo em relação às demais, não ocorrendo influência da planta sobre o inseto (GALLO et al., 2002). Por outro lado, quando a planta afeta a biologia do inseto, esta resistência é denominada antibiose, e quando uma cultivar ocasionar repelência para alimentação, oviposição ou abrigo, pode-se chamar de resistência por antixenose.

Do ponto de vista agrícola, o uso de plantas resistentes a insetos é um método que auxilia na redução do uso intensivo de agrotóxicos, bem como reduz a poluição ambiental e os resíduos nos alimentos. Apresenta, ainda, baixo custo e ação contínua sobre os insetos durante o ciclo da cultura, além de ser perfeitamente utilizada em conjunto com todos os outros métodos de manejo de insetos, tornando vantajoso o seu uso em programas de manejo de pragas (PARÓN; LARA, 2001; VENDRAMIM; GUZZO, 2009).

2.5 RESISTÊNCIA DO FEIJÃO A *Z. subfasciatus*

Várias pesquisas foram realizadas utilizando materiais crioulos de feijão para a detecção de fontes de resistência para o bruquídeo *Z. subfasciatus*. Um estudo detalhado com acessos silvestres de *P. vulgaris* resistentes, realizado por Osborn et al. (1986), revelou a presença de uma glicoproteína nestes acessos. Esta proteína foi denominada arcelina, por ter sido originalmente encontrada na região de Arcélia, no México. Ela se mostrou associada à resistência aos bruquídeos e estava presente em linhagens selvagens resistentes e ausentes em linhagens suscetíveis e em genótipos cultivados (OSBORN, et al. 1986; ROMERO ANDREAS et al., 1986).

Muitas variantes alélicas da proteína arcelina já foram isoladas e caracterizadas bioquimicamente. Quatro delas (Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4) foram inicialmente descritas por Osborn et al. (1986) no estudo anteriormente citado. Mais duas variantes, Arc5 e Arc6, foram descritas por Lioi e Bollini (1989) e por Santino et al. (1991), respectivamente, e mais atualmente a variante Arc7 foi descrita por Acosta-Gallegos et al. (1998). As diferenças entre as variantes estão associadas a variações na sequência de aminoácidos ou nas frações de carboidratos ligadas a ela; tais variantes atuam de forma diferenciada em relação ao efeito antibiótico (HARMSEN et al., 1988; CARDONA et al., 1990).

A transferência dos alelos Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4 de feijão silvestre para cultivados foi realizada por Posso et al. (1992). Foram desenvolvidas linhagens avançadas denominadas RAZ, sendo que aquelas contendo Arc1 apresentaram resistência igual ou superior à testemunha resistente, as com Arc2 mostraram níveis intermediários de resistência, enquanto que as contendo Arc3 e Arc4 não se mostraram resistentes a *Z. subfasciatus*. Resultados semelhantes nos níveis de resistência nestes alelos em linhagens avançadas RAZ também foram observados por Cardona et al. (1990; 1992) e Padgham et al. (1992). Os materiais portadores de arcelina causam mortalidade das larvas de *Z. subfasciatus* nos primeiro e segundo instares, redução na porcentagem de emergência, redução no peso e no alongamento do ciclo biológico dos insetos, caracterizando o mecanismo de resistência por antibiose (PAES et al., 2000; SUNDARAM et al., 2012; SAKTHIVELKUMAR et al., 2013).

Em investigações realizadas com variedades crioulas de feijão, Lopes et al. (2016a; 2016b) constataram variações nas taxas de desenvolvimento populacional

de *Z. subfasciatus* e de *Callosobruchus maculatus*. Nas variedades em que ocorreu menor emergência diária de insetos, foi constatada resistência com indicativos de ser do tipo antibiose e a mesma foi atribuída a possível presença das proteínas arcelina e vicilina, que são análogas ao desenvolvimento dos bruquídeos. Sementes de *Phaseolus*, que continham diversas variantes da proteína arcelina, demonstraram diferentes níveis de resistência a insetos-praga de produtos armazenados, e isso foi constatado pelo atraso da emergência dos adultos, pela redução do peso do inseto e pela menor emergência dos mesmos, como demonstrado em estudos de infestação por bruquídeos com diferentes acessos de feijão (CARDONA et al., 1990; KORNEGAY et al., 1993; ACOSTA-GALLEGOS et al., 1998).

Esses estudos descobriram que algumas arcelinas são mais eficazes do que outras contra os bruquídeos. Os genótipos de feijão que apresentavam as variantes Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4 demonstraram efeitos variáveis de antibiose a *Z. subfasciatus*. Velten et al. (2007b), trabalhando com sete genótipos de feijão contendo diferentes níveis de resistência, constataram o efeito de antibiose da arcelina, verificando que a emergência de adultos de *Acanthoscelides obtectus* foi tardia em todos os genótipos utilizados, devido a inibição do desenvolvimento das larvas jovens. Além disso, os autores identificaram efeitos indiretos da arcelina nos bruquídeos adultos, constatando diminuição da massa corporal dos mesmos.

Em estudos realizados por Bottega et al. (2012), visando determinar os tipos e graus de resistências em genótipos de feijão-vagem ao ataque de *Z. subfasciatus*, constatou-se que o genótipo UEG05 foi o menos preferido para oviposição em teste com chance de escolha, e o genótipo UEG13 apresentou resistência do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose com o menor peso das fêmeas. Os autores mencionaram, ainda, que os genótipos UEG05, UEG15 e UEG19 foram moderadamente resistentes do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose, destacando-se por apresentarem maiores períodos de desenvolvimento de ovo ao adulto de fêmeas, machos e total de insetos, enquanto o genótipo UEG18 foi classificado como suscetível por ter alta longevidade de fêmeas e menor período de desenvolvimento de ovo a adulto de fêmeas, machos e total.

3 MATERIAL E MÉTODOS

As criações dos insetos e os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia, da Universidade Federal do Acre – campus Rio Branco. O município acriano se localiza a 9°58'29" sul e a 67°48'36" oeste, numa altitude de 153 metros acima do nível do mar.

A colônia-estoque foi estabelecida por meio de exemplares de *Z. subfasciatus* coletados numa propriedade rural localizada no município de Rio Branco, Acre. Os insetos foram criados em frascos de vidro de 1,5 L, contendo feijão tipo Carioca.

A taxa de desenvolvimento populacional de *Z. subfasciatus* foi determinada em variedades de feijão de cultivos bem difundidos nas comunidades amazônicas: Carioca Pitoco, Enxofre, Gorgutuba, Gorgutuba Vermelho, Mudubim de Vara, Peruano Amarelo, Rosinha e Roxinho Mineiro (Figura 01). Estas variedades foram adquiridas de produtores dos municípios de Brasiléia, Cruzeiro do Sul, Rio Branco, Rodrigues Alves e Sena Madureira, os quais pertencem ao Estado do Acre. Para avaliar a diferença entre as variedades e os seus efeitos nos bioensaios de desenvolvimento dos insetos, determinou-se a massa de 100 grãos para cada variedade. A aferição da massa foi realizada em balança eletrônica com precisão de 0,01 g. Foram utilizadas quatro repetições no delineamento inteiramente casualizado e os resultados foram expressos em grama (g), segundo metodologia adaptada de Resende et al. (2008).

3.1 BIOENSAIOS DE TAXA DE DESENVOLVIMENTO POPULACIONAL

Os bioensaios de taxa de desenvolvimento populacional foram realizados em recipientes de plástico de 350 mL, contendo 150 g de grãos de feijão como substrato de alimentação para *Z. subfasciatus*, conforme metodologia adaptada (TREMATERRA et al., 1996; FRAGOSO et 2005; SOUSA et al., 2009). Os grãos das oito variedades foram infestados com 50 adultos não-sexados, com idade variando de uma a três semanas. Passados 13 dias do início dos bioensaios, os insetos foram removidos. A progênie adulta obtida no substrato de alimentação foi contabilizada e removida em dias alternados, a partir da primeira emergência até o final do período de emergência.

A emergência acumulada foi analisada inicialmente nestas variedades.

Posteriormente, os dados de emergência diária foram analisados de forma a facilitar o entendimento dos dados e minimizar os erros (TREMATERRA et al., 1996; FRAGOSO et 2005; SOUSA et al., 2009; LOPES et al., 2016a; 2016b). Contabilizou-se o total de insetos e, adicionalmente, determinou-se a perda de massa de grãos (%). A perda de massa (%) de cada variedade crioula de feijão foi determinada por meio da diferença entre as massas iniciais (150,0 g) e finais (final do período de emergência), conforme metodologia descrita por Marcondes et al. (2013), através da seguinte fórmula:

$$PM = \frac{Mi - Mf}{Mi} * 100$$

Em que:

PM = Perda de massa (%)

Mi = Massa inicial (g)

Mf = Massa final (g)

3.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados obtidos referentes a emergência dos insetos foram submetidos a modelos não-lineares de emergência acumulada normalizada e diária, utilizando o Sigma Plot, versão 13.1 (SYSTAT SOFTWARE). Os dados referentes ao total de insetos, massa de 100 grãos (g) e perda de massa dos grãos (%) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), utilizando-se os softwares SAS e SISVAR (FERREIRA, 2011; SAS INSTITUTE, 2011). Adicionalmente, foram feitas análises de correlação de Pearson entre: total de insetos x perda de massa dos grãos, massa de 100 grãos x total de insetos e massa de 100 grãos x perda de massa dos grãos, utilizando-se o procedimento PROC CORR do software SAS (SAS INSTITUTE, 2011).



Variedade: Carioca Pitoco



Variedade: Enxofre



Variedade: Gorgutuba



Variedade: Gorgutuba Vermelho



Variedade: Mudubim de Vara



Variedade: Peruano Amarelo



Variedade: Rosinha



Variedade: Roxinho Mineiro

Figura 1 – Variedades crioulas de feijão *P. vulgaris* cultivadas no estado do Acre.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS

A massa de 100 grãos (g) variou significativamente entre as variedades investigadas ($F_{7;24}=928,34$; $P<0,005$), com valores médios variando de 17,65 a 51,28 (g) (Figura 2).

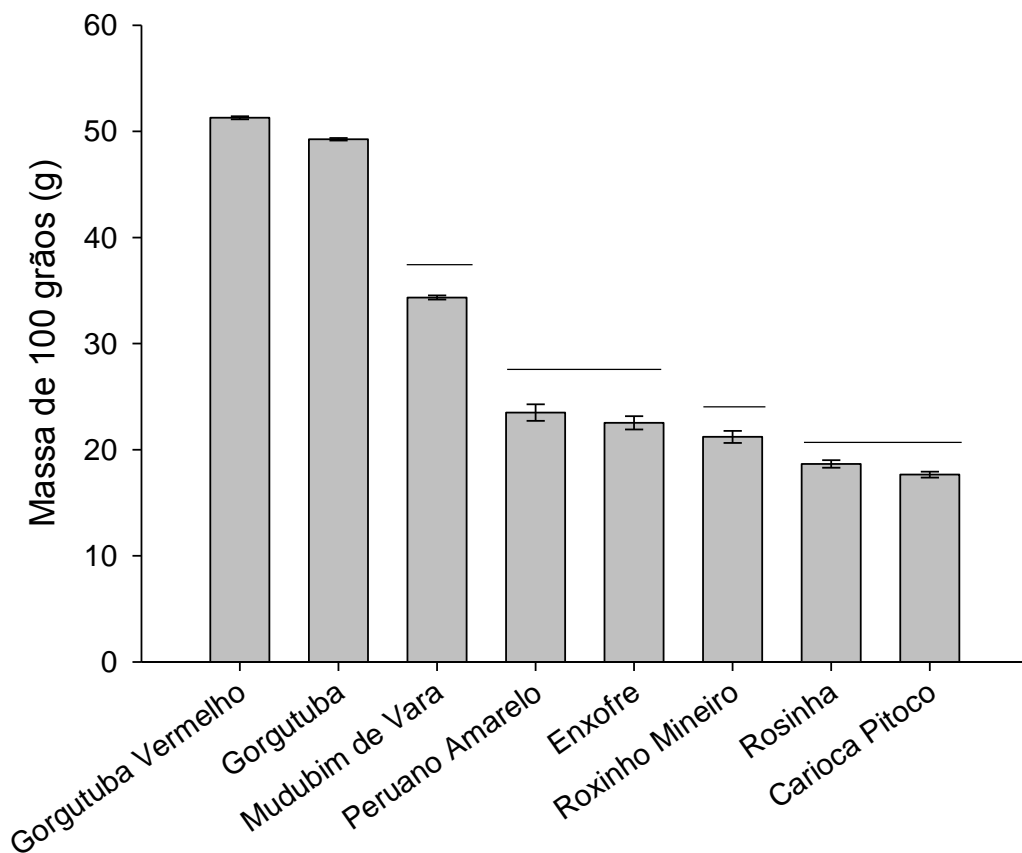


Figura 2 – Massa de 100 grãos (g) de variedades crioulas de feijão-comum. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($P<0,005$).

O modelo sigmóide de três parâmetros ($y = a/1 + \exp(-(x-b)/c)$) foi o que melhor se ajustou à emergência acumulada dos adultos de *Z. subfasciatus* ($P<0,0001$; $R^2 > 0,98$; Tabela 1 e Figura 3). As curvas de emergência acumulada variaram entre as variedades, com ponto de inflexão (taxa máxima de emergência) variando entre 7 e 12 dias.

Tabela 1 – Sumário das análises de regressão não-lineares das curvas de emergência acumulada normalizada; diária normalizada e diária de *Z. subfasciatus*. Parâmetros estimados das curvas de emergência: Acumulada Normalizada (a = valor máximo da curva; b = ponto de inflexão da curva e c = forma da curva) e Diária (a = pico máximo da emergência; b = tempo em dias que ocorre o pico da emergência e c = desvio padrão do parâmetro b).

Variável	Modelo	Genótipo	Parâmetros estimados (\pm SEM)			g.l.erro	F	R ²
			a	b	c			
Emergência Acumulada Normalizada	$f = a/1 + \exp(-(x-b)/c)$	Carioca Pitoco	99,13 \pm 0,82	11,81 \pm 0,07	1,14 \pm 0,06	9	4464,7577	0,99
		Enxofre	98,70 \pm 1,71	9,78 \pm 0,16	1,18 \pm 0,14	9	806,6334	0,99
		Gorgutuba	100,55 \pm 1,99	10,00 \pm 0,19	1,30 \pm 0,16	9	640,1932	0,99
		Gorgutuba Vermelho	100,01 \pm 1,01	9,09 \pm 0,10	1,39 \pm 0,09	9	2179,7754	0,99
		Mudubim de Vara	99,46 \pm 0,26	12,37 \pm 0,02	1,05 \pm 0,02	9	46777,4166	0,99
		Peruano Amarelo	99,37 \pm 0,50	10,00 \pm 0,05	1,20 \pm 0,04	9	9556,5637	0,99
		Rosinha	99,06 \pm 0,52	11,00 \pm 0,05	1,21 \pm 0,04	9	10238,2184	0,99
		Roxinho Mineiro	99,26 \pm 0,87	7,97 \pm 0,08	1,05 \pm 0,07	9	2327,3017	0,99
Emergência Diária	$f = a \exp(-0,5((x-b)/c)^2)$	Carioca Pitoco	265,13 \pm 15,32	12,73 \pm 0,11	1,63 \pm 0,11	9	149,3099	0,96
		Enxofre	255,86 \pm 29,76	10,29 \pm 0,25	1,89 \pm 0,27	9	38,8564	0,87
		Gorgutuba	223,97 \pm 37,93	10,96 \pm 0,48	2,46 \pm 0,48	9	17,7123	0,75
		Gorgutuba Vermelho	133,81 \pm 9,82	10,00 \pm 0,22	2,57 \pm 0,22	9	89,8172	0,94
		Mudubim de Vara	283,48 \pm 7,79	13,32 \pm 0,06	1,76 \pm 0,06	9	700,2741	0,99
		Peruano Amarelo	195,57 \pm 6,98	10,86 \pm 0,08	2,03 \pm 0,08	9	398,7841	0,99
		Rosinha	289,29 \pm 9,89	11,89 \pm 0,08	2,04 \pm 0,08	9	436,7848	0,99
		Roxinho Mineiro	117,57 \pm 6,26	8,75 \pm 0,12	1,85 \pm 0,11	9	189,0654	0,97

Todos os parâmetros estimados foram significativos a $P < 0,01$ pelo teste t de Student e todos os modelos foram significativos a $P < 0,01$ pelo teste F de Fisher.

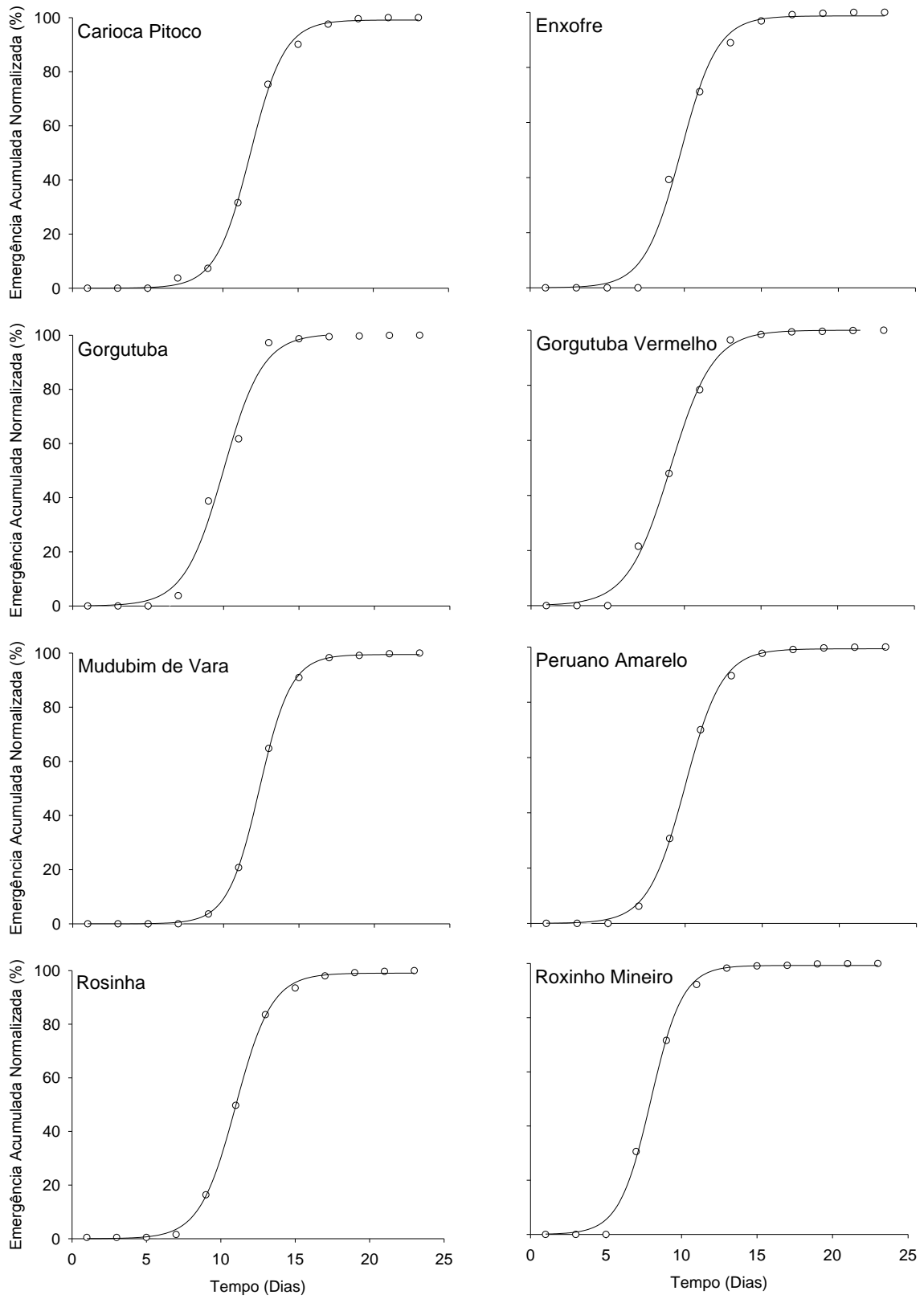


Figura 3 – Emergência acumulada normalizada de *Z. subfasciatus* em oito variedades de feijão *P. vulgaris*, cultivadas no Estado do Acre.

A curva da variedade Mudubim de Vara apresentou o maior ponto de inflexão ($12,37 \pm 0,02$ dias), sugerindo emergência mais tardia, seguida das variedades: Carioca Pitoco ($11,81 \pm 0,07$ dias), Rosinha ($11,00 \pm 0,05$ dias), Gorgutuba ($10,00 \pm 0,19$ dias), Peruano Amarelo ($10,00 \pm 0,05$ dias), Enxofre ($9,78 \pm 0,16$ dias), Gorgutuba Vermelho ($9,09 \pm 0,10$ dias) e Roxinho Mineiro ($7,97 \pm 0,08$ dias), respectivamente.

A média da emergência total de insetos variou significativamente entre as variedades ($F_{7;24} = 37,03$; $P < 0,005$) (Figura 4). Verificaram-se cinco agrupamentos referentes ao total de insetos entre as oito variedades. A variedade Rosinha apresentou maior média do total de insetos ($764,75 \pm 27,40$ insetos/frasco) em relação às variedades Gorgutuba, Mudubim de Vara, Enxofre e Carioca Pitoco (entre $650,25 \pm 18,60$ e $608,25 \pm 49,27$ insetos/frasco), seguidas, respectivamente, pelas variedades Peruano Amarelo ($512,25 \pm 4,66$ insetos/frasco), Gorgutuba Vermelho ($417,5 \pm 22,72$ insetos/frasco) e Roxinho Mineiro ($273,75 \pm 27,06$ insetos/frasco).

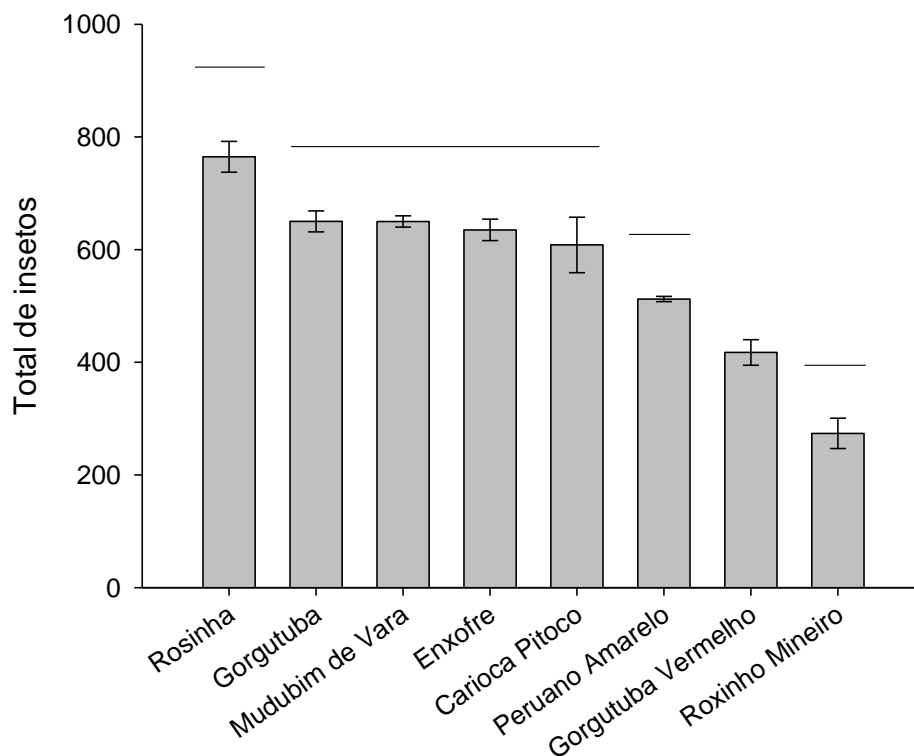


Figura 4 – Número total de adultos de *Z. subfasciatus* emergidos em variedades crioulas de feijão-comum. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,005$).

O modelo gaussiano com três parâmetros ($y = a \exp(-0.5((x-b)/c)^2)$) foi o que melhor se ajustou para a emergência diária dos adultos de *Z. subfasciatus* ($P < 0,0001$; $R^2 > 0,74$; Tabela 01 e Figura 5). Verificaram-se diferenças evidentes nas taxas de emergência diária. Os menores valores de emergência diária foram constatados nas variedades Roxinho Mineiro, Gorgutuba Vermelho e Peruano Amarelo (Figura 04), as quais atingiram a máxima emergência entre 8 e 10 dias, com uma pequena sobreposição com as demais variedades (10 a 12 dias).

Constatou-se variação significativa da perda de massa dos grãos (%) ($F_{7;24} = 32,10$; $P < 0,005$) (Figura 6). Foram verificados percentuais de perda variando entre $1,27 \pm 0,15\%$ e $4,88 \pm 0,19\%$. Não foram observadas correlações significativas entre o total de insetos e a perda de massa dos grãos ($n = 8$; $r = 0,60$; $P = 0,12$). A massa de 100 grãos também não se correlacionou com o total de insetos ($n = 8$; $r = -0,10$; $P = 0,81$) e com relação a perda de massa dos grãos ($n = 8$; $r = 0,09$; $P = 0,82$).

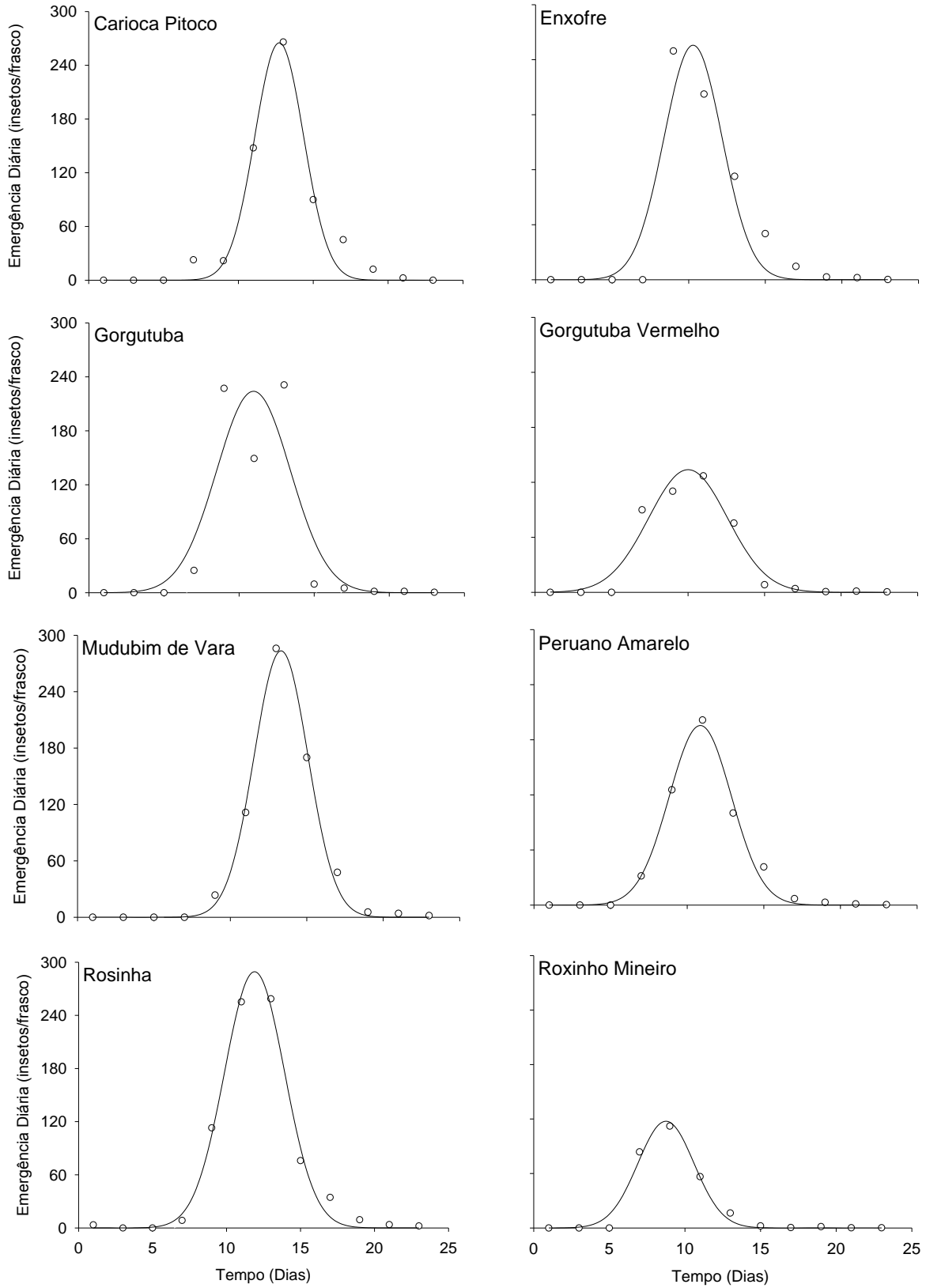


Figura 5 – Emergência diária (insetos/frasco) de *Z. subfasciatus* em oito variedades de feijão *P. vulgaris* cultivadas no Estado do Acre.

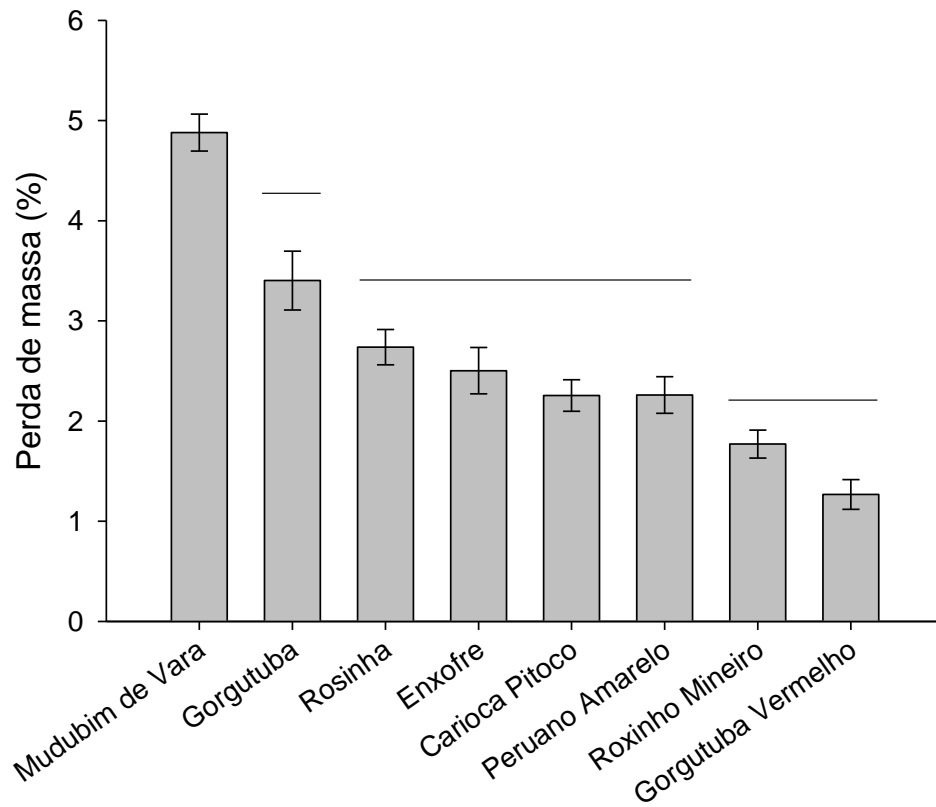


Figura 6 – Perda de massa de feijões de variedades comuns após o encerramento dos bioensaios de desenvolvimento populacional de *Z. subfasciatus*. Médias seguidas pelas mesmas barras não são significativamente diferentes pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,005$).

4.2 DISCUSSÃO

Os resultados da presente pesquisa indicam variações substanciais nas taxas de desenvolvimento populacional de *Z. subfasciatus* em variedades crioulas de feijão comum de diferentes massas. Duas variedades exibiram resistência ao ataque do bruquídeo (Roxinho Mineiro e Gorgutuba Vermelho). Variações nos padrões de susceptibilidade a bruquídeos foram relatadas para diferentes variedades oriundas do continente sul-americano e de todo o mundo (MALDONADO et al., 1996; BALDIN; LARA, 2008; BALDIN; PEREIRA, 2010; EDUARDO et al., 2016).

As análises de correlação não indicam relação do desenvolvimento populacional com a massa dos grãos, mas tais resultados indicam a presença de mecanismos de resistência de natureza química. A resistência de plantas do tipo antibiose ocorre quando o mecanismo responsável pela resistência é de natureza química, afetando negativamente a biologia do inseto sem interferir na sua alimentação ou no seu comportamento de postura (BOIÇA JÚNIOR et al., 2015).

A emergência acumulada foi acessada inicialmente, pois a interpretação dos dados de emergência diária é, evidentemente, mais difícil e menos confiável em relação à emergência acumulada. Devido à influência dos períodos das avaliações sobre os dados, os erros são mais propensos quando se limitam aos dados das avaliações diárias (TREMATERRA et al., 1996; FRAGOSO et 2005; SOUSA et al., 2009; LOPES et al., 2016a; 2016b). Diante do exposto, para análise do desenvolvimento de *Z. subfasciatus* foram apresentadas, primeiramente, as curvas de emergência acumulada normalizada (%), seguidas da emergência diária (insetos/frasco). Estes dados permitem aferir sobre o tempo de desenvolvimento e sobre o número de insetos emergidos em cada variedade.

A variabilidade genética do feijão comum *P. vulgaris* tem sido associada a dois centros distintos de diversidade, denominados pool gênico Mesoamericano e pool gênico Andino (OLIVEIRA et al., 2013). Nestas regiões, os agricultores cultivaram, durante décadas, misturas complexas de tipos de feijão como cerca viva contra o ataque de pragas e doenças. Naturalmente, este processo produziu uma grande variabilidade genética de cores, textura, composição química e tamanho dos grãos (BONFIM et al., 2007). Isto torna compreensível a heterogeneidade dos padrões de desenvolvimento dos bruquídeos entre as variedades investigadas, tanto

em relação às taxas de emergência acumulada normalizada quanto em relação às taxas de emergência diária (LOPES et al., 2016a).

Embora as menores taxas de emergência diária de *Z. subfasciatus* tenham sido verificadas nas variedades Roxinho Mineiro e Gorgutuba Vermelho, verifica-se, por outro lado, que a emergência acumulada normalizada foi mais tardia nas variedades Mudubim de Vara, Carioca Pitoco e Rosinha. Além disso, identificou-se que as variedades Roxinho Mineiro e Gorgutuba Vermelho apresentaram as menores médias em relação ao número total de insetos emergidos e de perda de massa (%) quando comparadas com as demais variedades. Estes fatos não permitem estabelecer relação entre tempo de desenvolvimento, taxas de emergência, total de insetos emergidos e perda de massa (%) nas variedades investigadas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Lopes et al. (2016a), que não observaram relação entre as taxas de emergência diária e o tempo de desenvolvimento em variedades resistentes crioulas de feijão ao ataque de *Z. subfasciatus*. Todavia, outros autores identificaram que a resistência a bruquídeos está associada ao prolongamento do desenvolvimento populacional, menor emergência de insetos e menor perda de massa consumida (VELTEN et al., 2007b; BALDIN; PEREIRA, 2010; COSTA et al., 2013; BOIÇA JÚNIOR et al., 2015; EDUARDO et al., 2016). Schoonhovens e Cardona (1983) verificaram menor emergência dos adultos, aumento do período de desenvolvimento e redução da massa corporal de *Z. subfasciatus* em genótipos de feijão que apresentavam resistência do tipo antibiose.

A resistência do tipo antibiose em genótipos de feijão pode ser expressa por diversas causas e, dentre elas, podem-se destacar as proteínas de defesa. A arcelina é uma das mais conhecidas devido as suas propriedades inseticidas que causam inibição do desenvolvimento larval dos bruquídeos e, conseqüentemente, menor número total de insetos emergidos e menor consumo de massa (JANARTHANAN; SURESH, 2003; JANARTHANAN et al., 2008). A resistência em genótipos de feijão contra bruquídeos devido a presença da arcelina foi encontrada por diversos autores (WANDERLEY et al., 1997; BARBOSA et al., 1999; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; MIRANDA et al., 2002).

Schoonhoven e Cardona (1982) também relataram que a menor emergência total de adultos e o alongamento do período de ovo-adulto são parâmetros que indicam resistência do feijão a bruquídeos e podem ser observadas em materiais altamente resistentes. O fato de ocorrer o prolongamento do tempo de desenvolvimento dos bruquídeos nas variedades Mudubim de Vara, Carioca Pitoco e Rosinha, as quais não foram consideradas resistentes, pode ter implicações desfavoráveis aos insetos sob condições de campo.

De acordo com Ofuya e Credland (1995), a habilidade de um hospedeiro em retardar o desenvolvimento de pragas indica que a taxa de multiplicação em condições naturais será reduzida devido ao maior tempo médio de cada geração. Sendo assim, as larvas se tornam mais suscetíveis ao ataque de inimigos naturais e às intempéries climáticas, o que favorece a competição por recursos essenciais para garantir a sua sobrevivência (THRONE et al., 2000; GUEDES et al., 2007; VELTEN et al., 2007a).

Larvas de bruquídeos apresentam competição; logo, o tamanho dos grãos é fator limitante para o desenvolvimento dos insetos nos mesmos, estando diretamente relacionado com a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, pode ter implicação no tamanho da população e no tempo de desenvolvimento (GUEDES et al., 2007; MALLQUI et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015). Os resultados de correlação entre a emergência total dos bruquídeos e a massa dos feijões das oito variedades não foram significativos, o que sugere a ocorrência de competição entre as larvas dos bruquídeos nas variedades estudadas, evidenciando que a menor emergência de adultos pode estar associada à presença de proteínas responsáveis pela inibição da alimentação dos bruquídeos, como arcelinas e tripsinas.

Neste sentido, genótipos que contêm essas proteínas apresentam menor emergência de adultos e alongamento no período de desenvolvimento (EDUARDO et al., 2016). Todavia, a massa dos grãos de feijão tem sido associada à competição larval por acomodação, sendo que em grãos de feijões maiores ocorre maior desempenho reprodutivo, pois as chances das larvas se encontrarem são menores e em variedades que apresentam menor massa de grãos, ocorrendo aumento das chances de competição entre as larvas e implicando no menor desempenho

reprodutivo dos bruquídeos (GUEDES et al., 2007; MALLQUI et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015).

De um modo geral, as variedades Roxinho Mineiro e Gorgutuba Vermelho apresentaram menores valores médios de insetos emergidos e perda de massa (%), sendo consideradas resistentes ao ataque do bruquídeo. Esta resistência está, possivelmente, associada à presença de substâncias tóxicas, as quais conferem propriedades de antibiose. Proteínas vegetais com natureza inseticida têm grande potencial na biotecnologia agrícola, estando diretamente relacionadas no desenvolvimento de plantas resistentes ao ataque de insetos. Um grande número de proteínas com propriedades inseticidas, tais como inibidores da tripsina, quimotripsina, arcelinas e amilases, é utilizado como mecanismos de resistência contra vários insetos-praga de grãos armazenados (SAKTHIVELKUMAR et al., 2013).

A detecção da resistência em variedades crioulas de feijão é de fundamental importância para os programas de manejo integrado de pragas e melhoramento genético, cuja fonte de resistência seja objeto de estudo. A utilização de resistentes tem sido amplamente apontada como uma das formas de controle de pragas e doenças mais eficientes, por ser compatível com qualquer outro método, de fácil utilização pelos pequenos produtores e sem riscos à saúde e ao meio ambiente (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003; APPLEBY; CREDLAND, 2004; KUSOLWA; MYERS, 2011).

Adicionalmente, a recomendação do cultivo destas variedades terá implicações econômicas positivas (acréscimo da receita líquida) para os produtores amazônicos, os quais poderão ter aumentos significativos no lucro final e a possibilidade de armazenar os grãos por maior quantidade de tempo. Além, ainda, de manter sua qualidade nutricional e se configurar como um alimento saudável sem a presença de produtos químicos durante o tempo de armazenamento.

5 CONCLUSÕES

1 - O desenvolvimento populacional de *Z. subfaciatus* variou entre as variedades, indicando diferentes padrões de susceptibilidade dos feijões.

2 - As menores taxas de emergência diária foram verificadas nas variedades Roxinho Mineiro e Gorgutuba Vermelho.

3 - A emergência acumulada foi mais tardia nas variedades Mudubim de Vara, Carioca Pitoco e Rosinha.

4 - Não foi constatada relação entre o tempo de desenvolvimento e número de insetos emergidos.

5 - As variedades (Roxinho Mineiro e Gorgutuba Vermelho) são resistentes ao ataque de *Z. subfasciatus*.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. de F. B. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na região sul de Minas Gerais**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2005. (Sistemas de Produção, 6).
- ACOSTA-GALLEGOS, J. A.; QUINTERO, C.; VARGAS, J.; TORO, O.; THOME, J.; CARDONA, C. A new variant of arcelin in wild common bean, *Phaseolus vulgaris* L., from southern Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Netherlands, v. 45, n. 3, p. 235-242, June. 1998.
- AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P. **Cultivo do Feijão Comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Sistemas de produção, 2).
- ALEXANDRE, D.; LINHARES R. T.; QUEIROZ, B.; FONTOURA, L.; UCHOÂ, A. F.; SAMUELS, R. I.; MACEDO, M. L. R.; BEZERRA, C. S.; OLIVEIRA, E. M.; DEMARTINI, D. R. Vicilin-derived peptides are transferred from males to females as seminal nuptial gift in the seed-feeding beetle *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Insect Physiology**, Columbus, v. 57, n. 6, p. 801-808, June. 2011.
- APPLEBY, J. H.; CREDLAND, P. F. Environmental conditions affect the response of West African *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) populations to and resistant cowpeas. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 269-287, July/Sept. 2004.
- ATHIÉ, I.; DE PAULA, D. C. **Insetos de grãos armazenados: aspectos biológicos e identificação**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 244 p.
- BECK, S. D. Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 10, n. 1, p. 207-232, Jan. 1965.
- BALDIN, E. L. L.; LARA, F. M. Resistance of stored bean varieties to *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). **Insect Science**, Beijing, v. 15, n. 4, p. 317-326, Aug. 2008.
- BALDIN, E. L. L.; PEREIRA, J. M. Resistencia de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1507-1513, Nov./Dec. 2010.
- BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Effect of arcelin protein on the biology of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833), in dry beans. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1805-1810, out. 1999.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; RIBEIRO, Z. A.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I.; NOGUEIRA, L. A defesa das plantas ao ataque dos insetos. In: BUSOLI, A. C.; CASTILHO, R. C.; ANDRADE, D. J.; ROSSI, G. D.; VIANA, D. L.; FRAGA, D. F.; SOUZA, L. A. (Eds.). **Tópicos em Entomologia Agrícola - VIII**. Jaboticabal: Editora Multipress, 2015. p. 207-224.

BONFIM, K. A. C.; FARIA, J. C.; NOGUEIRA, E. O. P. L.; MENDES, É.; ARAGÃO, F. J. L. RNAi-mediated resistance to Bean golden mosaic virus in genetically engineered common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Molecular Plant-Microbe Interactions**, St. Paul, v. 20, n. 6, p. 717-726, June. 2007.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. de S. A Cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: Editora Universidade Federal de Viçosa, 1998, p.13-17.

BOTTEGA, D. B.; RODRIGUES, C. A.; JESUS, F. G. de; SILVA, A. G. da; PEIXOTO, N. Resistência de genótipos de feijão-vagem ao ataque de bruquíneos, em condições de laboratório. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 92-97, jan/mar. 2012.

CARDONA, C.; DICH, K.; POSSO, C. E.; AMPOFO, K.; NADHY, S. M. Resistance of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar to the postharvest infestation by *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). II Storage tests. **Tropical Pest Management**, London, v. 38, n. 2, p. 173-175, Apr./June. 1992.

CARDONA, C.; KORNEGAY, J.; POSSO, C. E.; MORALES, F.; RAMIREZ, H. Comparative value of 4 arcelin variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican Bean Weevil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 56, n. 2, p. 197-206, Aug. 1990.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries Históricas de Área Plantada, Produtividade e Produção, Relativas às Safras 2014/15 de Grãos**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&&Pagina_objcmsconteudos=2#A_o_bjcmsconteudos>. Acesso em: 21 de jan. 2016.

CORREIA, A. S.; PEREIRA, E. J. G.; CORDEIRO, E. M. G.; BRAGA, L. S.; GUEDES, R. N. C. Insecticide resistance, mixture potentiation and fitness in populations of the maize weevil (*Sitophilus zeamais*). **Crop Protection**, Oxford, v. 30, n. 12, p. 1655-1666, Dec. 2011.

COSTA, E. N.; SOUZA, B. H. S.; BOTTEGA, D. B.; OLIVEIRA, F. Q. O.; RIBEIRO, Z. A.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Divergência genética de genótipos de feijoeiro a infestação de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann) (Coleoptera: Bruchidae). **Semina**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2737-2752, nov./dez. 2013.

COSTA, J. T. da; TORIM, M. R.; COSTA, E. S.; SOUZA, J. R. de; MONDEGO, J. M.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Competition between the bean weevils *Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus* in common beans. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 56, n. 1, p. 49-53, Jan. 2014.

CRUZ, L. P.; SÁ, L. F. R.; SANTOS, L. A.; GRAVINA, G. A.; CARVALHO, A. O.; FERNANDES K. V. S.; FREIRE FILHO, F. R.; GOMES, V. M.; OLIVEIRA, A. E. A. Evaluation of resistance in different cowpea cultivars to *Callosobruchus maculatus* infestation. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 89, n. 1, p. 117-128, Mar. 2016.

EDUARDO, W. I.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MORAES, R. F. O. de; CHIORATO, A. F.; PERLATTI, B.; FORIM, M. R. Antibiosis levels of common bean genotypes toward *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) and its correlation with flavonoids. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, in press, p. 1-8, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jspr.2016.01.006>> Acesso em: 22 fev. 2016.

FARONI, L. R. D. A.; SOUSA, A. H. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. In: ALMEIDA, F. de A. C.; DUARTE, M. E. M.; MATA, E. R. M. C. (Org.). **Tecnologia de Armazenagem em sementes**. Campina Grande: UFCG, 2006. p. 371-402.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, Nov./Dec. 2011.

FRAGOSO, D. B.; GUEDES, R. N. C.; PETERNELLI, L. A. Developmental rates and population growth of insecticide-resistant and susceptible populations of *Sitophilus zeamais*. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 271-281, 2005.

FREITAS, R. S.; FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. Hermetic storage for control of common bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 1-5, Mar. 2016.

GALLO, D.; NANKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. 10. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 2002. 920p.

GONÇALVES, J. G. R.; CHIORATO, A. F.; MORAIS, L. K.; PERINA, E. F.; FARIAS, F. L.; CARBONELL, S. A. M. Estudo da estabilidade fenotípica de feijão com grãos especiais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 922-931, July/Aug. 2010.

GUEDES, R. N. C.; GUEDES, N. M. P.; SMITH, R. H. Larval competition within seeds: from the behavior process to the ecological outcome in the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. **Austral Ecology**, Carlton, v. 32, n. 6, p. 697-707, Sept. 2007.

HARMSSEN, R.; BLISS, F. A.; CARDONA, C.; POSSO, C. E.; OSBORN, T. C. Transferring genes for arcelin protein from wild to cultivated beans: implications for bruchid resistance. **Annual report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 31, p. 54-55, 1988.

HILL, D. S. Pests: classe insecta. In: HILL, D. S. (Ed.). **Pests of stored foodstuffs and their control**. Secaucus: Kluwer Academic Publishers, 2002, p. 135-315.

JANARTHANAN, S.; SURESH, P. Insecticidal potential of wild bean seed protein, arcelin. **Natural Product Radiance**, New Delhi, v. 2, n. 5, p. 243-245, Sept./Oct. 2003.

JANARTHANAN, S.; SURESH, P.; RADKE, G.; MORGAN, D.; OPPERT, B. Arcelin from Indian wild pulse, *L. purpureus* and insecticidal activity in storage pests. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 56, n. 5 p. 1676-1682, Mar. 2008.

JANZEN, D. H.; JUSTER, H. B.; LIENER, I. E. Insecticidal action of phytohemagglutinin in black beans on a bruchid beetle. **Science**, Washington, DC, v. 192, p. 795-796, May. 1976.

JONES, M.; ALEXANDER, C.; LOWENBERG-DEBOER, J. **profitability of hermetic purdue improved crop storage (pics) bags for African common bean producers**. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/117708/2/11-6.pdf>>. Acesso em: 18 de jan. 2016.

KORNEGAY, J.; CARDONA, C.; POSSO, C. E. Inheritance of resistance to Mexican bean weevil in common bean, determined by bioassay and biochemical tests. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 589-594, May/June. 1993.

KUSOLWA, P. M.; MYERS, J. R. Seed storage proteins Axl2 and its variants from the apa locus of wild tepary bean G40199 confers resistance to *Acanthoscellides obtectus* when expressed in common beans. **African Crop Science Journal**, Kampala, v. 19, n. 4, p. 255–265, Oct./Dec. 2011.

LIOI, L.; BOLLINI, R. Identification a new arcelin variant in wild bean seeds. **Annual Report of Bean Improvement Cooperative**, v. 32, p. 28, 1989.

LOPES, L. M.; ARAÚJO, A. E. F.; SANTOS, A. C. V.; SANTOS, V. B.; SOUSA, A. H. Population development of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in landrace bean varieties occurring in southwestern Amazonia. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 109, n. 1, p. 467-471, Feb. 2016a.

LOPES, L. M.; NASCIMENTO, J. M.; SANTOS, A. C. V.; SANTOS, V. B.; SOUSA, A. H. Population development of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) landrace cowpea varieties occurring in southwestern Amazonia. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. (in press), 2016b.

LORINI, I. Descrição biológica e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenamento de grãos**. Campinas: IBG, 2002. p. 381-397.

MALDONADO, S. H. G.; MARÍN-JARILLO, A.; CASTELLANOS, J. Z.; MEJÍA, E.G.; ACOSTA-GALLEGOS, J. A. Relationship between physical and chemical characteristics and susceptibility to *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera:Bruchidae) and *Acanthoscelides obtectus* (Say) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 53-58, Jan. 1996.

MALLQUI, K. S. V.; OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C. Competition between the bean weevils *Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus* in common beans. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 55, n. 1, p. 32-35, Oct. 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cultura do Feijoeiro**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>>. Acesso em: 21 de jan. 2016

MARCONDES E.; RIBEIRO, M. A.; STANGERLIN, D. M.; SOUZA, A. P.; MELO, R. R. de; GATTO, D. A. Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo. **Revista Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 9, n. 6, p. 1-9, jun. 2013.

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

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J. D. Effect of powders from vegetal species on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) in stored bean. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 145-149, Jan./Mar. 2003.

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

MIRANDA, J. E.; TOSCANO, L. C.; FERNANDES, M. G. Avaliação da resistência de diferentes genótipos de *Phaseolus vulgaris* a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas**, Madri, v. 28, n. 4, p. 571-576, Oct./Dic. 2002.

OFUYA, T. I.; CREDLAND, P. F. Responses of three populations of the seed beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), to seed resistance in selected varieties of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 31, n. 1, p. 17-27, Jan. 1995.

OLIVEIRA, M. R. C.; CORRÊA, A. S.; SOUZA, G. A.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, L. O. Mesoamerican origin and pre- and post-columbian expansions of the ranges of *Acanthoscelides obtectus* say, a cosmopolitan insect pest of the common bean. **Plos One**, California, v. 8, n. 7, p. 1-12, July. 2013.

OLIVEIRA, S. O. D; RODRIGUES, A. S.; VIEIRA, J. L.; ROSI-DENADAI, C. A.; GUEDES, N. M. P.; GUEDES, R. N. C. Bean type modifies larval competition in *Zabrotes subfasciatus* (Chrysomelidae: Bruchinae). **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 108, n. 4, p. 2098-2106, Aug. 2015.

OSBORN, T. C.; BLAKE, T.; GEPTS, P.; BLISS, F. A. Bean arcelin 2. Genetic variation, inheritance and linkage relationship of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 71, n. 6, p. 847-855, Mar. 1986.

- PAES, N. S.; GERHARDT, I. R.; COUTINHO, M. V.; YOKOYAMA, M.; SANTANA, E.; HARRIS, N.; CHRISPEELS, M. J.; SA, M. F. G. de. The effect of arcelin-1 on the structure of the midgut of bruchid larvae and immunolocalization of the arcelin protein. **Journal of Insect Physiology**, Columbus, v. 46, n. 4, p. 393-402, Apr. 2000.
- PADGHAN, J.; PIKE, V.; DICK, K.; CARDONA, C. Resistance of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar to post-harvest infestation by *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Bruchidae). I. Laboratory tests. **Tropical Pest Management**, London, v. 38, n. 2, p. 167-172, Apr./June. 1992.
- PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: Mac Millan, 1951. 520 p.
- PARÓN, M. J. F. O.; LARA, F. M. Preferência alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) por genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 669-674, Dec. 2001.
- PAUL, U. V.; LOSSINI, J. S.; EDWARDS, P. J.; HILBECK, A. Effectiveness of products from four locally grown plants for the management of *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (both Coleoptera: Bruchidae) in stored beans under laboratory and farm conditions in Northern Tanzania. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 45, n. 2, p. 97-107, Apr. 2009.
- PEREIRA, P. A. A.; YOKOYAMA, M.; QUINTELA, E. D.; BLISS, F. A. Controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 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, ago. 1995.
- PEREIRA, R. de C. A.; COSTA, J. G. da; MAIA, A. S. C. **Recomendações para a cultura do feijão no estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa-CPAF/AC, 1998. 24 p. (Circular Técnica, 24).
- PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D. A.; CORRÊA, A. S.; GUEDES, R. N. C. Phosphine-induced walking response of the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica*). **Pest Management Science**, London, v. 68, n. 10, p. 1368-1373, Oct. 2012.
- POSSO, C. E.; CARDONA, C.; VALOR, J. F.; MORALES, H. Development of lines of beans resistant to the weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 18, n. 1, p. 8-13, 1992.
- RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; RIBEIRO, D. M. Propriedades Físicas do Feijão Durante a Secagem: Determinação e Modelagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 225-230, jan./fev. 2008.
- ROMERO ANDREAS, J.; YANDELL, B. S.; BLISS, F. A. Inheritance of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. and its effect on seed composition. **Theoretical and Applied Genetic**, Berlin, v. 72, n. 1, p. 123-128, Apr. 1986.

ROSSETTO, C. J. Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. **O Agrônomo**, Capinas, v. 18, n. 9-10, p. 38-51, 1966.

SALES, M. P.; ANDRADE, L. B. S.; ARY, M. B.; MIRANDA, M. R. A.; TEIXEIRA, F. M.; OLIVEIRA, A. S.; FERNANDES, K. V. S.; XAVIER-FILHO, J. Performance of bean bruchids *Callosobruchus maculatus* and *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) reared on resistant (IT81D-1045) and susceptible (Epace 10) *Vigna unguiculata* seeds: relationship with trypsin inhibitor and vicilin excretion. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v. 142, n. 4, p. 422-426, Dec. 2005.

SAKTHIVELKUMAR, S.; JESSE, M. I.; VEERAMANI, V.; RAMARAJ, P.; KATHIRAVAN, K.; ARUMUGAM, M.; JANARTHANAN, S. Diversity and analysis of sequences encoded by arcelin genes from Indian wild pulses resistant to bruchids. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 48, n. 11, p. 1697-1705, Nov. 2013.

SALUNKE, B. K.; KOTKAR, H. M.; MENDKI, P. S.; UPASANI, S. M.; MAHESHWARI, V. L. Efficacy of flavonoids in controlling *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae), a post-harvest pest of grain legumes. **Crop Protection**, Oxford, v. 24, n. 10, p. 888-893, Oct. 2005.

SANTINO, A.; VALSASINA, B.; VITALE, A.; BOLLINI, R. Bean (*Phaseolus vulgaris*) seed lectins: a novel electrophoretic variant of arcelin. **Plant Physiology**, Rockville, v. 10, n. 1, p. 7-11, Jan. 1991.

SAS. **SAS/STAT(R) 9.3 User's Guide**. SAS Institute, Cary, NC, USA. 2011. Disponível em: <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63962/HTML/default/viewer.htm#chap0_toc.htm> Acessado em: 22 fev. 2016.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SCHOONHOVEN, A.; CARDONA, C. Low levels of resistance to the Mexican bean weevil in dry beans. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 75, n. 4, p. 567-569. 1982.

SCHOONHOVEN, A., CARDONA, C. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera; Bruchidae) in non cultivated common bean accessions. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 76, n. 6, p. 1255-1259. 1983.

SILVA, S. C; STEINMETZ, S. **Cultivo do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 40 p. (Sistema de produção, 2).

SOUSA, A. H.; FARONI, L. R. D. A.; PIMENTEL, M. A. G.; GUEDES R. N. C. Developmental and population growth rates of phosphine-resistant and -susceptible populations of stored product insect-pests. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 45, n. 4, p. 241-246, Oct. 2009.

SOUZA, S. M.; UCHÔA, A. F.; SILVA, J. R.; SAMUELS, R. I.; OLIVEIRA, A. E. A.; OLIVEIRA, E. M.; LINHARES, R. T.; ALEXANDRE, D.; SILVA C. P. The fate of vicilins, 7S storage globulins, in larvae and adult *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Journal of Insect Physiology**, Columbus, v. 56, n. 9, p. 1130-1138, Sept. 2010.

SUDARAM, J.; SHANMUGAVEL, S.; VELAYUTHAM, V.; DIXIT, R.; SUBBARATNAM, M. A new variant of antimetabolic protein, arcelin from an Indian bean, *Lablab purpureus* (Linn.) and its effect on the stored product pest, *Callosobruchus maculatus*. **Food Chemistry**, Washington, DC, v. 135, n. 4, p. 2839-2844, Dec. 2012.

TEETES, G. L. **Plant Resistance to Insects: A fundamental component of IPM**. 2013. Disponível em: <<http://ipmworld.umn.edu/chapters/teetes.htm>>. Acesso em: 21 de jan. 2016.

TEIXEIRA, I. R. V.; ZUCOLOTO, F. S. Intraspecific competition in *Zabrotes subfasciatus*: physiological and behavioral adaptations to different amounts of host. **Insect Science**, Beijing, v. 19, n. 1, p. 102-111, Feb. 2012.

THRONE, J. E.; BAKER, J. E.; MESSI-NA, F. J.; KRAMER, K. J.; HOWAR, J. A. Howard. Varieal resistance. In: SUBRAMANYAM B.; HAGSTRUM D. W. (Eds.), **Alternatives to pesticides in stored-product IMP**. Norwell: Academic Publishers, 2000. p. 165-192.

TREMATERRA, P.; FONTONA, F.; MANCINI, M. Analysis of development rates of *Sitophilus oryzae* (L.) in five cereals of the genus *Triticum*. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 32, n. 4, p. 315-322, Oct. 1996.

VELTEN, G.; ROTT, A. S.; CARDONA, C.; DORN, S. Effects of a plant resistance protein on parasitism of the common bean bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) by its natural enemy *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Biological Control**, Orlando, v. 43, n. 1, p. 78-84, Oct. 2007a.

VELTEN, G.; ROTT, A. S.; CARDONA, C.; DORN, S. The inhibitory effect of the natural seed storage protein arcelin on the development of *Acanthoscelides obtectus*. **Journal of Stored Products Research**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 550-557, July/Sept. 2007b.

VENDRAMIM, J. D.; GUZZO, E. C. Resistencia de plantas e a biotecnologia e nutrição dos insetos. In. PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição dos insetos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica 2009. p. 1053-1055.

ZIMMERMANN, M. J. de O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, SP: Potafos, 1996. p. 57-58.

WANDER, A. L. **Cultivo de feijão da primeira e segunda safra na região sul de Minas Gerais.** Embrapa Arroz e Feijão. Disponível em: sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafraSulMG/mercado_comercializacao. Publicado em: 2005. Acesso em: 21 jan. 2016.

WANDERLEY, V. S.; OLIVEIRA, J. V., ANDRADE JÚNIOR, M. L. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 315-320, ago. 1997.