

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Seleção de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.)  
(Leguminosae) resistentes aos carunchos *Acanthoscelides  
obtectus* (Boh.) e *Zabrotes subfasciatus* (Say) (Coleoptera:  
Bruchidae) e o seu uso associado com inseticidas botânicos**

**Elio Cesar Guzzo**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba  
2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



Elio Cesar Guzzo  
Biólogo

**Seleção de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.)  
(Leguminosae) resistentes aos carunchos *Acanthoscelides obtectus*  
(Boh.) e *Zabrotes subfasciatus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) e o seu  
uso associado com inseticidas botânicos**

Orientador:  
Prof. Dr. **JOSÉ DJAIR VENDRAMIM**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em  
Ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba  
2008



Aos meus pais **Elio e Carmen**,  
e aos meus irmãos **Sandro, Renê e Rafael**,

pelo apoio incondicional,

**OFEREÇO**

À minha noiva **Ana Carolina**,

pelo amor, paciência, incentivo e cumplicidade,

**DEDICO**



## AGRADECIMENTOS

Ao orientador, e hoje amigo, Dr. José Djair Vendramim, Professor Titular do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), por ter aceitado o desafio de me orientar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ/USP, pela oportunidade de realizar os meus estudos de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão das bolsas de Mestrado e Doutorado Direto, respectivamente.

Ao Instituto Agronômico de Campinas que, por intermédio dos Drs. André L. Lourenção e Sérgio A. M. Carbonel, viabilizou a realização deste trabalho, fornecendo os grãos dos genótipos de *P. vulgaris* utilizados nos ensaios.

Ao Prof. Dr. Valter Arthur e à MSc Andréia K. Bonini, pelo fornecimento dos indivíduos de *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*, respectivamente, que deram origem às criações estoque utilizadas nos experimentos.

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo, por ter possibilitado a minha participação no XVI International Plant Protection Congress – IPPC, em Glasgow, Escócia.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia da ESALQ/USP, por todos os ensinamentos recebidos.

À Professora Dra. Marinéia de Lara Haddad, à MSc Sandra Maria Tieppo e ao MSc Alison Fernando Chiorato, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao amigo e ex-orientador, Dr. Luís Francisco Angeli Alves, um dos “grandes culpados” por esta conquista, por ter me ensinado o belo caminho da entomologia e ter guiado meus primeiros passos.

Aos colegas pós-graduandos do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas da ESALQ/USP: Ana Paula Korndorfer, Angelina Marcomini, Cristina Fugi, Eliane Grisoto, Fátima Rampelotti, Gerane Bezerra, José Francisco Garcia, Márcio Tavares, Mônica Santos, Paulo Bogorni, Rita Gervásio e



Uémerson Cunha, pela amizade e colaboração. O que aprendi com vocês, levarei por toda a vida.

Aos estagiários do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas da ESALQ/USP: Bruno Lovato, Cristina Jensen, Danila Helena, Fabiana Fassis, Fernanda Diogo, Patrícia Gabriel, Vanessa Pansiera e Yueh Lee, pela convivência. Em especial ao Osvaldo Marteniuk, pelo precioso auxílio na condução dos experimentos.

Aos colegas pós-graduandos do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP: Ademir Neves, André Lahóz, Bruno Souza, Catia Sazaki, Claudia Marinho, Cláudio Franco, Denise Navia, Dori Nava, Eduardo Primiano, Erich Stingel, Fabiana Romano, Geraldo Arruda, Gustavo Gonzaga, Gustavo Haralampidou, Javier Vásquez Castro, João Fernando Bernardini, José Wilson da Silva, Juan Guarín Molina, Katherine Girón Pérez, Luciana Rossi, Luciane Junqueira, Luciano Pacelli, Luiz Padulla, Marcelo Miranda, Marcelo Poletti, Marcos Belini, Marina Frizzas, Nivia Dias, Priscila Fortes, Regiane, Rodrigo Marques, Rudinei Ringenberg e Wyratan Santos, pelo companheirismo. Em especial à Patrícia Milano, por ter tornado as monitorias mais agradáveis, e ao Edmilson Silva (Gavião), pela ajuda quando a criação de bruquídeos foi infestada por ácaros.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola da ESALQ/USP: Augusto, Carlinhos, Carlos Giusti, Dino, Sr. João, João Forti, João Gorá, Neide, Ricardo, Solange, Tutu e Victor e, em especial, à Ana Gabriela Brancalhão, Edilene Oliveira, Maria Marta Barella e Regina de Moraes, pela amizade e serviços prestados. Também à Dona Antônia, pelo carinho.

Aos amigos: Álvaro, Carla, Cléverson, Érica (Kinha), Fernanda Paludo, Gabriela (Gabi), Juan, Julio (Sem Rumor), Leandro, Milena, Naiane, Nilza, Pedro (Ogro), Priscilla (Pisgüi), Raquel, Ricardo (Shoiu), Rosângela, Tatiane e, em especial, à Ana Paula (Flipper), Anderson, Augusto, Erik, Heitor (Salomão) e Weslen (Lilo). Vocês foram a minha família em Piracicaba.

À bibliotecária Silvia Zinsly, da Biblioteca Central da ESALQ/USP, pela prestimosa colaboração na revisão da tese.

“O mundo dos insetos é o fenômeno mais surpreendente da natureza. Nele, nada é impossível; as coisas mais improváveis comumente ocorrem. Quem mergulha em seus mistérios perde a respiração com as maravilhas. Ele sabe que qualquer coisa pode acontecer, e que o completamente impossível freqüentemente acontece”.

C.J. Briejèr – Biólogo holandês



## SUMÁRIO

	RESUMO .....	11
	ABSTRACT .....	13
	LISTA DE FIGURAS .....	15
	LISTA DE TABELAS .....	17
1	INTRODUÇÃO .....	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	23
2.1	O feijão-comum <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	23
2.1.1	Origem, histórico e características.....	23
2.1.2	Importância econômica.....	24
2.2	Os bruquídeos (Coleoptera: Bruchidae Latreille, 1802) .....	26
2.2.1	<i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say, 1831).....	30
2.2.2	<i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boheman, 1833) .....	33
2.3	Resistência de feijão a bruquídeos.....	35
2.3.1	Considerações gerais .....	35
2.3.2	Resistência de <i>P. vulgaris</i> a <i>A. obtectus</i> e <i>Z. subfasciatus</i> no Brasil.....	39
2.3.3	Perspectivas .....	41
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	43
3.1	Obtenção e manutenção da criação de <i>Acanthoscelides obtectus</i> e <i>Zabrotes subfasciatus</i> .....	43
3.2	Obtenção dos genótipos de feijão .....	43
3.3	<i>Screening</i> inicial dos genótipos de <i>P. vulgaris</i> em relação a <i>A. obtectus</i> e <i>Z. subfasciatus</i> .....	44
3.4	Atratividade e preferência para oviposição de <i>Z. subfasciatus</i> por genótipos de <i>P. vulgaris</i> , em teste de livre escolha.....	46
3.5	Efeito dos genótipos de <i>P. vulgaris</i> sobre a oviposição e aspectos biológicos de <i>Z. subfasciatus</i> , em teste de confinamento.....	47
3.5.1	Efeito dos genótipos sobre a oviposição.....	47
3.5.2	Efeito dos genótipos sobre a viabilidade, duração do período imaturo e peso dos adultos.....	48

3.5.3	Efeito dos genótipos sobre a longevidade e fecundidade dos adultos emergidos .....	48
3.5.4	Efeito dos genótipos sobre alguns parâmetros biológicos dos adultos da segunda geração .....	49
3.6	Microscopia eletrônica de varredura.....	49
3.7	Efeito de inseticidas botânicos sobre <i>Z. subfasciatus</i> .....	50
3.8	Efeito combinado de variedade resistente de <i>P. vulgaris</i> e inseticida botânico contra <i>Z. subfasciatus</i> .....	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	53
4.1	<i>Screening</i> inicial dos genótipos de <i>P. vulgaris</i> em relação a <i>A. obtectus</i> e <i>Z. subfasciatus</i> .....	53
4.2	Atratividade e preferência para oviposição de <i>Z. subfasciatus</i> pelos genótipos de <i>P. vulgaris</i> , em teste de livre escolha .....	70
4.3	Efeito dos genótipos de <i>P. vulgaris</i> sobre a oviposição e aspectos biológicos de <i>Z. subfasciatus</i> , em teste de confinamento.....	75
4.3.1	Efeito dos genótipos sobre a oviposição.....	75
4.3.2	Efeito dos genótipos sobre a viabilidade, duração do período imaturo e peso dos adultos emergidos .....	77
4.3.3	Efeito dos genótipos sobre a longevidade e fecundidade dos adultos emergidos .....	85
4.3.4	Efeito dos genótipos sobre alguns parâmetros biológicos dos adultos da segunda geração .....	89
4.4	Efeito de inseticidas botânicos sobre <i>Z. subfasciatus</i> .....	94
4.5	Efeito combinado de variedade resistente de <i>P. vulgaris</i> e inseticida botânico contra <i>Z. subfasciatus</i> .....	97
5	CONCLUSÕES.....	101
	REFERÊNCIAS .....	103

## RESUMO

### **Seleção de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) (Leguminosae) resistentes aos carunchos *Acanthoscelides obtectus* (Boh.) e *Zabrotes subfasciatus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) e o seu uso associado com inseticidas botânicos**

Este estudo foi realizado com o objetivo de identificar genótipos de feijão *Phaseolus vulgaris* resistentes aos carunchos *Acanthoscelides obtectus* e *Zabrotes subfasciatus*, bem como avaliar o efeito associado desses genótipos resistentes com inseticidas de origem vegetal. Para tanto, foram utilizados acessos de *P. vulgaris* do Banco de Germoplasma do Instituto Agronômico de Campinas e inseticidas comerciais de origem botânica. No *screening* inicial, amostras dos genótipos foram infestadas com cada uma das espécies de bruquídeos separadamente, avaliando-se o número de insetos emergidos aos 50 dias após a infestação. Dos 49 genótipos testados contra *A. obtectus*, não houve emergência naqueles com números de acesso 525, 584 e 615, podendo ser considerados os mais resistentes. Em relação a *Z. subfasciatus*, os genótipos com números de acesso 2, 35, 251, 570, 583, 584, 610, 621, 634, 816, 818 e 819 se mostraram mais resistentes entre os 185 avaliados. Destes, os genótipos portadores de arcelina 583, 584, 816, 818 e 819, além de 570 e 610, foram selecionados como os mais promissores para os testes subseqüentes, juntamente com a variedade Bolinha, que foi utilizada como controle de suscetibilidade. Não foi observada correlação entre as características morfoagronômicas dos genótipos de *P. vulgaris* e a sua resistência às espécies de bruquídeos avaliadas, indicando que a resistência a estas pragas não está associada às características da flor, vagem, semente e fenologia dos genótipos. A massa de mil sementes, que é indicativa da origem dos genótipos, foi um dos descritores analisados, mostrando também que a resistência de *P. vulgaris* a *A. obtectus* e a *Z. subfasciatus* não está relacionada à origem dos genótipos. Em testes de livre escolha e de confinamento, avaliou-se o efeito dos genótipos selecionados no *screening*, juntamente com a variedade Bolinha, sobre o comportamento e biologia de *Z. subfasciatus*. Verificou-se que a avaliação da preferência de *Z. subfasciatus* por genótipos de *P. vulgaris* em teste de livre escolha pode ser feita com 1 dia após a infestação e que 'Bolinha', apesar de ser suscetível a *Z. subfasciatus* e favorecer o seu desenvolvimento, apresenta antixenose para oviposição em relação à praga. Nos testes realizados, os genótipos contendo arcelina tenderam a ser mais resistentes que os demais sem essa proteína, sendo que os seus efeitos sobre *Z. subfasciatus* incluíram o aumento da mortalidade no período de desenvolvimento, alongamento desse período e redução do peso de adultos emergidos, mantendo-se, de certa forma, estáveis ao longo de duas gerações da praga. A resistência conferida pela arcelina revelou ser do tipo antibiose, tendo como causas a impropriedade nutricional e a ação no metabolismo do inseto. Com relação aos inseticidas botânicos, foram testados 3 produtos comerciais, sendo 2 à base de azadiractina e um à base de rotenona. Entre estes, o produto que mais afetou o desenvolvimento de *Z. subfasciatus* foi NeemPro<sup>®</sup>, derivado de nim (*Azadirachta indica*), o qual apresentou efeito ovicida e prolongou a duração do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus*. Frente a isto, avaliou-se o efeito associado de

NeemPro<sup>®</sup> com o genótipo resistente portador de arcelina 818 sobre alguns parâmetros biológicos de *Z. subfasciatus*. Verificou-se que os efeitos mais severos sobre *Z. subfasciatus* foram causados pelo genótipo resistente, independentemente do inseticida à base de nim e que o uso associado de ambos não provoca efeito aditivo ou sinérgico, não sendo recomendado para o manejo de *Z. subfasciatus*.

Palavras-chave: Resistência de plantas; Arcelina; Plantas inseticidas; Nim; Rotenona

## ABSTRACT

### **Selection of common bean *Phaseolus vulgaris* (L.) (Leguminosae) resistant genotypes to the weevils *Acanthoscelides obtectus* (Boh.) and *Zabrotes subfasciatus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) and its association to botanical insecticides**

This research was carried out to identify *Phaseolus vulgaris* genotypes resistant to the bean weevils *Acanthoscelides obtectus* and *Zabrotes subfasciatus*, as well as to evaluate the effect of these genotypes in association with botanical insecticides. To reach this objective, *P. vulgaris* accessions from the Germplasm Bank of Instituto Agronômico de Campinas and commercial insecticides from botanical origin were tested. In the initial screening, samples of bean genotypes were infested with the weevil species separately and the number of adults emerged at the 50<sup>th</sup> day after infestation was evaluated. There was no *A. obtectus* emergence in genotypes 525, 584 and 615, among the 49 ones screened against this pest. In relation to *Z. subfasciatus*, genotypes with accession numbers 2, 35, 251, 570, 583, 584, 610, 621, 634, 816, 818 and 819 showed themselves resistant among 185 screened ones. The arcelin-containing genotypes 583, 584, 816, 818 and 819, plus 570 and 610 (both lacking this protein), were selected as the most promising for additional evaluations. Bolinha variety was also used as the susceptible standard. No correlation between morpho-agronomical characteristics of the *P. vulgaris* genotypes and their resistance to the weevils was observed, indicating that resistance to these two pests is not associated to genotypes flower, pod and seed characters or plant phenology. The mass of 1000 seeds, which indicates the origin of genotypes, was one of the used descriptors, showing that *P. vulgaris* resistance to *A. obtectus* and *Z. subfasciatus* is not related to genotypes origin too. In free- and no-choice tests, it was evaluated the effect of the screened genotypes on *Z. subfasciatus* behavior and biology, compared to 'Bolinha'. It was verified that in free-choice tests, the evaluation of *Z. subfasciatus* preference for *P. vulgaris* genotypes can be done 1 day after infestation. Despite being susceptible to *Z. subfasciatus* and supporting its development, 'Bolinha' holds antixenosis for oviposition in relation to the pest. In the bioassays carried out, genotypes containing arcelin tended to be more resistant than those lacking this protein and their effects on *Z. subfasciatus* include increasing of the mortality in the developmental period, enlargement of this period and reduction in adult weight, also being stable during two pest generations. The resistance provided by arcelin revealed itself to be antibiosis, by acting as antinutrients and also as antimetabolites. In relation to botanical insecticides, 3 commercial products, 2 of them based on azadirachtin and 1 based on rotenone, were evaluated. The insecticide NeemPro<sup>®</sup>, extracted from neem (*Azadirachta indica*) was the only one significantly causing ovicidal effect and enlarging *Z. subfasciatus* developmental period. Based on these results, the associated effect of NeemPro<sup>®</sup> and the resistant arcelin-containing *P. vulgaris* genotype 818 on some *Z. subfasciatus* biological parameters was evaluated. It was verified that the most severe effects on *Z. subfasciatus* were caused by the resistant bean genotype, independently of the neem based insecticide. The associated use of



these two control methods no results in additive or synergistic effect and is not recommended for the management of *Z. subfasciatus*.

Keywords: Plant resistance; Arcelin; Insecticidal plants; Neem; Rotenone

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Aspectos gerais e detalhes da morfologia de larvas da família Bruchidae ..... 28
- Figura 2 - Aspectos gerais de um adulto de *Acanthoscelides obtectus* e detalhes da morfologia..... 31
- Figura 3 - Aspectos gerais de uma fêmea de *Zabrotes subfasciatus* e detalhes da morfologia..... 34
- Figura 4 - Dispersão de 49 genótipos de *Phaseolus vulgaris* em plano formado pelos dois primeiros componentes principais da análise realizada a partir de 18 descritores morfoagronômicos e da resistência a *Acanthoscelides obtectus*. Os genótipos foram caracterizados segundo sua massa de mil sementes e segundo o seu índice de resistência a *A. obtectus* ..... 65
- Figura 5 - Dispersão de 185 genótipos de *Phaseolus vulgaris* em plano formado pelos dois primeiros componentes principais da análise realizada a partir de 18 descritores morfoagronômicos e da resistência a *Zabrotes subfasciatus*. Os genótipos foram caracterizados segundo sua massa de mil sementes e segundo o seu índice de resistência a *Z. subfasciatus* ..... 66
- Figura 6 - Microfotografia eletrônica de varredura da superfície do tegumento de grãos de diferentes genótipos de feijão *Phaseolus vulgaris*..... 74



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Número médio de adultos de *Acanthoscelides obtectus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento ..... 53
- Tabela 2 - Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento ..... 56
- Tabela 3 - Genótipos de *Phaseolus vulgaris* selecionados em função da resistência a *Zabrotes subfasciatus* e o número de insetos emergidos de cada um, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento ..... 68
- Tabela 4 - Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* presentes em genótipos de *Phaseolus vulgaris*, 1 dia após a infestação (D.A.I.), em teste de livre escolha..... 70
- Tabela 5 - Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* presentes em genótipos de *Phaseolus vulgaris*, aos 4 dias após a infestação (D.A.I.), em teste de livre escolha..... 71
- Tabela 6 - Oviposição média de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de livre escolha ..... 72
- Tabela 7 - Oviposição média de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento ..... 76

Tabela 8 - Número médio de adultos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> emergidos de grãos de diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em teste de confinamento.....	78
Tabela 9 - Viabilidade do período de desenvolvimento de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em teste de confinamento.....	79
Tabela 10 - Duração média do período de desenvolvimento de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em teste de confinamento.....	81
Tabela 11 - Peso médio dos adultos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> emergidos de grãos de diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em teste de confinamento.....	83
Tabela 12 - Longevidade média de adultos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> emergidos de grãos de diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em teste de confinamento.....	85
Tabela 13 - Fecundidade média relativa de fêmeas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> emergidas de grãos de diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em teste de confinamento .....	86
Tabela 14 - Fecundidade relativa de fêmeas de <i>Zabrotes subfasciatus</i> emergidas de diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em comparação à de sua progênie, em testes de confinamento .....	88
Tabela 15 - Viabilidade do período de desenvolvimento da segunda geração de <i>Zabrotes subfasciatus</i> em diversos genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> , em teste de confinamento .....	90

- Tabela 16 - Viabilidade do período de desenvolvimento da primeira e segunda gerações de *Zabrotes subfasciatus* em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento ..... 91
- Tabela 17 - Peso médio dos adultos da segunda geração de *Zabrotes subfasciatus* criados em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento ..... 92
- Tabela 18 - Peso médio de machos e fêmeas da primeira e segunda gerações de *Zabrotes subfasciatus* criados em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento ..... 93
- Tabela 19 - Porcentagem média de ovos viáveis e porcentagens de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos em *Phaseolus vulgaris*, após o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticidas de origem vegetal ..... 94
- Tabela 20 - Duração média do período de desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* em *Phaseolus vulgaris*, após o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticidas de origem vegetal ..... 96
- Tabela 21 - Porcentagem média de ovos viáveis de *Zabrotes subfasciatus* e porcentagens de adultos emergidos em genótipos de *Phaseolus vulgaris* resistente e suscetível, com e sem o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticida derivado de nim ..... 97
- Tabela 22 - Duração média do período de desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* em genótipos de *Phaseolus vulgaris* resistente e suscetível, com e sem o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticida derivado de nim ..... 98

Tabela 23 - Peso médio de adultos de <i>Zabrotes subfasciatus</i> emergidos de genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> resistente e suscetível, com e sem o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticida derivado de nim.....	99
--	----

## 1 INTRODUÇÃO

Originário do continente americano e domesticado em dois centros distintos, nas Américas Central e do Sul, *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae) teria sido disseminado por todo o mundo por meio do comércio de escravos, alcançando a Europa no século XVI e sendo reintroduzido na América do Norte no final do século XIX (HANCOCK, 2004).

Também conhecido como feijão-comum, ou feijoeiro-comum, *P. vulgaris* se encontra hoje distribuído por todo o mundo, sendo cultivado sob as mais diversas condições de clima, solo e manejo (GRAHAM; RANALLI, 1997).

Como alimento, o feijão representa hoje a principal fonte de proteína vegetal para o consumo humano em todo o mundo, chegando até mesmo a ser a única fonte de proteína disponível para populações de algumas regiões pobres do planeta (GRAHAM; RANALLI, 1997). Além do seu alto teor protéico, o feijão ainda oferece vitaminas e minerais e apresenta elevado valor energético, sendo muito importante em toda a América Latina, incluindo o Brasil (GUZMÁN-MALDONADO et al., 1996), onde o alimento faz parte da cesta básica.

Entre os diversos problemas enfrentados pela cultura do feijão, Graham e Ranalli (1997) citam os insetos como sendo as pragas que causam os maiores prejuízos em todo o mundo, destacando-se os carunchos (Coleoptera: Bruchidae), que infestam sementes de leguminosas tanto no campo quanto em condições de armazenamento. No Brasil, duas espécies de bruquídeos merecem destaque pelos prejuízos que causam a *P. vulgaris*, sendo elas *Acanthoscelides obtectus* e *Zabrotes subfasciatus* (GALLO et al., 2002).

As larvas destas duas espécies abrem galerias nas sementes para a sua alimentação, podendo destruir completamente os cotilédones, sendo que a qualidade dos grãos é afetada devido à redução no valor nutritivo, presença de dejeções, ovos e insetos mortos. Além disso, ocorre também a desvalorização comercial do produto pela perda do poder germinativo dos grãos destinados à semeadura, pela destruição do embrião e pelo favorecimento do ataque de pragas secundárias e de microorganismos



como fungos e bactérias, devido à elevação da temperatura e da umidade nos grãos atacados (GALLO et al., 2002; LORINI, 2002).

O controle destas pragas é feito com o uso de inseticidas, por meio da pulverização dos grãos, ou por meio de fumigação (HILL, 2002), mas o uso de métodos de controle ambientalmente mais seguros deve ser incentivado (GUZZO et al., 2007). Neste sentido, o uso de variedades resistentes para o controle dessas pragas, uma vez que não causa distúrbios ou poluição ambiental, não exige conhecimentos específicos por parte do agricultor e não acarreta qualquer ônus adicional (LARA, 1991), compõe uma alternativa bastante interessante, sobretudo para os pequenos agricultores.

Além disso, as variedades resistentes podem ser empregadas em conjunto com outros métodos de controle, como por exemplo as plantas inseticidas, em consonância com a filosofia do Manejo Integrado de Pragas (GALLO et al., 2002).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de diferentes genótipos de feijoeiro *P. vulgaris* a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus*, por meio do seu efeito sobre o comportamento, desenvolvimento e reprodução destas pragas, bem como avaliar o efeito de inseticidas de origem vegetal sobre *Z. subfasciatus* e a sua possibilidade de uso combinado com as variedades resistentes.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O feijão-comum *Phaseolus vulgaris* L.

Conhecido popularmente como feijão-comum, ou feijoeiro-comum, *Phaseolus vulgaris* pertence à família Leguminosae, subfamília Papilionoideae e tribo Phaseoleae (GRAHAM; RANALLI, 1997).

Das diversas espécies existentes de *Phaseolus*, todas originárias do continente americano, cinco são cultivadas em escala mundial: *P. vulgaris* L., *P. coccineus* L., *P. lunatus* L., *P. polyanthus* Greenm. e *P. acutifolius* A. Gray. Todas as espécies cultivadas são diplóides ( $2n= 22$ ) e derivadas diretamente dos seus ancestrais selvagens (intercruzantes) (HANCOCK, 2004), sendo *P. vulgaris* a mais importante.

#### 2.1.1 Origem, histórico e características

A domesticação do feijão no Novo Mundo ocorreu há mais de 7.000 anos (GRAHAM; RANALLI, 1997), provavelmente antes mesmo da domesticação do milho. A espécie teria sido domesticada independentemente a partir de duas variedades selvagens distintas (*P. vulgaris* var. *mexicanus* na região mesoamericana e *P. vulgaris* var. *aborigineus* na América do Sul) (HANCOCK, 2004), que diferem entre si em uma série de características, inclusive formando híbridos na sua maioria estéreis (GRAHAM; RANALLI, 1997; HANCOCK, 2004).

*P. vulgaris* teria se disseminado pelas Américas do Norte e do Sul durante milhares de anos e chegou à região central dos EUA há cerca de mil anos. Por meio do comércio de escravos, *P. vulgaris* teria chegado também à África e atingido a Europa no século XVI, sendo a partir daí reintroduzido na América do Norte no final do século XIX (HANCOCK, 2004).

Nos últimos 10.000 anos, o feijão teria adquirido as características provocadas pela sua domesticação, como a adaptação ao fotoperíodo neutro, alteração na arquitetura da planta, mudança de hábito perene para anual, aquisição de sementes

maiores e mais tenras e desenvolvimento de vagens mais persistentes (HANCOCK, 2004).

Assim, todas as formas cultivadas são herbáceas, anuais, com germinação epígea e hábito de crescimento determinado ou indeterminado. As racemas se formam nas regiões axilares ou apicais, podendo ter uma ou várias flores. As flores são zigomorfas, com uma carena bi-petalada e mais três pétalas caracteristicamente dispostas e contendo 10 estames e um único ovário multiovulado. Podem ser brancas, róseas ou púrpuras, sendo a sua cor geneticamente independente da cor da semente, embora associações de certas cores sejam comuns. Até 2/3 de todas as flores produzidas podem sofrer abscisão, sendo este fenômeno mais comum entre as flores formadas nos nódulos e ramos superiores e também entre as últimas flores formadas na racema. Sob condições de estresse, frutos (vagens) jovens ou sementes em desenvolvimento também podem sofrer abscisão. As flores são predominantemente auto-polinizadas e se desenvolvem em uma vagem fina e curvada. As sementes podem ser redondas, elípticas, um pouco achatadas ou redondo-alongadas e apresentar uma grande riqueza de cores e padrões no tegumento (GRAHAM; RANALLI, 1997).

### **2.1.2 Importância econômica**

O feijão representa a principal fonte de proteína vegetal para o consumo humano no mundo, chegando mesmo a ser a única fonte de proteína disponível para algumas populações de países em desenvolvimento e regiões pobres da América Latina e leste da África (GRAHAM; RANALLI, 1997), além de fornecer também vitaminas e minerais (GUZMÁN-MALDONADO et al., 1996). É cultivado extensivamente nas principais áreas continentais, estendendo-se entre as latitudes 52°N e 32°S e desde o nível do mar nos EUA e Europa a elevações de mais de 3.000m na cordilheira dos Andes (GRAHAM; RANALLI, 1997).

Os sistemas de cultivo aos quais o feijoeiro está submetido são bastante diversificados no mundo todo, variando desde monocultura intensiva altamente mecanizada e irrigada, a complexas associações com milho, outros cereais, cana-de-açúcar e café (GRAHAM; RANALLI, 1997). No Brasil, até há pouco tempo, a produção

de feijão também era caracterizada por cultivos em pequenas áreas, com pouca tecnologia e voltada principalmente à subsistência. No entanto, a cultura do feijão tem passado por profundas transformações nos últimos anos (KLUTHCOUSKI; AIDAR; THUNG, 2007).

Até a metade da década de 1990, o Brasil se apresentava como o maior consumidor mundial de feijão (BASTOS FILHO, 1995), mas experimentou nos últimos anos uma queda constante neste consumo, em função do aumento da preferência da população pelos alimentos do tipo *fast food*. No entanto, com o atual interesse da população pelo resgate dos hábitos alimentares mais saudáveis, aliado ao aumento do poder aquisitivo proporcionado por programas sociais do governo e às constantes crises envolvendo o mercado internacional de fontes de proteína animal (gripe aviária, mal da vaca louca, e outros), para as quais o feijão constitui uma excelente alternativa, espera-se uma retomada no consumo nacional de feijão (BRANDALIZZE, 2007), que integra a cesta básica brasileira.

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2007), o Brasil está cultivando na safra 2007/2008 uma área de 3.932.500ha de feijão, somando-se a 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> safras, com estimativa de produção de 3.312.100t, e produtividade média de 842kg/ha. Apesar do aumento escalonado da produtividade brasileira, que era de cerca de 500kg/ha há pouco mais de uma década, ela ainda é baixa em relação aos países desenvolvidos, que chegam a produzir mais de 1.400kg/ha (BASTOS FILHO, 1995) ou em relação à produção em condições experimentais, que pode atingir 5.000kg/ha (GRAHAM; RANALLI, 1997).

Essa baixa produtividade é devida às perdas ocasionadas por fatores diversos, que podem ocorrer nas fases de pré-colheita, colheita, e pós-colheita, sendo que tanto na fase de pré como na de pós-colheita, as pragas da cultura certamente ocupam posição de destaque.

De acordo com Graham e Ranalli (1997), os insetos são as pragas que causam os maiores prejuízos em feijão em algumas partes do mundo, sendo que na América Latina predominam as cigarrinhas, os crisomelídeos e os bruquídeos, enquanto na África, as brocas de hastes e os bruquídeos são os mais importantes. Além dos danos que os bruquídeos causam ao produto, como pragas de armazenamento, o risco

de infestação também obriga os agricultores a vender a sua produção imediatamente após a colheita, no momento em que os preços normalmente estão mais baixos, resultando em prejuízos ainda maiores para os produtores.

## **2.2 Os bruquídeos (Coleoptera: Bruchidae Latreille, 1802)**

Conhecidos também como carunchos, ou besouros de sementes, os bruquídeos formam um grupo com mais de 1.700 espécies reconhecidas atualmente, alocadas em mais de 60 gêneros (JOHNSON; ROMERO, 2004). No entanto, este número pode ser ainda muito maior, pois Kingsolver (1990 apud SILVA 2005) prevê a descrição de 1.300 espécies somente no Novo Mundo, onde atualmente são conhecidas cerca de 750 espécies.

O grupo, que provavelmente se originou no período Cretáceo, há cerca de 144 milhões de anos, teve a sua maior diversificação no Terciário e hoje está distribuído em quase todos o mundo, exceto no continente antártico (SOUTHGATE, 1979), com maior número de espécies nas regiões tropicais da Ásia, África e Américas Central e do Sul (SILVA, 2005; SOUTHGATE, 1979).

O *status* taxonômico dos bruquídeos tem sido bastante debatido e ainda não há consenso entre os pesquisadores. Enquanto alguns autores consideram o grupo ao nível de família (Bruchidae Latreille, 1802) devido ao seu hábito espermófago e a um grupo de caracteres morfológicos externos dos adultos e das larvas, outros o consideram uma subfamília de Chrysomelidae (Bruchinae Latreille, 1802) (KINGSOLVER, 1995; VERMA; SAXENA, 1996). Esta sustentação se baseia no fato de os besouros de semente serem considerados um grupo irmão de Sagrinae, uma subfamília basal de Chrysomelidae (FARRELL; SEQUEIRA, 2004), sendo que em classificações filogenéticas, os grupos irmãos devem ser ranqueados no mesmo nível taxonômico (SILVA, 2005).

Mesmo havendo uma tendência crescente em se considerar os besouros de semente como subfamília, neste trabalho eles serão tratados como família (Bruchidae), conforme se convencionou.

De acordo com Costa Lima (1955), o nome Bruchidae deriva de *bruchos*, que significa “inseto roedor de sementes”, e é oriundo de *bruco*, que significa “eu rôo”, remetendo ao hábito alimentar do grupo, cujas larvas se alimentam exclusivamente de sementes de plantas.

Os adultos desta família são besouros pequenos e robustos, tendo o corpo com formato ovalado e coberto por densa pilosidade. Os élitros são estriados, sem epipleuras, com o ápice arredondado, e curtos, não cobrindo todo o abdome e deixando o pigídeo exposto. A cabeça é livre e conectada a uma espécie de “pescoço”, formado pelo afilamento anterior do pronoto. Apresentam um rostro curto e achatado e os olhos são bem desenvolvidos e tipicamente reniformes. As antenas são longas, compostas por 11 segmentos, geralmente serreadas nos machos, e se inserem na cabeça entre os olhos. Os tarsos são criptopentâmeros (o quarto tarsômero é muito reduzido, aparentando uma fórmula tarsal 4-4-4). Nas pernas posteriores, os fêmures são dilatados e freqüentemente apresentam espinhos, e o primeiro tarsômero é mais longo que os demais juntos (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; COSTA LIMA, 1955; GALLO et al., 2002; HILL, 2002).

As fêmeas são geralmente maiores que os machos, com a curvatura da extremidade do pigídio menos acentuada e a abertura anal terminal. Nos machos, o pigídio é bastante recurvado com abertura anal em posição ventral (GALLO et al., 2002).

As larvas também são robustas, apresentando tegumento fino e de coloração branca a amarelada. Exibem uma acentuada curvatura ventral, sendo referidas como “em forma de C”, ou “em forma de U”. A cabeça é bastante esclerotizada, de formato oval, hipognata, achatada dorso-ventralmente e altamente retraída para dentro do protórax. Apresentam antenas 2-segmentadas e estemas. As peças bucais são protraídas, sendo o lábio desprovido de palpos ou com estes reduzidos a cerdas, e as mandíbulas normalmente desprovidas de dentes, com o ápice arredondado, e com apenas um côndilo (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; COSTA; IDE, 2006; LAWRENCE et al., 1991). O tórax e o abdome apresentam quetotaxia variada, com espiráculos ovais ou redondos, sendo um par mesotorácico e oito pares abdominais. Possuem dez segmentos abdominais, com sulco anal transversal ou em forma de Y (LAWRENCE et al., 1991).

Comumente, as larvas dos bruquídeos são referidas na literatura como curculioniformes (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002), mas Lawrence et al. (1991) destacam que apenas as larvas dos três ínstares finais são ápodas, enquanto as de primeiro ínstar são oligópodas, enquadrando-se no tipo escarabeiforme (COSTA; IDE, 2006; LAWRENCE et al., 1991). As larvas de primeiro ínstar apresentam ainda uma placa protorácica esclerotizada em forma de X, ou de H (LAWRENCE et al., 1991; SOUTHGATE, 1979), com dois grupos de dois ou três espinhos menores, bastante característica, além de um grande espinho de cada lado do primeiro segmento abdominal (ATHIÉ; DE PAULA, 2002). Nas larvas dos ínstares 2-4, as pernas torácicas são rudimentares, reduzidas a papilas (Figura 1) (COSTA; IDE, 2006; COSTA LIMA, 1955).

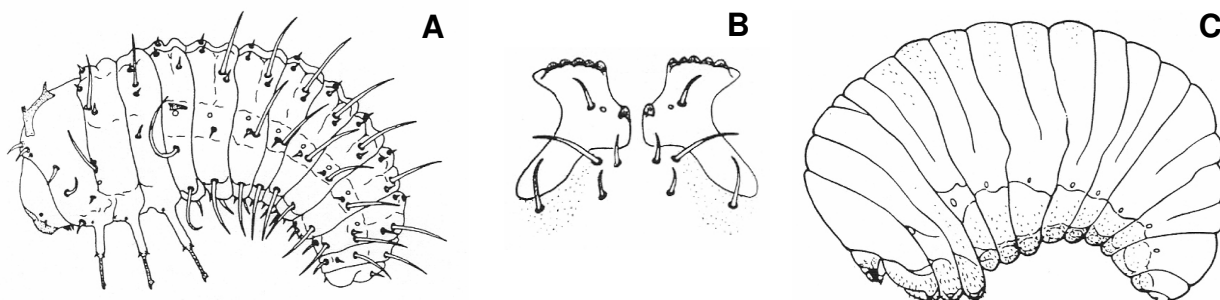


Figura 1 – Aspectos gerais e detalhes da morfologia de larvas da família Bruchidae (fora de proporção). A = larva oligópoda de primeiro ínstar; B = placa protorácica; C = larva ápoda (LAWRENCE et al., 1991)

As pupas são do tipo exarada ou livre, com os apêndices não soldados ao corpo, e também de coloração esbranquiçada (COSTA; IDE, 2006; LAWRENCE et al., 1991).

O ciclo de vida de um bruquídeo pode ser generalizadamente descrito da seguinte forma: a larva eclodida do ovo penetra na semente através de um pequeno orifício que abre no tegumento, passando aí todos os ínstares larvais, e consumindo continuamente o cotilédone da semente. Antes de empupar, a larva escava uma câmara, separada do exterior do grão apenas por um opérculo circular, que é composto quase somente pelo tegumento do grão, e com o perímetro enfraquecido, e empupa com a porção anterior do corpo voltada para esta abertura. Após a emergência, o adulto

pode ainda permanecer dentro da câmara por vários dias antes de empurrar o opérculo com a cabeça e pernas, ou mesmo sair imediatamente, podendo ser capaz de acasalar após 15 minutos e reiniciar a infestação (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; LAWRENCE et al., 1991; SOUTHGATE, 1979).

Embora haja registros da associação de bruquídeos com mais de 35 famílias de plantas, Leguminosae é a que tem o maior número de espécies registradas (SILVA, 2005; SOUTHGATE, 1979), sendo que todas as espécies de bruquídeos consideradas pragas atacam somente sementes de leguminosas (HILL, 2002).

Na família Bruchidae, os insetos adultos têm um período de sobrevivência relativamente curto e não se alimentam, ou se utilizam apenas de pólen, néctar e água, não provocando qualquer dano econômico. Assim, as larvas são as responsáveis pelos prejuízos decorrentes dos danos ocasionados aos grãos (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; COSTA LIMA, 1995; HILL, 2002; LAWRENCE et al., 1991).

A maioria das espécies ataca a cultura ainda no campo, sendo as larvas transportadas para os armazéns no interior das sementes. Algumas espécies não são capazes de completar o seu desenvolvimento nas sementes secas, cessando a infestação. Outras, por sua vez, continuam o seu desenvolvimento e atingem grandes infestações no local de armazenamento (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; HILL, 2002).

De acordo com Silva (2005), seis espécies de bruquídeos tornaram-se cosmopolitas devido ao comércio internacional e adquiriram importância econômica como pragas em todo o mundo: *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831), *Bruchus pisorum* Linnaeus, 1758, *Callosobruchus chinensis* (Linnaeus, 1758), *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775), *Caryedon serratus* (Olivier, 1790) e *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833).

No Brasil, *C. maculatus* é uma importante praga de feijões do gênero *Vigna* (GALLO et al., 2002), enquanto *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* são as principais pragas de *P. vulgaris* em condições de armazenamento. Para Costa Lima (1955), das espécies de bruquídeos que atacam sementes de feijão, *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* são as de maior importância sob o ponto de vista econômico. Estas duas espécies ocorrem em todas as regiões do globo onde se pratica o armazenamento desses grãos



(ROSSETTO, 1966) e, juntas, causam perdas de aproximadamente 25% em feijão armazenado (GATEHOUSE et al., 1989).

Os danos causados por *A. obtectus* e por *Z. subfasciatus* são semelhantes, sendo que ambos atacam os cotilédones das sementes. Vários indivíduos podem ser encontrados no interior de um único grão, ocasionando, em alguns casos, a completa destruição destes (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002; HILL, 2002; LAWRENCE et al., 1991; LORINI, 2002).

Além das perdas ocasionadas pelo consumo direto dos cotilédones dos grãos pelas larvas, que podem destruí-los completamente, devem ser considerados também os danos indiretos. As larvas dos bruquídeos em desenvolvimento no interior das sementes provocam o aquecimento da massa de grãos, o que favorece o desenvolvimento dos microrganismos e pragas secundárias, que têm a sua entrada facilitada pelas galerias abertas pelas larvas. Além disso, a presença dos insetos, ovos, orifícios de emergência e excrementos depreciam consideravelmente o produto, conferindo-lhe um gosto desagradável e prejudicando a sua comercialização. Ainda, afetam a qualidade dos grãos destinados à semeadura, devido à destruição do embrião (GALLO et al., 2002; LORINI, 2002).

### **2.2.1 *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831)**

Originário das Américas Central e do Sul, *A. obtectus* apresenta atualmente distribuição cosmopolita (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; BONDAR, 1936; HILL, 2002). É uma espécie de clima temperado (GALLO et al., 2002), estando disseminada também em quase todas as regiões quentes da África, Ásia e Europa (HILL, 2002; LORINI, 2002), não havendo registro apenas para a Austrália (HILL, 2002). No Brasil, a espécie está presente em todos os Estados produtores de feijão, incluindo Alagoas, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (SILVA et al., 1968).

Bondar (1936) assinalou a presença de *Bruchus obsoletus* (*obtectus*) Say, 1831 [sic] no Brasil e Costa Lima (1955) registrou *Acanthoscelides obsoletus*, tendo *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 como sinônimo. Kingsolver e Silva (1991), revendo

o trabalho de Bondar (1936), afirmaram que *B. obsoletus (obtectus)* é, na verdade, *A. obtectus*, pois *A. obsoletus* seria encontrado apenas nos EUA.

Os adultos de *A. obtectus* (Figura 2) medem entre 2 e 4mm de comprimento e entre 1,5 e 2,0mm de largura, apresentando coloração pardo-escura (também referida como pardo-acinzentada), com manchas esbranquiçadas nos élitros e pontos de tonalidade vermelha no abdome, pigídio, pernas e antenas (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; BONDAR, 1936; GALLO et al., 2002; HILL, 2002; LORINI, 2002). Cada um dos fêmures posteriores apresenta um grande espinho ventral, com mais dois ou três menores, localizados ventral e distalmente (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; HILL, 2002). Os adultos não apresentam acentuado dimorfismo sexual, sendo semelhantes na forma e coloração e de difícil separação.

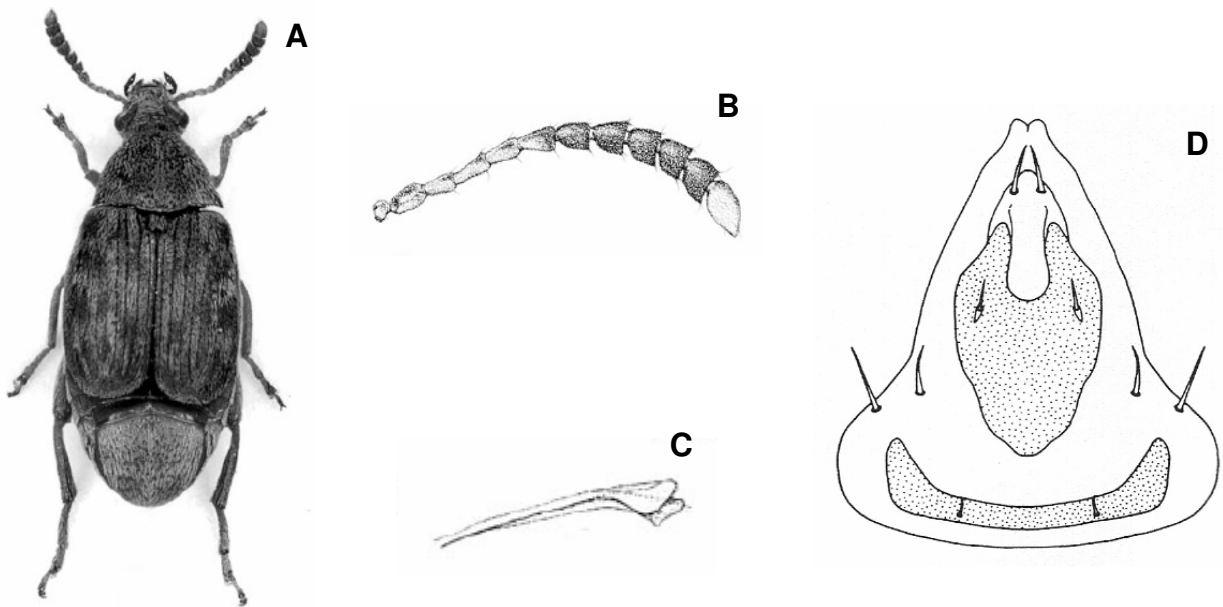


Figura 2 – Aspectos gerais de um adulto de *Acanthoscelides obtectus* e detalhes da morfologia (fora de proporção). A = aspecto do adulto; B = antena; C = lobo lateral do edeago do macho; D = lábio (A-C – ALVAREZ et al., 2005; D – LAWRENCE et al., 1991)

Os ovos são translúcidos após a postura, passando depois a brancos (GALLO et al., 2002). São lisos, elípticos, e medem cerca de 1,0mm no seu maior eixo (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; COSTA LIMA, 1955).

As larvas são branco-leitosas, e medem 0,5mm de comprimento logo após a eclosão, chegando a atingir 3 a 4mm de comprimento no último ínstar (COSTA LIMA,

1955). O submento é esclerotizado e inteiro (formado por somente uma placa), mas reduzido, não atingindo as extremidades laterais do lábio (Figura 2.D). Placas esclerotizadas transversas estão presentes na região posterior do clipeo, mas ausentes na epifaringe, que também não apresenta tormas. Os palpos maxilares são formados por apenas um segmento. As antenas aparentam ser formadas por dois segmentos iguais, mas na verdade possuem apenas um (LAWRENCE et al., 1991).

As pupas também são branco-leitosas inicialmente, passando a marrons próximas à emergência dos adultos (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002; HILL, 2002; LORINI, 2002).

Após o acasalamento, as fêmeas depositam os ovos aleatoriamente pela massa de grãos nos armazéns, ou sobre as vagens no campo, sendo que as larvas eclodidas caminham em busca das sementes e penetram nelas apoiando-se em alguma superfície adjacente. Os adultos recém-emergidos, que são bons voadores, reinfestam a cultura no campo, ou em outros armazéns (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002; HILL, 2002). Frequentemente, o feijão já vem do campo infestado (infestação cruzada) com as larvas de *A. obtectus* em desenvolvimento no interior dos grãos (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; COSTA LIMA, 1955; GALLO et al., 2002; HILL, 2002).

A infestação somente é percebida tardiamente, pela observação dos insetos adultos e dos orifícios deixados por eles por ocasião da emergência, ou então pela observação dos opérculos produzidos pelas larvas do quarto ínstar, antes de empuparem.

Os valores dos parâmetros biológicos de *A. obtectus* disponíveis na literatura, como por exemplo duração dos períodos de ovo, larva e pupa; viabilidade de cada período; período de pré-oviposição; fecundidade; peso; longevidade; e outros, variam bastante de acordo com a fonte considerada (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; BONDAR, 1936; COSTA LIMA, 1955; DOBIE et al., 1990; GALLO et al., 2002; GATEHOUSE et al., 1989; GUZMÁN-MALDONADO et al., 1996; HARTWECK; CARDONA; OSBORN, 1997; HILL, 2002; HOWE; CURRIE, 1964; LORINI, 2002; ALVAREZ-MARIN; RODRIGUEZ, 1984; MAZZONETTO, 2002; OLIVEIRA et al., 1979; RAMALHO; BOTELHO; SALGADO, 1977; SCHMALE et al., 2003; SCHOONHOVEN; CARDONA; VALOR, 1983; ŠEŠLIJA; TUCIĆ, 2003; TUCIĆ; MIKULJANAC;

STOJKOVIĆ, 1997; WILLINK; OSORES; COSTILLA, 1990), uma vez que estes parâmetros podem ser influenciados pelas condições ambientais (principalmente temperatura e umidade) e tipo de alimento ingerido pelo inseto.

### **2.2.2 *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833)**

Também originário das Américas Central e do Sul, onde é mais importante como praga, *Z. subfasciatus* encontra-se atualmente disseminado por todo o mundo. Sua ocorrência é comum em regiões tropicais e subtropicais, como a África, sudeste asiático, Índia, região mediterrânea e Europa (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; FERREIRA, 1960; HILL, 2002). No Brasil, a espécie também está presente em todos os Estados produtores de feijão, sendo encontrado principalmente no Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Pará, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo (SILVA et al., 1968).

A presença de *Zabrotes subfasciatus* no Brasil foi assinalada por Bondar (1936), que relatou também *Spermophagus subfasciatus* Boh, 1833 e *Spermophagus musculus* Boh, 1833. Kingsolver e Silva (1991), revendo o trabalho de Bondar (1936), afirmaram que o nome válido para *S. subfasciatus* e *S. musculus* é *Z. subfasciatus*, tratando-se de uma única espécie. Costa Lima (1955) também registrou *Zabrotes subfasciatus*, tendo como sinônimos *Spermophagus subfasciatus*; *S. pectoralis* Sharp., 1885 e *Zabrotes dorsopictus* Lepesme, 1941.

Os adultos de *Z. subfasciatus* (Figura 3) medem de 1,8 a 2,5mm de comprimento e possuem o abdome bastante pubescente. Apresentam os fêmures posteriores desprovidos de espinhos, mas possuem dois esporões móveis no ápice das tíbias posteriores. As fêmeas são maiores que os machos e facilmente diferenciáveis pelo dicromismo sexual. Os machos têm coloração pardo-escura (também referida como marrom-clara), enquanto as fêmeas apresentam os élitros pretos e brilhantes, cada um com uma mancha branca transversal, além de uma pubescência branca na base do pronoto (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002; HILL, 2002).

Os ovos são arredondados e também são translúcidos após a postura, tornando-se esbranquiçados próximo à eclosão das larvas. O córion é sempre transparente, permitindo a visualização de sujidades/dejeções no seu interior, após a

penetração da larva no grão de feijão. Dessa forma também é possível diferenciar os ovos viáveis dos inviáveis.

As larvas são de coloração branca. O submento esclerotizado do lábio é vestigial, formado por duas placas laterais (Figura 3). O clipeo apresenta placas póstero-laterais esclerotizadas, cada uma portando uma seta e um poro sensitivo, e o lábio possui três fileiras de setas bem desenvolvidas (LAWRENCE et al., 1991).

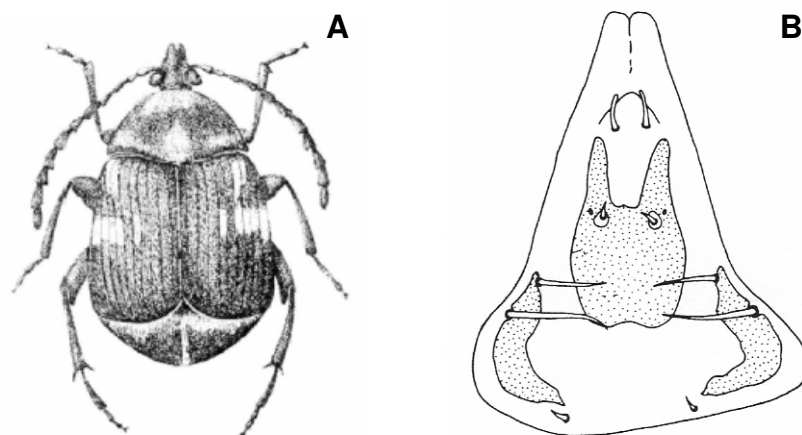


Figura 3 – Aspectos gerais de uma fêmea de *Zabrotes subfasciatus* e detalhes da morfologia (fora de proporção). A = fêmea adulta; B = lábio (A – COSTA LIMA, 1955; B – LAWRENCE et al., 1991)

As pupas têm a mesma coloração das larvas, não apresentam cerdas, e medem aproximadamente 3mm de comprimento, sendo bem maiores que os adultos. A diferenciação dos sexos pode ser feita já nesta fase, pelo formato da extremidade do abdome (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; GALLO et al., 2002).

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

A infestação do feijão por *Z. subfasciatus* pode ser percebida inicialmente pela presença dos ovos aderidos ao tegumento das sementes, ou então pela observação dos adultos e dos seus orifícios de emergência, bem como dos opérculos.

A exemplo do que ocorre com *A. obtectus*, os valores dos parâmetros biológicos de *Z. subfasciatus* disponíveis na literatura também variam bastante de acordo com a fonte considerada (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; BARBOSA et al., 1999, 2000a, 2000b, 2002; BOIÇA Jr.; BOTELHO; TOSCANO, 2002; BONDAR, 1936; CAMPAN; BENREY, 2006; CARDONA et al., 1989, 1990, 1992; CARVALHO; ROSSETTO, 1966; DOBIE et al., 1990; FERREIRA, 1960; GALLO et al., 2002; GONZÁLES; ROCHE; SIMANCA, 1984, 1985; GUZMÁN-MALDONADO et al., 1996; GUZZO et al., 2006; HARTWECK; CARDONA; OSBORN, 1997; HILL, 2002; HOWE; CURRIE, 1964; KORNEGAY; CARDONA; POSSO, 1987; LARA, 1997; MACEDO et al., 2002; MAZZONETTO, 2002; MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; MEIK; DOBIE, 1986; MINNEY et al., 1990; OLIVEIRA et al., 1979; ORIANI; LARA; BOIÇA Jr., 1996; PADGHAN et al., 1992; PEREIRA et al., 1995; POSSO et al., 1992; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007; SARI; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA, 2003; SCHOONHOVEN; CARDONA, 1982; SCHOONHOVEN; CARDONA; VALOR, 1982, 1983; TEIXEIRA; ZUCOLOTO, 2003; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997). Essa variação se explica pelo fato de os parâmetros biológicos do inseto serem influenciados pelas condições ambientais e alimento utilizado pelo inseto.

## **2.3 Resistência de feijão a bruquídeos**

### **2.3.1 Considerações gerais**

O controle de bruquídeos em feijão armazenado normalmente é feito com o uso de inseticidas, por meio da pulverização dos grãos, ou por meio de fumigação, que é favorecida pelo tamanho das sementes e pelos espaços que ficam entre as mesmas (HILL, 2002), mas o uso de métodos de controle ambientalmente mais seguros, deve ser incentivado (GUZZO et al., 2006).

Neste sentido, o uso de variedades resistentes pode ser considerado ideal, uma vez que mantém as populações das pragas abaixo dos níveis de dano econômico, sem causar distúrbios ou poluição ambiental e sem exigir conhecimentos específicos por parte do agricultor, além de não acarretar qualquer ônus adicional e estar em consonância com a filosofia do Manejo Integrado de Pragas (GALLO et al., 2002; LARA, 1991).

Uma planta resistente pode ser definida como aquela que, devido à sua constituição genotípica, é menos danificada que uma outra em igualdade de condições para o ataque de um inseto (ROSSETTO, 1973). Uma das características da resistência que deve ser sempre considerada é que esta é específica com relação à planta (GALLO et al., 2002; LARA, 1991), o que significa dizer que não se podem comparar plantas de diferentes espécies, mas somente genótipos, materiais, linhagens, variedades ou cultivares da mesma espécie.

O termo “cultivar” foi introduzido internacionalmente para designar as variedades cultivadas (CIRINO et al., 2000), sendo resultante da contração da expressão em língua inglesa “*cultivated variety*”, que significa “variedade cultivada”.

Apesar de pertencerem todas à mesma espécie (*P. vulgaris*), as diferentes variedades de feijão-comum não são iguais. Estas variedades diferem entre si em diversos aspectos, como arquitetura da planta; coloração, tamanho e forma das folhas vagens e sementes; coloração das flores; ciclo; resistência às doenças e aos fatores adversos do clima e solo; e também potencial reprodutivo. Cada cultivar apresenta quatro características essenciais, quais sejam a distinguibilidade, a homogeneidade, a estabilidade e o valor agrônômico ou valor de cultivo e uso (CIRINO et al., 2000).

A distinguibilidade é baseada em características morfológicas, fisiológicas, bioquímicas, moleculares, ou de performance agrônômica, sendo necessária para que uma variedade possa ser reconhecida e distinguida das demais, ou para mostrar que uma variedade nova é suficientemente distinta das já existentes. A homogeneidade da variedade é necessária para que esta possa ser reconhecida nos campos de cultivo, além de ser importante para a manutenção da distinguibilidade da mesma. A estabilidade é necessária para que as características que conferem a distinguibilidade à variedade sejam reproduzidas em seus descendentes. Esta característica é bastante

desejada pelos agricultores, por garantir que o desempenho da variedade no campo esteja de acordo com os resultados obtidos nos testes de valor agronômico. Por fim, para o estabelecimento do valor agronômico de uma variedade, é necessária a realização de uma série de avaliações referentes à sua reação às doenças, reação às adversidades ambientais, potencial produtivo, qualidade tecnológica e industrial, qualidade culinária e nutricional, e outros (CIRINO et al., 2000).

No Brasil, a Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, regulamentada pelo Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997, institui o direito de Proteção de Cultivares, ficando o Ministério da Agricultura e Abastecimento encarregado de efetuar os registros por meio do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) (BRASIL, 1997a, 1997b). A proteção de cultivares, no entanto, não é uma patente das novas variedades vegetais, uma vez que os direitos de exclusividade concedidos por esta lei não impedem o uso da cultivar protegida para pesquisa por terceiros (ainda que para a obtenção de novas cultivares) mesmo sem autorização do detentor do direito, como o que geralmente ocorre nas legislações sobre patentes (MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI, 2008).

Especificamente para o feijão, a Instrução Normativa nº 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 23/05/2006, que alterou a Portaria nº 294 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, de 14/10/1998, estabelece critérios mínimos a serem observados para a determinação do valor de cultivo e uso de *P. vulgaris*. A solicitação de inscrição de cultivares de feijão no Registro Nacional de Cultivares deve ser feita por meio de um formulário específico (BRASIL, 1998, 2006), podendo a nova variedade, caso atenda a estes requisitos mínimos, ser protegida, registrada e liberada para uso pelos agricultores (CIRINO et al., 2000).

Apesar de o comportamento das variedades de feijão em relação a insetos-praga não ocupar uma posição de destaque no formulário de inscrição, como ocorre, por exemplo, com a reação a doenças, o texto da Portaria nº 294 determina, em seu Artigo 3º, a apresentação de relatório técnico indicando o comportamento ou reação das cultivar às pragas e doenças.

Embora o emprego de variedades de plantas resistentes a insetos seja tão antigo quanto os primeiros trabalhos de entomologia aplicada, com registro de caso já



no ano de 1785 (LARA, 1991), os fundamentos da Resistência de Plantas a Insetos somente foram estabelecidos por Reginald H. Painter, na década de 1950 (PAINTER, 1951). A partir daí, os seus conceitos foram sendo difundidos e ampliados, ganhando importância no mundo todo, com destaque para as obras de Painter (1958), Beck (1965), Kogan e Ortman (1978) e outros. No Brasil, merecem destaque as obras de Gallo et al. (2002), Lara (1979, 1991), Rossetto (1973), Vendramim e Castiglioni (2000), Ventura e Pinheiro (1999), entre outros.

Dois dos primeiros trabalhos realizados no Brasil, com relação a feijão e bruquídeos, foram o de Oliveira et al. (1979), cujos experimentos foram conduzidos em 1972, e o de Lago et al. (1982), que se limitavam à observação de dano diferencial sofrido por diversas cultivares de feijão sob infestação de bruquídeos, durante o seu armazenamento. Ramalho et al. (1977) também tentaram correlacionar a resistência de feijão a *A. obtectus* com algumas características do grão.

Já nos trabalhos seguintes e, até o presente momento, observa-se uma preocupação por parte dos pesquisadores, em não somente tentar identificar o(s) genótipo(s) resistente(s), mas também o(s) tipo(s) de resistência envolvido(s).

Diversos autores têm identificado resistência do tipo antibiose e/ou antixenose para alimentação e/ou oviposição contra bruquídeos em genótipos de feijão (BALDIN; LARA, 2004; BOIÇA Jr.; BOTELHO; TOSCANO, 2002; CHAVES; VENDRAMIM, 1995; LARA, 1997; MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; ORIANI; LARA; BOIÇA Jr., 1996; PESSOA; BARROS; OLIVEIRA, 1993; RÊGO et al., 1986; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997). A não-ocorrência de tolerância entre os mecanismos de resistência do feijoeiro a bruquídeos se deve ao fato de esse tipo de resistência se dar por meio da regeneração de tecidos destruídos ou formação de novas folhas, frutos, sementes, perfilhos etc. (GALLO et al., 2002; LARA, 1991; VENTURA; PINHEIRO, 1999), o que não mais é possível ocorrer nos grãos, produto final da cadeia produtiva do feijão. Assim, qualquer nível de ataque da praga, pode ocasionar danos ao produto armazenado.

A identificação da(s) causa(s) da resistência também tem sido freqüentemente observada, não somente nos trabalhos conduzidos no Brasil, mas no

mundo todo. As causas da resistência de plantas a insetos podem ser didaticamente divididas em físicas, químicas e morfológicas (GALLO et al., 2002; LARA, 1991; VENTURA; PINHEIRO, 1999). Nwanze e Horber (1976); Nwanze; Horber e Pitts (1975) identificaram a textura do tegumento dos grãos (causa morfológica) de caupi (*Vigna unguiculata*) como sendo responsável pela antixenose para oviposição a *C. maculatus*. Diversas causas químicas também têm sido identificadas, como por exemplo inibidores de  $\alpha$ -amilase em sementes de *V. unguiculata* (MELO et al., 1999), faseolina no tegumento dos grãos de *Phaseolus lunatus* (MORAES et al., 2000) e proteínas do cotilédone e tegumento de *Canavalia ensiformis* (OLIVEIRA et al., 1999), que afetam o desenvolvimento de *C. maculatus*. Paes et al. (2000) ainda investigaram em nível celular o mecanismo da resistência de acessos de *P. vulgaris* a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus*, verificando que a proteína arcelina-1 danifica o epitélio intestinal e penetra na hemocele de *Z. subfasciatus*.

Paralelamente a estes estudos, pesquisou-se a possibilidade de uso associado de variedades resistentes de feijão com vários outros métodos de controle, como por exemplo, parasitóides (SCHMALE et al., 2003), irradiação (BOTELHO; ARTHUR; AMARAL FILHO, 2002) e plantas inseticidas (BARBOSA et al., 2002; MAZZONETTO, 2002), para o controle de bruquídeos.

### **2.3.2 Resistência de *P. vulgaris* a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* no Brasil**

Embora o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares conte atualmente com apenas 25 cultivares de *P. vulgaris* protegidas (BRASIL, 2008), centenas de genótipos têm sido pesquisados para a resistência a bruquídeos no Brasil. Esta discrepância pode ser devida ao prazo de validade do certificado de proteção concedido, que é de 15 anos; à não obrigatoriedade de testes de resistência a insetos para o registro da cultivar; ou ao uso indiscriminado da nomenclatura, considerando-se como cultivares aqueles materiais que ainda não o são.

Neste item, que visa mostrar o comportamento dos genótipos de *P. vulgaris* em relação a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* nas pesquisas desenvolvidas no

Brasil, será reproduzida a nomenclatura utilizada por cada autor para definir genótipos, materiais, linhagens, variedades, cultivares etc.

Para *A. obtectus*, Lago; Rivera e Monteiro (1982) verificaram resistência na cultivar Moruna e suscetibilidade nas cultivares Cuva 168 N, Mulatinho Irecê, Porrillo 70 e Turrialba. Os genótipos Arc. 1S e Arc. 2 foram tidos como resistentes por Baldin e Lara (2004), sendo que Botelho; Arthur e Amaral Filho (2002) também verificaram possíveis fontes de resistência a esta praga nas linhagens Arc. 3 e Arc. 2. Contudo, nenhum dos autores chega a uma conclusão sobre os tipos de resistência envolvidos.

Com relação a *Z. subfasciatus*, encontrou-se resistência nas linhagens Arc 1 e Arc 2 (PEREIRA et al., 1995) e no genótipo FE 732007 (ORIANI; LARA; BOIÇA Jr., 1996), sendo suscetíveis as cultivares Costa Rica, IPA-1, IPA-5, IPA-Caruarú, Lagoinha, Mulato, Peixe n'água (RÊGO et al., 1986), Bolinha, IPR Juriti e Pérola (RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007) e os genótipos, IAC-Carioca, NA 512727 (ORIANI; LARA; BOIÇA Jr., 1996), IAC Carioca Pyatã, IAC Maravilha (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002), Goiano Precoce (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; ORIANI; LARA; BOIÇA Jr., 1996; PEREIRA et al., 1995) e Porrillo 70 (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; PEREIRA et al., 1995)

A não-preferência para oviposição foi detectada nos genótipos Preto 143 (MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999), IAPAR 44 (RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007), Arc. 3S e Arc. 5S (LARA, 1997) e nas cultivares HF-465-63-1, IPA-7, Safira e São José (WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997).

Antibiose foi verificada nas linhagens Arc. 1, Arc. 2 (BARBOSA et al., 1999, 2000b; LARA, 1997; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997), Arc. 3 e Arc. 4 (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997) e nos genótipos Arc. 1S e Arc. 5S (LARA, 1997).

Lara (1997) verificou ainda a não-preferência para alimentação nas linhagens Arc. 3 e Arc. 4, sendo a não-preferência para alimentação e/ou antibiose verificada nos genótipos 133, 155, 2174, 2374, 2395 (MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999) e IAPAR-MD-806 (BOIÇA Jr.; BOTELHO; TOSCANO, 2002).

### 2.3.3 Perspectivas

A Resistência de Plantas a Insetos, como ciência inter e multidisciplinar, tem se valido dos avanços alcançados em outras áreas do conhecimento e tem evoluído muito nas últimas décadas.

A transferência da resistência presente em linhagens selvagens de feijão para outras cultivares com características agronômicas desejáveis tem sido realizada por meio de retro-cruzamentos (CARDONA; POSSO, 1987; POSSO et al., 1992), sendo este método conhecido como melhoramento clássico.

A engenharia genética também tem contribuído muito com a área de Resistência de Plantas a Insetos, permitindo a inserção de genes que conferem resistência a certas pragas em plantas de interesse comercial. Estes métodos agilizam bastante o processo de obtenção de genótipos resistentes, em relação aos cruzamentos clássicos, além de permitir a inserção de genes de organismos taxonomicamente bastante distintos.

Ainda que a engenharia genética e o controle associado venham tornar mais eficiente o controle de pragas por plantas resistentes, o passo primordial e imprescindível é a identificação das fontes de resistência para a sua incorporação nos programas de melhoramento genético de plantas ou de Manejo Integrado de Pragas.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas, no Setor de Entomologia, Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, em Piracicaba – SP, sob condições não controladas.

#### 3.1 Obtenção e manutenção da criação de *Acanthoscelides obtectus* e *Zabrotes subfasciatus*

Os bruquídeos *Acanthoscelides obtectus* e *Zabrotes subfasciatus* utilizados nos bioensaios foram inicialmente obtidos de criações externas e mantidos durante várias gerações no próprio Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas da ESALQ/USP.

A fim de se obter uma melhor padronização nos ensaios, bem como eliminar eventuais diferenças no condicionamento pré-imaginal dos insetos, os mesmos foram criados sempre sobre o mesmo tipo de feijão, no interior de frascos de vidro de 2 a 3 litros, com a boca vedada por tecido “voil”, seguro por elásticos. Para a criação, utilizou-se a variedade Bolinha, tida como suscetível e normalmente utilizada para criações estoque no Brasil (BOIÇA Jr.; BOTELHO; TOSCANO, 2002; BREDA NETO et al., 2006; GUZZO et al., 2006; MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007).

#### 3.2 Obtenção dos genótipos de feijão

Os genótipos de feijão *Phaseolus vulgaris* avaliados foram fornecidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, Campinas – SP e fazem parte do Banco de Germoplasma de Feijoeiro desse Instituto. Entre os acessos, incluem-se genótipos selvagens, materiais melhorados, cultivares, linhagens de sementes especiais, e outros.

Os materiais utilizados nos bioensaios foram multiplicados todos simultaneamente, visando à uniformização do material. Após a colheita, os grãos foram

secos e mantidos em freezer, a 0°C, para prevenir a sua degradação e também eliminar uma eventual infestação prévia por qualquer espécie de inseto.

Foram avaliados 49 genótipos de feijão em relação a *A. obtectus* e 185 genótipos em relação a *Z. subfasciatus*.

### **3.3 Screening inicial dos genótipos de *P. vulgaris* em relação a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus***

Inicialmente, foi realizado um *screening* envolvendo todos os genótipos, em teste de confinamento, a fim de selecionar para os testes complementares somente os que proporcionaram melhores resultados e, já nessa etapa inicial, descartar os genótipos não promissores.

O teste constou de uma biologia simplificada dos bruquídeos em cada genótipo. Foram utilizadas caixas de plástico transparente circulares, com 6cm de diâmetro e 2cm de altura, no interior das quais foram colocados 20 grãos de feijão de um dos genótipos. No interior de cada caixa foram também liberados 2 casais de insetos adultos da espécie em teste, com 0-24 horas de idade, os quais permaneceram na caixa durante 3 dias a fim de que acasalassem e ovipositassem. Para cada genótipo foram utilizadas 5 caixas, sendo cada caixa considerada uma repetição. Após 3 dias, os insetos foram removidos e as caixas contendo os grãos de feijão foram mantidas em condições de laboratório para a avaliação.

Em função da não-disponibilidade de insetos para a realização de todas as infestações de uma só vez, os genótipos foram tomados aleatoriamente e infestados seqüencialmente, com insetos de 0-24 horas de idade. Periodicamente, amostras da variedade Bolinha, considerada suscetível, também foram infestadas nas mesmas condições dos demais genótipos, sendo esta variedade usada como fator de comparação entre os genótipos. Os genótipos foram agrupados em 5 blocos, de acordo com a ordem cronológica da sua infestação, sendo que cada bloco contou com uma amostra de 'Bolinha'. Decorridos 50 dias do dia médio da infestação, contou-se o número de adultos emergidos em cada genótipo, sendo este número utilizado como parâmetro de resistência.

Para a seleção dos genótipos a serem utilizados nos experimentos subseqüentes com *Z. subfasciatus*, as médias dentro de cada bloco foram submetidas à análise de variância e comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), quando necessário, no sentido de formar grupos de genótipos para os quais a espécie teve uma resposta semelhante. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 repetições por genótipo, sendo cada genótipo considerado um tratamento. Assim, o teste de Tukey foi utilizado como um agente de análise de agrupamento.

Selecionou-se ao acaso um genótipo representante de cada grupo (conjunto dos genótipos não diferenciados entre si) formado pela análise, juntamente com o padrão 'Bolinha', sendo os demais descartados. Uma nova seqüência de análises com a mesma estrutura foi então efetuada, formando novos grupos, ainda dentro de cada um dos blocos. De cada bloco, foram descartados os genótipos que não diferiram do seu respectivo padrão, sendo esta técnica utilizada em função do comportamento estatístico desuniforme do padrão, entre os diferentes blocos. Os genótipos restantes tiveram suas médias novamente submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), quando necessário, sendo escolhidos os 10 mais resistentes a *Z. subfasciatus*.

Visando estabelecer uma correlação entre a resistência dos acessos de *P. vulgaris* a *A. obtectus* e a *Z. subfasciatus* e alguma das suas características morfoagronômicas, cada genótipo foi caracterizado em relação à sua resistência aos insetos, calculando-se a emergência relativa (ER), e a mais 18 características botânicas referentes às plantas, vagens e sementes, conforme sugerido por Singh (1989), Singh; Gepts e Debouck (1991) e Voysest; Valencia e Amezquita (1994), totalizando 19 descritores. A ER foi calculada independentemente para *A. obtectus* e para *Z. subfasciatus*, sendo obtida pela fórmula

$$ER = (n^{\circ} G / n^{\circ} T) \times 100, \text{ onde:} \quad (1)$$

$n^{\circ} G$ : número de insetos emergidos no genótipo em questão;

$n^{\circ} T$ : número de insetos emergidos na testemunha ('Bolinha') do mesmo bloco.



Os descritores morfoagronômicos utilizados foram: massa de mil sementes, cor primária da semente, brilho da semente, forma da semente, número de cores da semente, cor do halo da semente, perfil da semente, tamanho da semente, cor primária da vagem, cor secundária da vagem, comprimento da vagem, largura da vagem, perfil da vagem, número de sementes na vagem, cor da asa da flor, formato da bractéola, hábito de crescimento e número de dias para o florescimento.

Todas as variáveis quantitativas foram categorizadas, sendo os resultados submetidos à análise de componentes principais, com o uso do software Genes (CRUZ, 2001), seguindo a metodologia de Chiorato et al. (2006), de forma independente para *A. obtectus* e para *Z. subfasciatus*.

### **3.4 Atratividade e preferência para oviposição de *Z. subfasciatus* por genótipos de *P. vulgaris*, em teste de livre escolha**

Neste experimento, foram testados os sete genótipos selecionados no teste de *screening*, mais a variedade Bolinha (controle suscetível).

Para a realização deste teste foram utilizadas arenas circulares de alumínio (LARA, 1997; MAZZONETTO, 2002; MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999; ORIANI; LARA; BOIÇA Jr., 1996), com 35cm de diâmetro interno e 5cm de altura, contendo cada uma no seu interior, uma placa de isopor com o mesmo diâmetro e com 2cm de altura. Na periferia de cada placa foram feitas 8 aberturas circulares eqüidistantes entre si e do centro, de 6cm de diâmetro cada uma, nas quais foram introduzidas as caixas de plástico com o mesmo diâmetro e altura, ficando a abertura destas perfeitamente encaixada e no mesmo nível da superfície da placa.

Em cada caixa foram colocados 20g de grãos de um dos genótipos em teste e, no centro das arenas, foram liberados 80 casais adultos de *Z. subfasciatus* (10 casais/genótipo), com 0-24 horas de idade. As arenas foram fechadas com tampa de alumínio para manter os insetos no escuro, além de impedir a sua fuga, sendo abertas após 24 horas para a contagem do número de insetos presentes em cada genótipo, com base no que foi determinada a atratividade dos mesmos pelos diferentes genótipos. As

arenas foram então novamente fechadas, sendo os insetos mantidos em contato com os grãos de feijão por mais 3 dias, a fim de ovipositarem.

Decorridos os 4 dias da infestação, as arenas foram novamente abertas e os adultos foram contados e retirados, sendo avaliado também, após 10 dias, o número de ovos férteis e inférteis presentes nos grãos.

Neste teste, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (genótipos) e 12 repetições (arenas). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), quando necessário.

### **3.5 Efeito dos genótipos de *P. vulgaris* sobre a oviposição e aspectos biológicos de *Z. subfasciatus*, em teste de confinamento**

#### **3.5.1 Efeito dos genótipos sobre a oviposição**

Para este ensaio foram utilizadas caixas de plástico transparente circulares, com 6cm de diâmetro e 2cm de altura, no interior das quais foram colocados 20 grãos de feijão de um dos genótipos em teste. Em cada caixa, foi liberado um casal adulto da espécie de bruquídeo em teste. Os insetos foram mantidos nas caixas durante 24 horas, para se ter a certeza do dia da oviposição, necessário para as avaliações subseqüentes.

Após 24 horas, os adultos foram retirados das caixas e, depois de mais 10 dias, foi contado o número de ovos férteis e inférteis presentes nos grãos.

Neste teste, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (genótipos) e 12 repetições (caixas). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), quando necessário.

### **3.5.2 Efeito dos genótipos sobre a viabilidade, duração do período imaturo e peso dos adultos emergidos**

Para este ensaio, as caixas contendo os ovos obtidos no experimento anterior (3.5.1), foram mantidas em condições de laboratório, efetuando-se avaliações diárias. Nestas avaliações, foi contado o número de adultos emergidos em cada genótipo, em cada dia, sendo estimadas a duração do período de desenvolvimento e a viabilidade da fase imatura, em cada genótipo de feijão.

Neste teste, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (genótipos) e 12 repetições (caixas). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

### **3.5.3 Efeito dos genótipos sobre a longevidade e fecundidade dos adultos emergidos**

Os adultos emergidos do experimento anterior (item 3.5.2) foram retirados das caixas e colocados, em casais, em novas caixas contendo 20 grãos de feijão do mesmo genótipo do qual foram retirados, sendo cada caixa infestada com um casal.

Foram feitas observações diárias, até a morte dos insetos, a fim de se determinar a longevidade dos machos e fêmeas, separadamente. Após a morte de ambos, foi contado o número de ovos férteis e inférteis presentes nos grãos.

Neste teste, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (genótipos) e 12 repetições (caixas). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), quando necessário.

### **3.5.4 Efeito dos genótipos sobre alguns parâmetros biológicos dos adultos da segunda geração**

Após a morte dos adultos e a contagem dos ovos do experimento anterior (item 3.5.3) as caixas foram mantidas em condições de laboratório. Foram feitas avaliações diárias e os novos adultos emergidos (segunda geração) foram contados, pesados e colocados, em casais, em novas caixas contendo 20 grãos de feijão do mesmo genótipo do qual foram retirados, sendo cada caixa infestada com um casal. A viabilidade do período de desenvolvimento foi calculada.

Após a morte dos insetos, foi contado o número de ovos férteis e inférteis presentes nos grãos. A duração do período de desenvolvimento não foi calculada em função da imprecisão do dia da oviposição.

Neste teste, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (genótipos) e 12 repetições (caixas). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), quando necessário.

### **3.6 Microscopia eletrônica de varredura**

As sementes de feijão foram mantidas em dessecador com sílica durante uma semana, sendo posteriormente dissecadas para a retirada do seu tegumento. Secções do tegumento com aproximadamente  $9\text{mm}^2$  foram então fixadas aos porta-espécimens com o auxílio de fita adesiva de carbono e mantidas no dessecador por mais uma semana, para desidratação. Após este período, as amostras foram envolvidas com uma camada de ouro em metalizador (marca Balzers, modelo MED 010) durante 3 minutos. Após a metalização, as amostras foram observadas em microscópio eletrônico de varredura (marca Zeiss, modelo DSM 900).

Os procedimentos de metalização e observação microscópica foram realizados no Núcleo de Apoio à Pesquisa/ Microscopia Eletrônica Aplicada à Pesquisa Agropecuária (NAP/MEPA) da ESALQ/USP.

### **3.7 Efeito de inseticidas botânicos sobre *Z. subfasciatus***

A fim de se avaliar o efeito de inseticidas de origem vegetal sobre *Z. subfasciatus*, utilizaram-se os inseticidas comerciais Roteline<sup>®</sup> (à base de rotenona) e NeemPro<sup>®</sup> e NeemSeto<sup>®</sup> (ambos à base de azadiractina).

Grãos de feijão 'Bolinha' foram infestados com adultos de *Z. subfasciatus* (quantidade desconhecida e não padronizada) durante um dia, para oviposição, sendo os adultos então retirados. Após 24 horas da retirada, amostras de 20 grãos foram imersas em soluções de um dos produtos em teste, todos à concentração de 1%, em água destilada. Como testemunha, utilizou-se somente água destilada. As amostras foram então secas sob fluxo de ar e acondicionadas em caixas plásticas circulares e sob condições de laboratório, para as avaliações subseqüentes.

Após 10 dias da oviposição (tempo suficiente para a eclosão das larvas), quantificaram-se os ovos viáveis e inviáveis presentes nos grãos de cada tratamento, a fim de se verificar o efeito ovicida dos produtos. Diariamente, contou-se também o número de adultos emergidos, calculando-se posteriormente a duração média do período ovo-adulto para cada tratamento.

Neste teste, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (inseticidas ou testemunha) e 15 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), quando necessário.

### **3.8 Efeito combinado de variedade resistente de *P. vulgaris* e inseticida botânico contra *Z. subfasciatus***

A fim de se verificar a possibilidade de uso conjunto de uma variedade resistente a *Z. subfasciatus* e um inseticida botânico para o seu controle, avaliou-se o efeito combinado do genótipo 818 (considerado resistente, a partir dos resultados dos ensaios referidos nos itens 3.3 a 3.5.4) com o inseticida botânico NeemPro<sup>®</sup> (considerado o mais efetivo, a partir dos resultados do ensaio referido no item 3.7).

Grãos de feijão do genótipo 818 (resistente) e da variedade Bolinha (suscetível) foram infestados com indivíduos adultos de *Z. subfasciatus* durante um dia, para oviposição, sendo os adultos então retirados. Após 24 horas da retirada, amostras de 20 grãos de cada genótipo em teste foram imersas em solução de NeemPro<sup>®</sup> à concentração de 1%, em água destilada, ou semente em água destilada (testemunha). As amostras foram então secas sob fluxo de ar e acondicionadas em caixas plásticas circulares e sob condições de laboratório, para as avaliações subseqüentes. Após 10 dias da oviposição (tempo suficiente para a eclosão das larvas), quantificaram-se os ovos viáveis e inviáveis presentes nos grãos de cada tratamento, a fim de se verificar o efeito ovicida dos produtos. Diariamente, acompanhou-se também a emergência dos adultos, contando-se o número de adultos emergidos e calculando-se a duração média do período ovo-adulto para cada tratamento. Os adultos também foram pesados, sendo calculado o peso médio de machos e de fêmeas.

Neste teste, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (combinação genótipos × produtos) e 15 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 *Screening* inicial dos genótipos de *P. vulgaris* em relação a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus*

O número de adultos de *A. obtectus* emergidos dos genótipos no *screening* inicial variou entre 0 (nos genótipos com números de acesso 525, 584 e 615) e 14,4 (nos genótipos 457 e 612), resultando em emergências relativas de 0 e de 189,47, respectivamente, e tendo a testemunha ('Bolinha') um valor intermediário (7,6 adultos) (Tabela 1).

Tabela 1 – Número médio de adultos de *Acanthoscelides obtectus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1</sup>

(continua)

Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
457	14,40 ± 1,03	189,47
612	14,40 ± 3,93	189,47
834	13,60 ± 3,06	178,95
618	13,20 ± 3,65	173,68
21	13,00 ± 1,23	171,05
623	12,40 ± 1,63	163,16
937	12,20 ± 2,82	160,53
628	11,40 ± 4,26	150,00
528	11,20 ± 0,66	147,37
678	11,00 ± 2,39	144,74
911	10,00 ± 3,46	131,58
622	9,60 ± 3,72	126,32
114	9,00 ± 5,12	118,42
121	9,00 ± 2,70	118,42
71	8,80 ± 4,13	115,79
568	8,60 ± 2,21	113,16



Tabela 1 – Número médio de adultos de *Acanthoscelides obtectus* emergidos de genótipos de feijão *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1</sup>

(continuação)

Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
297	8,20 ± 2,13	107,89
624	7,80 ± 3,47	102,63
152	7,60 ± 2,73	100,00
Bol	7,60 ± 3,30	100,00
1	7,20 ± 2,40	94,74
596	7,00 ± 3,27	92,11
610	6,80 ± 3,98	89,47
707	6,20 ± 1,28	81,58
374	6,00 ± 1,30	78,95
478	5,60 ± 2,73	73,68
655	5,40 ± 1,54	71,05
630	5,20 ± 3,32	68,42
28	5,00 ± 2,05	65,79
597	5,00 ± 2,00	65,79
606	4,60 ± 2,64	60,53
544	4,40 ± 2,71	57,89
633	4,40 ± 2,21	57,89
921	4,40 ± 2,73	57,89
445	4,00 ± 2,76	52,63
586	4,00 ± 1,76	52,63
171	3,80 ± 2,60	50,00
112	3,40 ± 2,14	44,74
674	3,00 ± 2,53	39,47
533	2,80 ± 1,72	36,84
89	2,60 ± 1,66	34,21
179	1,80 ± 1,20	23,68
251	1,60 ± 1,60	21,05

Tabela 1 – Número médio de adultos de *Acanthoscelides obtectus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1</sup>

(conclusão)

Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
215	0,60 ± 0,60	7,89
556	0,60 ± 0,60	7,89
816	0,40 ± 0,40	5,26
749	0,20 ± 0,20	2,63
525	0,00 ± 0,00	0,00
584	0,00 ± 0,00	0,00
615	0,00 ± 0,00	0,00

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

A análise de componentes principais não revelou correlação entre a resistência dos genótipos a *A. obtectus* e nenhuma de suas características morfoagronômicas analisadas.

Para *Z. subfasciatus*, o número de adultos emergidos dos genótipos variou entre 0 (nos genótipos com números de acesso 60, 816, 818 e 819) e 18,8 (no genótipo 72). A emergência relativa final, considerando que os genótipos de cada bloco foram comparados à sua respectiva testemunha, variou entre 0 e 152,38 (Tabela 2).

A exemplo de *A. obtectus*, a análise de componentes principais também não revelou correlação entre a resistência dos genótipos a *Z. subfasciatus* e nenhuma de suas características morfoagronômicas analisadas. Assim, constata-se que as características analisadas, referentes à flor, à vagem, à semente e à fenologia da planta, não constituem bons indicadores da resistência dos genótipos a *A. obtectus* e a *Z. subfasciatus*.

Guzmán-Maldonado et al. (1996), embora trabalhando com outras características físicas e químicas de variedades de feijão, também não verificaram correlação entre estas e a suscetibilidade das variedades a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus*. A única correlação encontrada foi entre o conteúdo de lectina das sementes (uma característica química) e a oviposição e emergência de adultos de *Z. subfasciatus*.

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(continua)

Bloco	Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
	674	14,20 ± 1,39 a	120,34
	478	12,40 ± 0,68 ab	105,08
	Bolinha	11,80 ± 1,11 abc	100,00
	374	11,60 ± 1,78 abc	98,31
	112	11,20 ± 1,83 abcd	94,92
	834	10,80 ± 1,39 abcde	91,53
	297	10,40 ± 2,91 abcde	88,14
	1	10,20 ± 1,28 abcdef	86,44
	607	9,80 ± 1,02 abcdef	83,05
	445	9,80 ± 0,58 abcdef	83,05
	635	9,60 ± 0,25 abcdefg	81,36
	597	9,60 ± 1,33 abcdefg	81,36
	749	9,60 ± 1,25 abcdefg	81,36
1	611	9,60 ± 1,54 abcdefg	81,36
	556	9,20 ± 0,58 abcdefg	77,97
	678	9,00 ± 0,45 abcdefgh	76,27
	628	8,80 ± 1,11 abcdefghi	74,58
	596	8,80 ± 1,20 abcdefghi	74,58
	615	8,40 ± 1,29 abcdefghij	71,19
	618	8,40 ± 0,81 abcdefghij	71,19
	121	8,40 ± 0,93 abcdefghij	71,19
	21	8,20 ± 1,24 abcdefghijk	69,49
	683	8,20 ± 0,37 abcdefghijk	69,49
	IAC Carioca	8,00 ± 0,55 abcdefghijk	67,80
	624	8,00 ± 2,00 abcdefghijk	67,80
	521	8,00 ± 2,30 abcdefghijk	67,80
	114	7,80 ± 1,77 abcdefghijk	66,10

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(continuação)

Bloco	Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
1	457	7,20 ± 2,96 abcdefghijk	61,02
	630	7,20 ± 0,49 abcdefghijk	61,02
	179	7,20 ± 0,58 abcdefghijk	61,02
	612	7,00 ± 1,14 abcdefghijk	59,32
	533	7,00 ± 0,32 abcdefghijk	59,32
	623	7,00 ± 2,37 abcdefghijk	59,32
	75	7,00 ± 2,24 abcdefghijk	59,32
	IAPAR 80	7,00 ± 1,52 abcdefghijk	59,32
	588	6,80 ± 1,77 abcdefghijk	57,63
	568	6,40 ± 1,97 abcdefghijk	54,24
	595	6,20 ± 0,97 bcdefghijk	52,54
	528	5,80 ± 1,86 bcdefghijk	49,15
	83	5,40 ± 1,47 bcdefghijk	45,76
	544	5,40 ± 1,40 bcdefghijk	45,76
	614	5,20 ± 1,74 bcdefghijk	44,07
	577	5,20 ± 1,99 bcdefghijk	44,07
	71	5,00 ± 2,26 bcdefghijk	42,37
	682	4,80 ± 0,66 bcdefghijk	40,68
	171	4,80 ± 1,24 bcdefghijk	40,68
	622	4,80 ± 2,18 bcdefghijk	40,68
	427	4,40 ± 1,91 bcdefghijk	37,29
	606	4,20 ± 1,28 bcdefghijk	35,59
	921	3,80 ± 1,24 cdefghijk	32,20
	911	3,80 ± 1,63 cdefghijk	32,20
	525	3,60 ± 1,69 cdefghijk	30,51
	587	3,60 ± 1,60 cdefghijk	30,51
1081	3,20 ± 1,39 defghijk	27,12	

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(continuação)

Bloco	Genótipo	Número de adultos		Emergência relativa
1	Ento A	3,20 ± 1,28	defghijk	27,12
	621	2,80 ± 1,20	efghijk	23,73
	634	2,80 ± 1,46	efghijk	23,73
	570	2,00 ± 0,95	fghijk	16,95
	251	2,00 ± 0,32	fghijk	16,95
	610	1,40 ± 1,40	ghijk	11,86
	584	0,80 ± 0,58	hijk	6,78
	2	0,60 ± 0,40	ijk	5,08
	583	0,20 ± 0,20	jk	1,69
	818	0,00 ± 0,00	k	0,00
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
2	89	12,80 ± 1,16 a		152,38
	633	12,60 ± 0,68 ab		150,00
	28	12,00 ± 1,30 abc		142,86
	582	10,80 ± 2,22 abcd		128,57
	172	10,60 ± 1,33 abcd		126,19
	576	9,60 ± 2,29 abcd		114,29
	465	9,60 ± 1,17 abcd		114,29
	208	8,80 ± 3,40 abcd		104,76
	Tibatã	8,60 ± 2,62 abcd		102,38
	937	8,40 ± 1,03 abcd		100,00
	152	8,40 ± 1,21 abcd		100,00
	707	8,40 ± 2,64 abcd		100,00
	655	8,40 ± 1,50 abcd		100,00
	Bolinha	8,40 ± 2,86 abcd		100,00
	211	7,40 ± 3,11 abcd		88,10
	415	7,40 ± 1,50 abcd		88,10
1081	7,00 ± 2,88 abcd		83,33	

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(continuação)

Bloco	Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
2	125	6,80 ± 1,99 abcd	80,95
	575	6,80 ± 2,33 abcd	80,95
	215	6,80 ± 0,58 abcd	80,95
	677	6,60 ± 2,69 abcd	78,57
	Ento B	6,60 ± 1,94 abcd	78,57
	559	6,20 ± 2,60 abcd	73,81
	602	6,20 ± 2,15 abcd	73,81
	203	5,80 ± 2,13 abcd	69,05
	186	5,40 ± 3,49 abcd	64,29
	627	4,80 ± 2,27 abcd	57,14
	17	4,80 ± 2,63 abcd	57,14
	1116	4,40 ± 1,81 abcd	52,38
	625	4,20 ± 2,69 abcd	50,00
	159	4,00 ± 2,21 abcd	47,62
	225	4,00 ± 2,76 abcd	47,62
	249	3,80 ± 2,20 abcd	45,24
	681	3,40 ± 2,09 abcd	40,48
	445	2,20 ± 1,43 abcd	26,19
	586	1,20 ± 0,37 bcd	14,29
	35	0,80 ± 0,58 cd	9,52
816	0,00 ± 0,00 d	0,00	
60	0,00 ± 0,00 d	0,00	
3	550	14,60 ± 1,44 a	132,73
	73	14,20 ± 2,18 a	129,09
	316	13,00 ± 2,03 a	118,18
	546	12,80 ± 0,49 a	116,36
	385	12,60 ± 1,21 a	114,55

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(continuação)

Bloco	Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
3	239	12,20 ± 1,72 a	110,91
	638	11,80 ± 1,32 a	107,27
	90	11,40 ± 1,69 a	103,64
	Bolinha	11,00 ± 2,30 a	100,00
	578	10,80 ± 0,92 a	98,18
	566	10,60 ± 0,40 a	96,36
	56	10,60 ± 2,91 a	96,36
	1103	10,20 ± 2,73 a	92,73
	679	10,20 ± 2,38 a	92,73
	1062	9,80 ± 2,54 ab	89,09
	558	9,80 ± 0,97 ab	89,09
	637	9,60 ± 1,44 ab	87,27
	373	9,60 ± 1,44 ab	87,27
	107a	9,40 ± 1,69 ab	85,45
	236	9,40 ± 2,02 ab	85,45
	112	9,20 ± 1,28 ab	83,64
	107b	8,80 ± 1,99 ab	80,00
	832	8,80 ± 2,27 ab	80,00
	567	8,60 ± 2,23 ab	78,18
	685	8,20 ± 2,06 ab	74,55
254	7,80 ± 2,25 ab	70,91	
481	6,00 ± 2,47 ab	54,55	
492	5,80 ± 2,40 ab	52,73	
585	5,00 ± 1,82 ab	45,45	
819	0,00 ± 0,00 b	0,00	
4	49	13,60 ± 1,17 a	121,43
	569	13,40 ± 2,38 a	119,64

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(continuação)

Bloco	Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
4	354	13,40 ± 1,50 a	119,64
	646	12,80 ± 1,20 a	114,29
	616	12,60 ± 3,25 a	112,50
	6.96	12,40 ± 1,47 a	110,71
	186	12,20 ± 0,97 a	108,93
	32	12,20 ± 1,39 a	108,93
	600	11,80 ± 1,99 a	105,36
	673	11,80 ± 1,07 a	105,36
	Bolinha	11,20 ± 3,89 a	100,00
	462	10,80 ± 2,96 a	96,43
	605	10,20 ± 1,93 a	91,07
	672	10,20 ± 2,75 a	91,07
	73	9,60 ± 2,54 a	85,71
	654	9,40 ± 3,03 a	83,93
	589	9,00 ± 3,72 a	80,36
	592	8,80 ± 1,93 a	78,57
	389	8,80 ± 2,22 a	78,57
	603	8,00 ± 2,81 a	71,43
	863	7,20 ± 2,04 a	64,29
	649	5,80 ± 2,46 a	51,79
5	72	18,80 ± 0,74 a	105,62
	325	18,40 ± 1,21 ab	103,37
	676	18,20 ± 1,74 ab	102,25
	599	17,80 ± 1,39 ab	100,00
	Bolinha	17,80 ± 1,56 ab	100,00
	350	17,40 ± 1,36 ab	97,75
	15	17,20 ± 0,58 ab	96,63



Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(continuação)

Bloco	Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
	598	17,20 ± 0,97 ab	96,63
	1052	17,00 ± 1,38 ab	95,51
	571	17,00 ± 1,00 ab	95,51
	24	17,00 ± 1,27 ab	95,51
	71*	16,80 ± 1,77 ab	94,38
	398	16,60 ± 3,39 ab	93,26
	643	16,20 ± 1,16 ab	91,01
	25	16,00 ± 1,92 ab	89,89
	249	15,80 ± 2,48 ab	88,76
	619	15,20 ± 1,50 ab	85,39
	708	15,00 ± 1,41 ab	84,27
	590	15,00 ± 2,85 ab	84,27
	368	15,00 ± 1,64 ab	84,27
5	827	15,00 ± 1,58 ab	84,27
	636	14,80 ± 1,24 ab	83,15
	160	14,80 ± 0,58 ab	83,15
	608	14,80 ± 1,02 ab	83,15
	653	14,60 ± 0,93 ab	82,02
	196	14,20 ± 1,16 ab	79,78
	222	14,20 ± 0,49 ab	79,78
	650	14,00 ± 1,76 ab	78,65
	348	14,00 ± 1,76 ab	78,65
	680	14,00 ± 1,38 ab	78,65
	497	14,00 ± 3,12 ab	78,65
	626	14,00 ± 0,71 ab	78,65
	684	13,80 ± 1,39 ab	77,53
	74	13,80 ± 3,83 ab	77,53

Tabela 2 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris*, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

(conclusão)

Bloco	Genótipo	Número de adultos	Emergência relativa
5	675	13,20 ± 2,54 ab	74,16
	349	13,00 ± 1,52 ab	73,03
	593	12,20 ± 2,87 ab	68,54
	620	11,80 ± 1,02 ab	66,29
	296	11,80 ± 3,93 ab	66,29
	121	11,20 ± 2,92 ab	62,92
	617	11,20 ± 0,92 ab	62,92
	681	10,80 ± 2,58 ab	60,67
	604	10,60 ± 1,91 ab	59,55
	443	10,60 ± 1,47 ab	59,55
	637 ou 572	10,60 ± 2,91 ab	59,55
	Eté	10,00 ± 1,55 ab	56,18
	149	10,00 ± 2,61 ab	56,18
	99	9,20 ± 0,80 ab	51,69
	416	8,00 ± 2,28 ab	44,94
	138	8,00 ± 2,72 ab	44,94
	439	7,80 ± 3,32 ab	43,82
559	7,40 ± 2,50 b	41,57	

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna, dentro de cada bloco, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Dentre as características morfoagronômicas utilizadas no presente trabalho, está a massa de mil sementes (MMS) que, indiretamente, fornece informações sobre a origem dos genótipos de feijão. Os genótipos de feijão com MMS superior a 41g geralmente são de origem andina, enquanto aqueles com MMS inferior a este valor, são de origem mesoamericana (Alisson F. Chiorato, informação pessoal), sendo estes os dois principais centros de origem do feijão.

Conforme se observa nas Figuras 4 e 5 (para *A. obtectus* e *Z. subfasciatus*, respectivamente), os gráficos de dispersão da resistência aos insetos não formam agrupamentos semelhantes aos da MMS dos genótipos, evidenciando a ausência de correlação entre ambas e indicando que a resistência a *A. obtectus* e *Z. subfasciatus* não está relacionada ao centro de origem dos genótipos.

Este mesmo método foi utilizado por Chiorato et al. (2006) para correlacionar a reação (resistência ou suscetibilidade) do feijoeiro-comum ao fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, patógeno causador da antracnose. Trabalhando com 220 acessos de feijoeiro e três isolados de *C. lindemuthianum*, os autores verificaram uma associação entre a origem do hospedeiro e do patógeno, demonstrando a eficiência do método.

As associações patógeno – hospedeiro são mais específicas que as associações herbívoro – hospedeiro, sendo provavelmente esta a razão pela qual não haja uma marcada co-evolução entre *P. vulgaris* e *A. obtectus* ou entre *P. vulgaris* e *Z. subfasciatus*, como aquela observada por Chiorato et al. (2006), entre *P. vulgaris* e *C. lindemuthianum*.

Também é possível verificar que os genótipos que apresentaram maior resistência a *Z. subfasciatus* não foram os mais resistentes a *A. obtectus* (Tabelas 1 e 2). Tais resultados corroboram com a informação amplamente difundida na literatura de que a resistência ao inseto é específica (GALLO et al., 2002; LARA, 1991). Isto significa que uma variedade resistente a uma espécie de inseto não necessariamente será resistente a outras, mesmo que se tratem de espécies próximas.

Guzmán-Maldonado et al. (1996) também observaram que variedades de feijão caracterizadas como resistentes a *Z. subfasciatus* foram suscetíveis a *A. obtectus*, sob as mesmas condições experimentais e Hartweck; Cardona e Osborn (1997) desenvolveram, por meio de retrocruzamentos, linhagens de feijão para as quais a resposta destas mesmas espécies de bruquídeos também foi diferente.

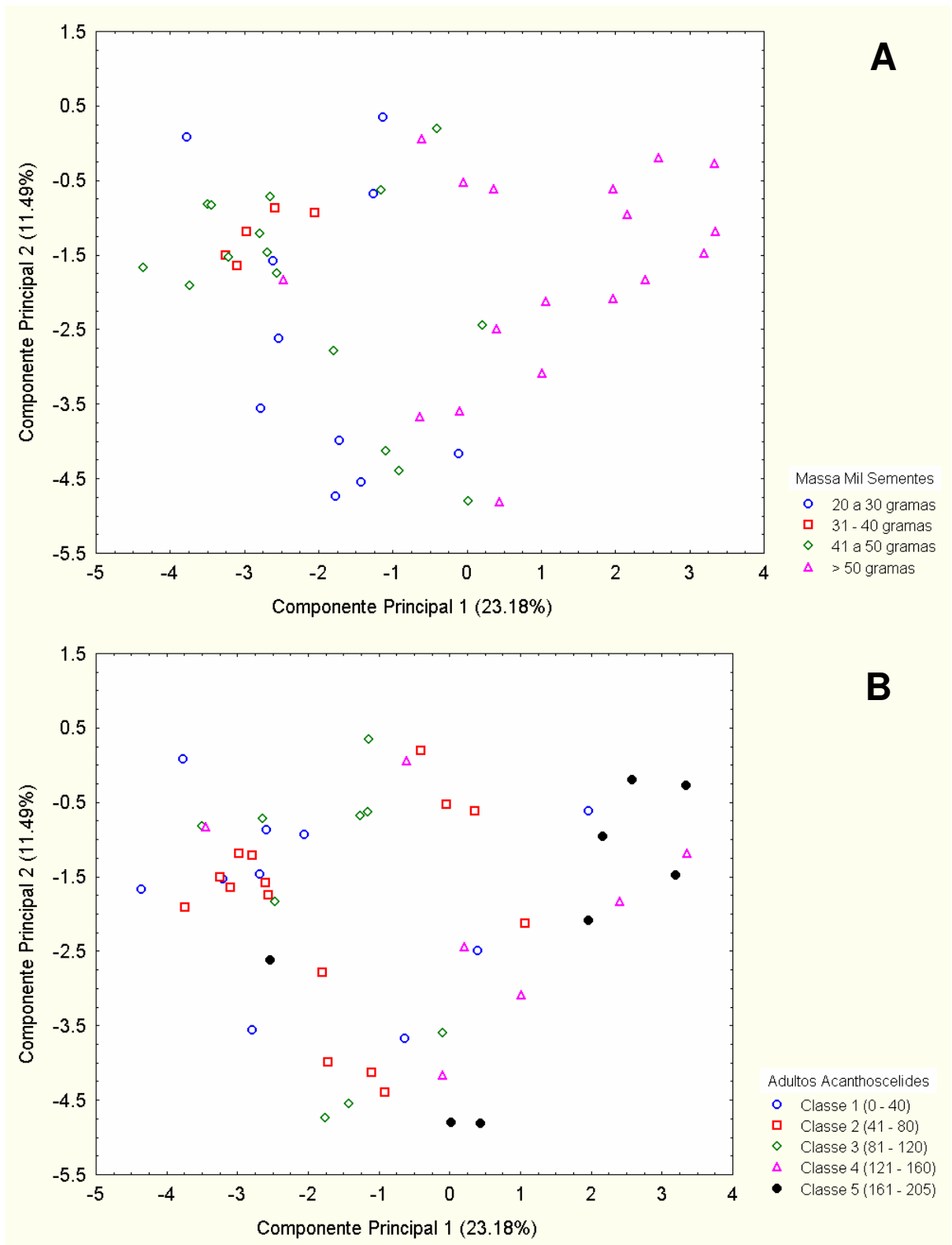


Figura 4 - Dispersão de 49 genótipos de *Phaseolus vulgaris* em plano formado pelos dois primeiros componentes principais da análise realizada a partir de 18 descritores morfoagronômicos e da resistência a *Acanthoscelides obtectus*. Os genótipos foram caracterizados segundo sua massa de mil sementes (A) e segundo o seu índice de resistência a *A. obtectus* (B)

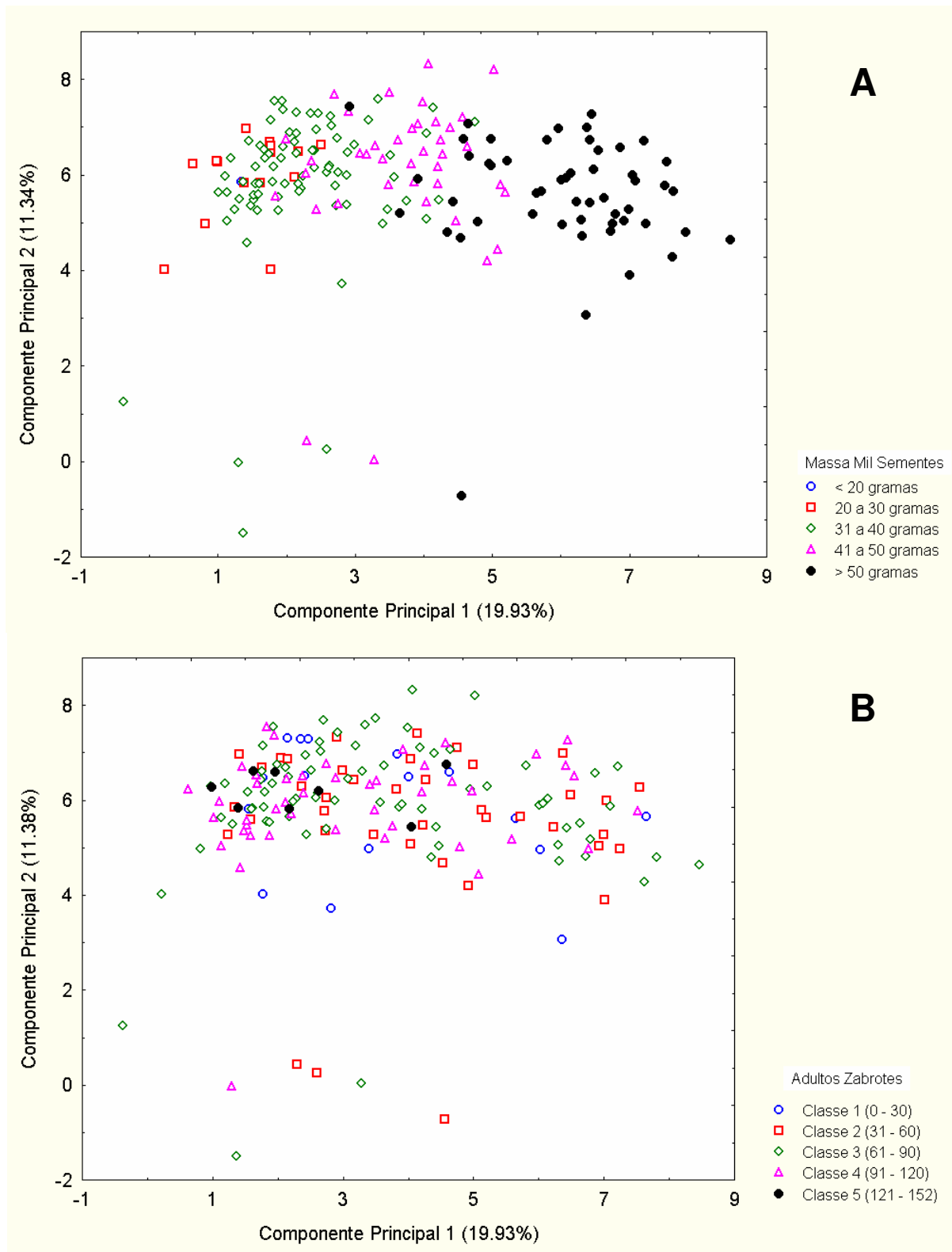


Figura 5 - Dispersão de 185 genótipos de *Phaseolus vulgaris* em plano formado pelos dois primeiros componentes principais da análise realizada a partir de 18 descritores morfoagronômicos e da resistência a *Zabrotes subfasciatus*. Os genótipos foram caracterizados segundo sua massa de mil sementes (A) e segundo o seu índice de resistência a *Z. subfasciatus* (B)

Gatehouse et al. (1987) verificaram que a fração de carboidratos dos grãos do acesso G12953 de *P. vulgaris* afeta severamente o desenvolvimento de *A. obtectus*, mas não apresenta efeito sobre *Z. subfasciatus*. Por outro lado, a fração protéica desse mesmo acesso, que afeta o desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, apresenta pouco ou nenhum efeito sobre *A. obtectus*, indicando que as bases para a resistência a estas duas pragas no acesso em questão são completamente diferentes e que o mesmo apresenta múltiplos mecanismos de resistência (MINNEY et al., 1990). Dessa forma, pode-se inferir também que genótipos como o 251, 584 e 816, os quais se mostraram resistentes tanto a *A. obtectus* como a *Z. subfasciatus* no presente trabalho, contenham mais de um mecanismo de resistência.

Entre os genótipos que se mostraram mais resistentes a *Z. subfasciatus* no presente trabalho (Tabela 3), aqueles com números de acesso 583, 584, 816, 818 e 819 contêm arcelina, uma proteína tóxica a muitos insetos, incluindo *Z. subfasciatus* (BARBOSA et al., 1999, 2000a, 2000b, 2002; CARDONA et al., 1990; LARA, 1997; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; PEREIRA et al., 1995; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997), mas que apresenta pouco ou nenhum efeito sobre *A. obtectus* (GUZMÁN-MALDONADO et al., 1996; HARTWECK; CARDONA; OSBORN, 1997), o que explicaria esta diferença nos níveis de resistência verificados para as duas espécies.

As arcelinas que, em *P. vulgaris*, estão representadas por 7 variantes conhecidas, nomeadas Arc-1 a Arc-7 (ACOSTA-GALLEGOS et al., 1998; LIOI et al., 2003), pertencem à família das lectinas, que conta ainda com fitohemaglutininas e inibidores de  $\alpha$ -amilases, sendo todas estas proteínas codificadas por genes localizados em um único *locus* no genoma do feijoeiro (CHRISPEELS, 1997). Apesar de o seu mecanismo de ação ainda não estar completamente esclarecido, as arcelinas são tidas como “lectinas fracas”, por apresentarem algumas deleções ou substituições de aminoácidos essenciais no seu sítio ativo (CARLINI; GROSSI-DE-SÁ, 2002; CHRISPEELS, 1997). Caso as arcelinas realmente se comportem como lectinas, elas podem ter sobre os insetos os mesmos efeitos que estas.

Devido à ligação do sítio ativo da proteína a algum carboidrato ou glicoconjugado, as lectinas podem promover numerosos efeitos fisiológicos, resultantes

das seguintes possíveis ligações das lectinas: com enzimas digestivas glicosiladas, inativando-as; com a quitina ou com glicoconjugados da matriz peritrófica, provocando o rompimento desta; com glicoconjugados expostos na superfície das células epiteliais do intestino médio, causando a desestruturação deste; com proteínas glicosiladas da própria planta, impedindo a sua digestão e; com receptores da superfície de microrganismos do intestino do inseto, alterando a composição da flora intestinal (CZAPLA, 1997), sendo que qualquer destes efeitos, mesmo que de forma isolada, pode influenciar drasticamente a nutrição do inseto, por meio de alterações nas funções de digestão, absorção, proteção ou secreção do sistema digestivo.

Tabela 3 – Genótipos de *Phaseolus vulgaris* selecionados em função da resistência a *Zabrotes subfasciatus* e o número de insetos emergidos de cada um, após 50 dias da data de infestação, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Número de insetos emergidos
621	2,80 ± 1,20 a
634	2,80 ± 1,46 a
251	2,00 ± 0,32 a
570	2,00 ± 0,95 a
610	1,40 ± 1,40 a
35	0,80 ± 0,58 a
584*	0,80 ± 0,58 a
2	0,60 ± 0,40 a
583*	0,20 ± 0,20 a
818*	0,00 ± 0,00 a
816*	0,00 ± 0,00 a
819*	0,00 ± 0,00 a

<sup>1</sup> Médias originais, transformadas segundo  $\log(x + 6)$  para a análise estatística.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Paes et al. (2000) verificaram, por meio de imunolocalização, que Arc-1 realmente se liga aos glicoconjugados da superfície intestinal de *Z. subfasciatus*, causando severos danos às células epiteliais, alterando a sua estrutura, e penetrando

na hemocele do inseto, sendo que o mesmo não acontece em *A. obtectus*. Gatehouse et al. (1989) constataram que a proteólise da lectina de *P. vulgaris* ocorre em taxas similares para *A. obtectus* e para *C. maculatus* (para o qual a lectina é tóxica), demonstrando que a inativação da proteína não é a causa da tolerância de *A. obtectus* a ela. Os autores sugerem que esta não-toxicidade seja devida à dificuldade de a lectina atravessar a matriz peritrófica e se ligar ao epitélio intestinal do inseto, em razão da barreira representada pela própria matriz peritrófica ou da ausência de receptores específicos para a lectina nas células do epitélio intestinal. De fato, Arc-1 não causa alterações na estrutura do trato digestivo de *A. obtectus*, como o faz em *Z. subfasciatus* (PAES et al., 2000).

Minney et al. (1990) avaliaram o conteúdo protéico de acessos de *P. vulgaris* e constataram que, mesmo atuando em conjunto com inibidores de  $\alpha$ -amilase, as arcelinas foram o principal componente antimetabólico dos grãos do feijão, podendo, por si só, conferir resistência a *Z. subfasciatus*.

Embora todos os genótipos constantes da Tabela 3 tenham sido selecionados no *screening* como os mais resistentes a *Z. subfasciatus*, aqueles com números de acesso 2, 35, 251, 621 e 634 foram descartados, em função da sua dificuldade de produção, sendo utilizados para os testes subseqüentes os genótipos com números de acesso 570, 583, 584, 610, 816, 818 e 819, juntamente com 'Bolinha' (testemunha).

Apesar de a emergência relativa, calculada a partir do número de insetos emergidos após 50 dias da data de infestação, ser um parâmetro demasiado simples para a seleção dos genótipos, ele reflete diretamente o resultado da soma dos possíveis tipos e causas da resistência do genótipo, potencializando os efeitos isolados de cada tipo. Um baixo número de adultos emergidos pode ser devido à antibiose do genótipo ou à antixenose para alimentação, que levariam à alta mortalidade na fase imatura do inseto, ou ao alongamento do período de desenvolvimento. Esse baixo número pode também ser devido à antixenose para oviposição, que resultaria em poucos ovos e, conseqüentemente, poucos adultos emergidos ou ainda ao somatório de dois ou mais destes fatores.



Além disso, Rêgo et al. (1986) constataram que a população emergente é um dos parâmetros mais consistentes para a determinação da resistência e/ou suscetibilidade de genótipos de *P. vulgaris* a *Z. subfasciatus*.

#### 4.2 Atratividade e preferência para oviposição de *Z. subfasciatus* pelos genótipos de *P. vulgaris*, em teste de livre escolha

O número de adultos de *Z. subfasciatus* presentes nos genótipos testados após 1 e 4 dias da infestação (Tabelas 4 e 5) permite constatar que a variedade Bolinha foi a menos preferida pelos insetos, diferindo estatisticamente da maioria dos demais genótipos nas duas avaliações feitas.

Tabela 4 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* presentes em genótipos de *Phaseolus vulgaris*, 1 dia após a infestação (D.A.I.), em teste de livre escolha<sup>1,2</sup>

Genótipo	Nº de insetos 1 D.A.I.		
	Machos	Fêmeas	Total
818*	10,67 ± 0,80 a	9,50 ± 1,15 a	20,17 ± 0,95 a
816*	9,50 ± 1,67 a	9,50 ± 1,88 a	19,00 ± 1,21 a
583*	10,33 ± 0,67 a	8,17 ± 1,33 a	18,50 ± 1,75 a
819*	10,17 ± 1,01 a	8,00 ± 0,68 a	18,17 ± 1,22 a
610	10,17 ± 1,54 a	7,67 ± 0,84 a	17,83 ± 2,09 a
584*	7,50 ± 1,06 ab	9,17 ± 0,91 a	16,67 ± 1,12 ab
570	9,17 ± 1,08 a	6,67 ± 2,11 a	15,83 ± 2,43 ab
Bolinha	4,00 ± 0,89 b	6,00 ± 0,68 a	10,00 ± 0,78 b

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Com 1 dia após a infestação (D.A.I.), o genótipo menos preferido pelos adultos de *Z. subfasciatus* foi 'Bolinha', apresentando 10 adultos e sendo este valor 2,2 vezes inferior ao apresentado por 818 (20,17 adultos), o genótipo preferido. Aos 4 D.A.I., o genótipo menos preferido também foi 'Bolinha', apresentando 7,83 adultos e sendo este valor 2,4 vezes inferior ao apresentado por 819 (18,67 adultos), que foi o preferido.

Para ambos os períodos, o número de adultos presentes nos genótipos preferidos diferiu estatisticamente apenas do número presente em 'Bolinha'.

É importante ressaltar, no entanto, que o menor número de adultos presentes em 'Bolinha' não reflete uma não-preferência para alimentação, uma vez que os adultos de *Z. subfasciatus* não utilizam sementes de leguminosas para alimentação (ATHIÉ; DE PAULA, 2002; COSTA LIMA, 1995; HILL, 2002; LAWRENCE et al., 1991).

Tabela 5 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* presentes em genótipos de *Phaseolus vulgaris*, aos 4 dias após a infestação (D.A.I.), em teste de livre escolha<sup>1,2</sup>

Genótipo	Nº de insetos 4 D.A.I.		
	Machos	Fêmeas	Total
819*	10,00 ± 1,39 a	8,67 ± 1,20 a	18,67 ± 1,28 a
584*	8,83 ± 0,87 a	8,83 ± 1,49 a	17,67 ± 2,08 a
583*	8,17 ± 0,87 a	8,67 ± 0,80 a	16,83 ± 1,30 a
610	8,67 ± 1,15 a	7,67 ± 1,76 a	16,33 ± 2,72 a
818*	9,00 ± 1,29 a	7,17 ± 0,70 ab	16,17 ± 1,76 a
816*	8,50 ± 1,36 a	7,17 ± 1,08 ab	15,67 ± 2,28 ab
570	6,33 ± 0,88 a	5,00 ± 1,29 ab	11,33 ± 0,80 ab
Bolinha	5,50 ± 0,67 a	2,33 ± 0,56 b	7,83 ± 0,60 b

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Percebe-se também que os resultados para 1 e para 4 D.A.I. não apresentaram grande variação entre si, indicando que a avaliação da preferência de *Z. subfasciatus* por genótipos de *P. vulgaris* pode ser feita com apenas 1 D.A.I., diminuindo o tempo empregado para o teste.

Lara (1997) verificou uma menor atratividade de adultos de *Z. subfasciatus* por genótipos de *P. vulgaris* contendo arcelina, em relação a outros sem a proteína. No entanto, estes últimos não foram os mesmos genótipos utilizados no presente trabalho.

Com relação à oviposição nos genótipos avaliados (Tabela 6), os resultados confirmam a não-preferência de *Z. subfasciatus* por 'Bolinha', que apresentou o menor número de ovos, diferindo significativamente da maioria dos demais genótipos.

O genótipo 818 também foi pouco ovipositado (110,83 ovos), não diferindo de 'Bolinha' (71,83 ovos) e do genótipo 583, que apresentou um valor intermediário (166,5 ovos), e não diferiu de nenhum dos genótipos utilizados no teste. Os genótipos 584 (233,33 ovos), 816 (209,5 ovos), 819 (200,17 ovos) e 570 (197 ovos) também não diferiram do genótipo 610, que foi o mais ovipositado, com uma média de 237,5 ovos, número mais de 3 vezes superior ao encontrado em 'Bolinha'.

Tabela 6 – Oviposição média de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de livre escolha<sup>1,2</sup>

Genótipo	Ovos		
	Total (n <sup>o</sup> )	Viáveis (%)	Inviáveis (%)
610	237,50 ± 24,18 a	84,71 ± 2,85 a	15,29 ± 2,85 b
584*	233,33 ± 29,98 a	81,64 ± 2,03 a	18,36 ± 2,03 b
816*	209,50 ± 21,61 ab	83,07 ± 0,97 a	16,93 ± 0,97 b
819*	200,17 ± 30,46 ab	81,17 ± 1,38 a	18,83 ± 1,38 b
570	197,00 ± 19,53 ab	86,24 ± 1,40 a	13,76 ± 1,40 b
583*	166,50 ± 16,35 abc	84,94 ± 2,19 a	15,06 ± 2,19 b
818*	110,83 ± 26,64 bc	62,40 ± 7,78 b	37,60 ± 7,78 a
Bolinha	71,83 ± 15,74 c	79,28 ± 3,08 a	20,72 ± 3,08 b

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Lara (1997) e Wanderley; Oliveira e Andrade Jr. (1997) também trabalharam com genótipos contendo arcelina, em teste de livre escolha, e verificaram que os mesmos estiveram entre os mais ovipositados, com resultados semelhantes aos aqui obtidos.

Como as fêmeas de *Z. subfasciatus* realizam a postura fixando os ovos aos grãos de feijão por meio de uma substância adesiva que produzem, o que é um padrão original do grupo, e não apenas os depositam aleatoriamente entre o substrato, os adultos ainda preservam a característica de seleção hospedeira para oviposição (PARSONS; CREDLAND, 2003).

Bernays e Chapman (1994) dividem didaticamente a seleção hospedeira por insetos fitófagos em diferentes fases, afirmando que na fase final de aproximação, os insetos se utilizam de pistas visuais sendo importantes a coloração, forma e contraste do hospedeiro no ambiente.

Assim, a distribuição dos insetos entre os genótipos estudados poderia ser explicada pela coloração dos grãos, uma vez que os dois genótipos com menor número de adultos apresentam coloração clara (esverdeada em 'Bolinha' e bege em 570), sendo todos os demais genótipos de coloração preta. Com relação ao contraste, os genótipos com grãos de coloração clara forneceriam um contraste maior com o interior da arena escura que os genótipos de coloração escura. No entanto não é possível determinar até que ponto os insetos conseguem distinguir cores e contrastes no interior de uma arena sem luz.

Bastos (1969), trabalhando com *Callosobruchus analis* e Ramalho; Botelho e Salgado (1977), trabalhando com *A. obtectus*, não verificaram influência da cor do grão na preferência dos insetos por variedades de *P. vulgaris*.

Ainda segundo Bernays e Chapman (1994), uma vez que o inseto entre em contato com o hospedeiro, já na fase de aceitação hospedeira, a textura deste torna-se um fator muito importante para a manutenção ou não do inseto sobre o hospedeiro. Nwanze; Horber e Pitts (1975) e Nwanze e Horber (1976) verificaram que a textura rugosa do tegumento de sementes de diferentes variedades de *P. vulgaris* é um fator determinante para a baixa oviposição e desenvolvimento larval de *C. maculatus* e, em última instância, para a resistência destas variedades ao inseto, em comparação àquelas com tegumento liso. No presente trabalho, com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura, foi possível observar diferenças na textura do tegumento dos genótipos testados (Figura 6). No entanto, os resultados obtidos não foram conclusivos e a afirmação de que a maior ou menor preferência para oviposição de *Z. subfasciatus* nos genótipos estudados seja devida às diferenças observadas no tegumento dos grãos pode ser equivocada.

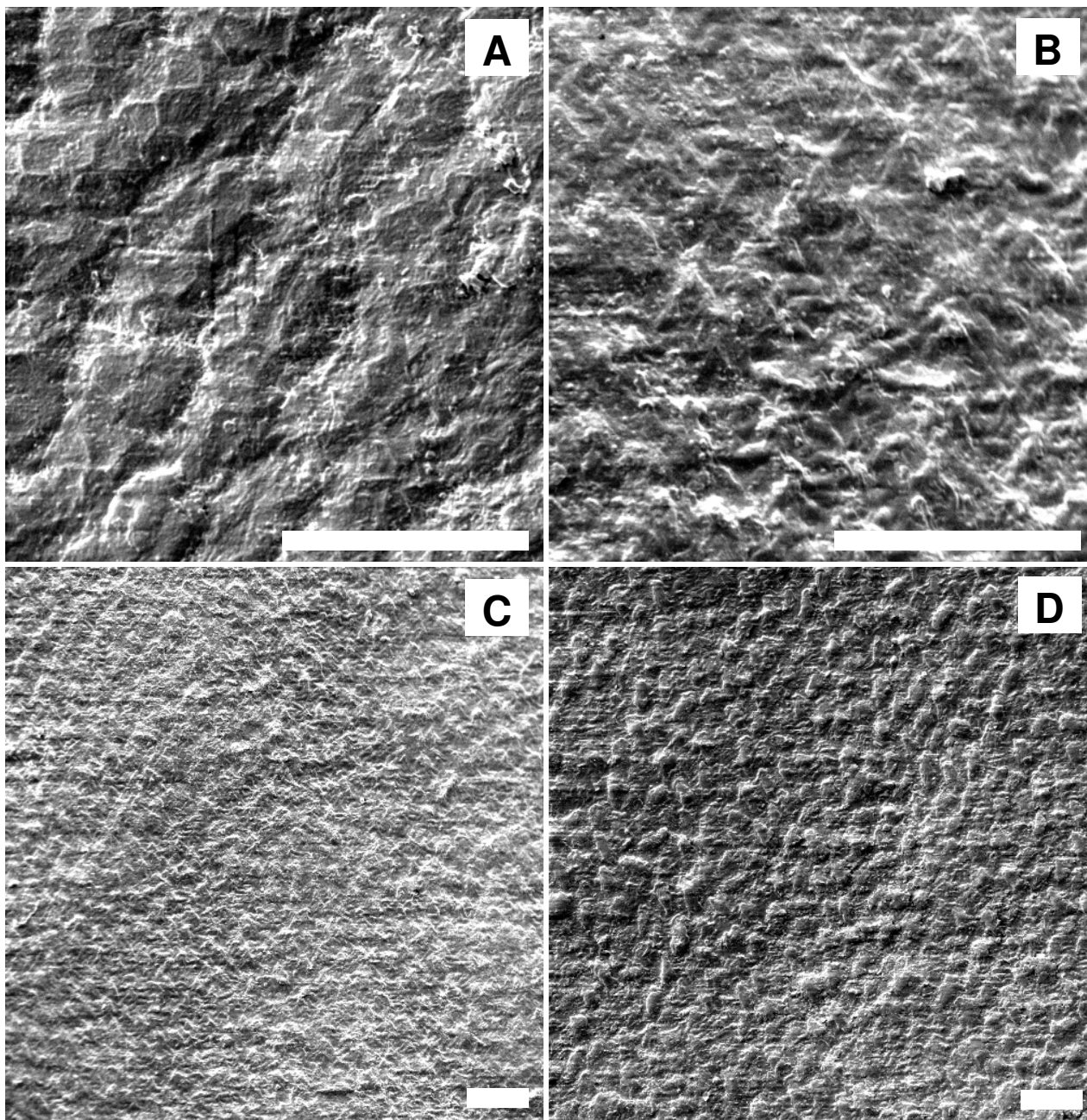


Figura 6 – Microfotografia eletrônica de varredura da superfície do tegumento de grãos de diferentes genótipos de feijão *Phaseolus vulgaris*. A = variedade Bolinha; B-C = acesso 610; D = acesso 583. Barras = 10 $\mu$ m

Ainda com relação à Tabela 6, percebe-se que o genótipo portador de arcelina 818 apresentou a menor porcentagem de ovos viáveis (62,4%), diferindo significativamente de todos os demais. Contudo, não foram observadas diferenças significativas entre os demais genótipos, portadores ou não de arcelina, sugerindo que

ela não afeta a viabilidade dos ovos depositados sobre os grãos de feijão. A maior viabilidade foi observada no genótipo 570 (84,94%).

Lara (1997) e Wanderley; Oliveira e Andrade Jr. (1997) também verificaram altas porcentagens de ovos viáveis em genótipos contendo arcelina, em teste de livre escolha, obtendo resultados semelhantes aos do presente trabalho.

Os resultados aqui obtidos sugerem fontes de antixenose para oviposição em 'Bolinha' que, ainda assim, é considerado suscetível a *Z. subfasciatus*, sendo uma variedade muito comumente utilizada para a manutenção de criações do inseto em laboratório (BOIÇA Jr.; BOTELHO; TOSCANO, 2002; BREDA NETO et al., 2006; GUZZO et al., 2006; MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUKOVSKI, 2007).

### **4.3 Efeito dos genótipos de *P. vulgaris* sobre a oviposição e aspectos biológicos de *Z. subfasciatus*, em teste de confinamento**

#### **4.3.1 Efeito dos genótipos sobre a oviposição**

Com base nos dados da Tabela 7, verifica-se que, em condição de confinamento, a oviposição de *Z. subfasciatus* não segue o mesmo padrão encontrado no teste de livre escolha. O número total de ovos colocados variou de 5,5 (para o genótipo 570) a 13,83 (para o genótipo 610), não havendo diferença significativa entre os mesmos. Também não se verificou diferença estatística quanto à porcentagem de ovos viáveis, cujos valores variaram entre 87,02 e 99,02% para 610 e 584, respectivamente. Conseqüentemente, a porcentagem de ovos inviáveis variou entre 12,98 e 0,98% para os mesmos genótipos, respectivamente, não havendo diferença estatística entre ambos e também entre os demais.

Apesar de 'Bolinha' ter sido pouco ovipositado no teste de livre escolha, a variedade não apresentou grandes diferenças em relação aos demais genótipos, em condição de confinamento. Obviamente, a oviposição nos genótipos está relacionada à quantidade de insetos (fêmeas) que se dirigem a cada um e, no teste de confinamento, os insetos não podem manifestar a sua preferência (atração/oviposição), como o fazem

em condição de livre escolha (LARA, 1997). Estes resultados são semelhantes aos observados por Ribeiro-Costa; Pereira e Zucovski (2007), que também não verificaram diferenças entre esta variedade e as demais testadas (incluindo genótipos com arcelina), quanto ao número total de ovos e também à porcentagem de ovos viáveis, em teste de confinamento.

Tabela 7 – Oviposição média de *Zabrotes subfasciatus* em grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Ovos		
	Total (n <sup>o</sup> )	Viáveis (%)	Inviáveis (%)
610	13,83 ± 2,93 a	87,02 ± 2,80 a	12,98 ± 2,80 a
819*	10,50 ± 2,28 a	96,69 ± 2,38 a	3,31 ± 2,38 a
584*	10,33 ± 2,06 a	99,02 ± 0,98 a	0,98 ± 0,98 a
Bolinha	10,00 ± 1,13 a	98,89 ± 1,11 a	1,11 ± 1,11 a
818*	6,83 ± 1,96 a	97,14 ± 1,84 a	2,86 ± 1,84 a
583*	6,83 ± 0,79 a	95,83 ± 4,17 a	4,17 ± 4,17 a
816*	6,17 ± 1,66 a	94,74 ± 2,40 a	5,26 ± 2,40 a
570	5,50 ± 0,89 a	95,24 ± 4,76 a	4,76 ± 4,76 a

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Genótipos contendo arcelina, quando comparados a outros que não contêm essa proteína (LARA, 1997; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUCOVSKI, 2007; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997), não têm sido menos ovipositados, em teste de confinamento, corroborando os resultados aqui obtidos. O mesmo ocorre com relação aos ovos viáveis, sendo que genótipos contendo arcelina não têm reduzido drasticamente a viabilidade dos ovos de *Z. subfasciatus*, em relação a outros genótipos testados (LARA, 1997; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; RIBEIRO-COSTA; PEREIRA; ZUCOVSKI, 2007; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997).

Tais resultados mostram que os efeitos dos genótipos contendo arcelina, e tidos como resistentes a bruquídeos, não estão associados à redução da oviposição ou

da viabilidade dos ovos de *Z. subfasciatus*. Conforme demonstrado por Paes et al. (2000), a atividade tóxica de uma arcelina sobre *Z. subfasciatus* envolve a sua ligação ao epitélio do trato digestivo do inseto, acompanhada do rompimento deste e da penetração da proteína na hemocele e, portanto, somente pode agir após a sua ingestão por parte das larvas do inseto.

As linhagens de *P. vulgaris* contendo arcelinas comumente empregadas nos testes de resistência, normalmente são obtidas pelo cruzamento do genótipo selvagem portador da proteína com alguma cultivar. Barbosa et al. (1999, 2000a, 2000b, 2002) e Pereira et al. (1995), por exemplo, obtiveram seus materiais pelo cruzamento de genótipos silvestres contendo as variantes arcelina 1 – arcelina 4 com a cultivar Porrillo 70. Assim, a preferência de *Z. subfasciatus* pelos genótipos de *P. vulgaris*, mesmo dentro do grupo dos portadores de arcelina, pode ser influenciada pelas cultivares utilizadas no cruzamento para a sua obtenção.

Consideram-se aqui como inviáveis aqueles ovos cujos embriões não conseguiram se desenvolver, ou cujas larvas não conseguiram penetrar nos grãos após a sua eclosão, processos estes que nada tem a ver com a ingestão do endosperma dos grãos de feijão pelas larvas. Uma vez que a oviposição foi efetuada por fêmeas provenientes, em sua totalidade, de 'Bolinha', excluem-se também diferenças provocadas por algum tipo de condicionamento pré-imaginal.

#### **4.3.2 Efeito dos genótipos sobre a viabilidade, duração do período imaturo e peso dos adultos emergidos**

Com base na Tabela 8, é possível observar que o genótipo 816 foi o que apresentou o menor número de adultos emergidos (1,83 adultos), não diferindo de 818, 819, 584, 570 e 583 (2,83, 3, 3,5, 4,67 e 5 adultos, respectivamente). O maior número de adultos emergidos foi verificado no genótipo 610 (11 adultos), não diferindo estatisticamente apenas de 'Bolinha' (8,67 adultos). Quando foram considerados os sexos separadamente, os machos seguiram o mesmo padrão, com a menor emergência obtida em 816 e 818 (ambos com 0,83 macho emergido), seguidos de 819, 584, 570 e 583 (1,17, 1,33, 2,33 e 2,83 machos, respectivamente), dos quais não diferiram



estatisticamente. ‘Bolinha’ apresentou um valor intermediário (3 machos), não diferindo estatisticamente dos genótipos anteriores e nem de 610, que apresentou o maior valor (6,33 machos) e não diferiu apenas de ‘Bolinha’. Quanto às fêmeas, o padrão variou sensivelmente, com 816 ainda apresentando o menor valor (1 fêmea) e diferindo apenas de 610 e de ‘Bolinha’ (4,67 e 5,67 fêmeas, respectivamente), que não diferiram entre si. Nos demais genótipos, verificaram-se valores intermediários, que não diferiram de 816 e de 610.

Tabela 8 – Número médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Nº de adultos emergidos		
	Machos	Fêmeas	Total
610	6,33 ± 1,67 a	4,67 ± 1,15 ab	11,00 ± 2,61 a
Bolinha	3,00 ± 0,68 ab	5,67 ± 0,96 a	8,67 ± 1,48 ab
583*	2,83 ± 0,40 b	2,17 ± 0,31 bc	5,00 ± 0,26 bc
570	2,33 ± 0,67 b	2,33 ± 0,42 bc	4,67 ± 0,80 bc
584*	1,33 ± 0,56 b	2,17 ± 0,31 bc	3,50 ± 0,81 bc
819*	1,17 ± 0,48 b	1,83 ± 0,70 bc	3,00 ± 0,73 c
818*	0,83 ± 0,31 b	2,00 ± 0,26 bc	2,83 ± 0,40 c
816*	0,83 ± 0,31 b	1,00 ± 0,45 c	1,83 ± 0,31 c

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Conforme já foi comentado, a população emergente constitui um dos parâmetros mais consistentes para a medição da resistência de *P. vulgaris* a *Z. subfasciatus* (RÊGO et al., 1986) mas, uma vez que o número de ovos que deu origem a estes adultos não foi padronizado para os genótipos (Tabela 7), a comparação entre os adultos deles emergidos não deve ser feita com base nas médias brutas, mas sim na viabilidade do período de desenvolvimento (período imaturo), que é apresentada na Tabela 9.

Quando se considera o número total de ovos colocados pelos insetos e, portanto, o conjunto das viabilidades dos períodos de ovo, larva e pupa, verifica-se que

a menor viabilidade foi ocasionada pelo genótipo 819 (30,16%) e a maior, por ‘Bolinha’ (85,14%), havendo diferenças significativas entre ambos. Quando somente os ovos viáveis são considerados para este cálculo e, portanto, tomam-se em conjunto apenas as viabilidades dos períodos de larva e pupa, o genótipo 819 também aparece como causador da menor viabilidade (31,08%), mas com 610 apresentando o maior valor (89,72%).

Tabela 9 – Viabilidade do período de desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Viabilidade do período de desenvolvimento (%)	
	/ total de ovos	/ ovos viáveis
Bolinha	85,14 ± 9,71 a	86,25 ± 9,95 ab
570	84,50 ± 5,80 ab	89,26 ± 5,61 a
610	78,10 ± 4,77 ab	89,72 ± 4,55 a
583*	71,11 ± 4,54 abc	73,89 ± 6,47 abc
818*	55,18 ± 15,50 abc	56,10 ± 15,20 abc
584*	43,58 ± 12,73 abc	43,70 ± 12,67 bc
816*	40,67 ± 13,01 bc	41,83 ± 12,69 c
819*	30,16 ± 4,98 c	31,08 ± 4,85 c

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Em última instância, estes valores refletem a mortalidade do inseto durante o seu período de desenvolvimento e, independentemente da relação que for tomada, verifica-se uma diferença marcante entre os genótipos portadores de arcelina e os demais. Tanto em relação aos ovos viáveis, como em relação ao número total de ovos, os genótipos portadores de arcelina 819, 816, 584, 818 e 583 proporcionaram as maiores mortalidades para o período imaturo de *Z. subfasciatus*, enquanto os genótipos sem a proteína proporcionaram as menores mortalidades, ainda que, em alguns casos, não tenha sido verificada diferença estatística significativa entre genótipos destes dois grupos.

Tais resultados sugerem a inadequação dos genótipos portadores de arcelina para o desenvolvimento de *Z. subfasciatus*. A variedade Bolinha, para a qual havia sido verificado efeito antixenótico para oviposição, se mostrou adequada ao desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, sendo possível que o seu efeito adverso se manifeste somente sobre o comportamento do inseto.

De um modo geral, em relação ao número total de ovos, a viabilidade nos genótipos contendo arcelina, variou entre 30,16 e 71,11% e, nos genótipos sem essa proteína, variou entre 78,1 e 85,14%. Em termos numéricos, estes resultados estão de acordo com a literatura (BARBOSA et al., 1999; LARA, 1997; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; RIBEIRO-COSTA et al., 2007; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997), mas são inferiores aos obtidos por Mazzonetto e Vendramim (2002) e superiores aos obtidos por Ribeiro-Costa et al. (2007) para genótipos contendo arcelina, e superiores aos obtidos por Boiça Jr.; Botelho e Toscano (2002) e por Mazzonetto e Boiça Jr. (1999), para genótipos sem essa proteína. Mazzonetto e Vendramim (2002), por outro lado, não verificaram diferenças estatísticas entre a viabilidade do período de desenvolvimento nos genótipos com e sem arcelina. A viabilidade em 'Bolinha' foi semelhante à verificada por Ribeiro-Costa et al. (2007), que também trabalharam com esta variedade.

Outros parâmetros que devem ser levados em consideração para a caracterização da antibiose são a duração do período de desenvolvimento e o peso dos adultos emergidos. A Tabela 10 apresenta a duração do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* nos genótipos de *P. vulgaris* avaliados.

A maior duração média do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* foi verificada no genótipo 816 (45,78 dias), não diferindo estatisticamente apenas de 819 (42,19 dias). Quando considerados os sexos separadamente, as fêmeas seguiram o mesmo padrão da média, com a maior duração observada em 816 (50,89 dias), mas diferindo de 819 (42,75 dias) e de todos os demais genótipos. Para os insetos machos, a maior duração foi verificada no genótipo 819 (41,63 dias), não diferindo de 816, 584 e 583 (40,67, 39,83 e 38,08 dias, respectivamente). 'Bolinha', 570 e 610 apresentaram sempre os menores valores, não diferindo entre si.

Tabela 10 – Duração média do período de desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Período de desenvolvimento (dias)		
	Machos	Fêmeas	Média
816*	40,67 ± 2,20 a	50,89 ± 2,11 a	45,78 ± 1,78 a
819*	41,63 ± 0,65 a	42,75 ± 3,25 b	42,19 ± 1,67 ab
584*	39,83 ± 0,96 a	41,14 ± 1,77 b	40,49 ± 1,01 b
583*	38,08 ± 0,52 a	37,89 ± 1,14 b	37,99 ± 0,82 bc
818*	32,00 ± 0,00 b	36,09 ± 1,05 bc	34,03 ± 0,53 cd
610	30,29 ± 0,76 b	30,43 ± 0,21 c	30,36 ± 0,41 de
570	29,81 ± 0,18 b	30,40 ± 0,24 c	30,11 ± 0,16 de
Bolinha	29,02 ± 0,22 b	28,89 ± 0,17 c	28,96 ± 0,05 e

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Os insetos emergidos de todos os genótipos contendo arcelina apresentaram a duração do período de desenvolvimento maior que aqueles emergidos dos genótipos sem essa proteína, sendo que apenas 818 não diferiu destes últimos, e indicando que a arcelina, quando consumida pelas larvas de *Z. subfasciatus*, provoca o alongamento do ciclo biológico do inseto.

O período de desenvolvimento para machos, fêmeas e médio variou entre 41,63 e 32 dias, entre 50,89 e 36,09 dias e entre 45,78 e 34,03 dias, respectivamente, para os genótipos com arcelina, e entre 30,29 e 29,02 dias, entre 30,43 e 28,89 dias e entre 30,36 e 28,96 dias, respectivamente, para os genótipos sem arcelina. De uma forma geral, a diferença entre os genótipos com e sem arcelina foi de 8,73 dias para machos, 11,84 dias para fêmeas e 10,28 dias para a média.

Os resultados e valores aqui obtidos reforçam a possibilidade de ocorrência de efeitos antibióticos nos genótipos contendo arcelina e são consistentes com a literatura (BARBOSA et al., 1999, 2000a, 2000b; LARA, 1997; MAZZONETTO; BOIÇA Jr., 1999; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; RÉGO et al., 1986; RIBEIRO-COSTA et al., 2007; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997), embora, em alguns casos, o alongamento do ciclo provocado pelas arcelinas não tenha sido

estatisticamente significativo (BARBOSA et al., 1999; RÊGO et al., 1986). Wanderley; Oliveira e Andrade Jr. (1997) encontraram valores consideravelmente maiores (ao redor de 7 dias) que os do presente trabalho para a duração do período médio de desenvolvimento dos insetos, em genótipos sem arcelina.

Conforme já discutido anteriormente, as arcelinas podem se comportar de maneira semelhante às lectinas e, desta forma, pelos modos de ação já apresentados, seria possível imaginar que as arcelinas se ligassem a alguma enzima digestiva do intestino do inseto, exercendo um efeito antinutritivo, que levaria ao alongamento do período de desenvolvimento do inseto.

No entanto, Minney et al. (1990) verificaram que o mecanismo de ação da arcelina 4 de *P. vulgaris* se dá por meio da resistência desta proteína à digestão pelas enzimas proteolíticas do trato digestivo de *Z. subfasciatus*. Quando as larvas do inseto tiveram a sua dieta suplementada com faseolina (a principal proteína de armazenamento nas sementes de genótipos suscetíveis de *P. vulgaris*) os efeitos deletérios da arcelina 4 foram consideravelmente reduzidos, indicando que a arcelina em questão não atua como um inibidor enzimático. A incapacidade das larvas de *Z. subfasciatus* em digerir a arcelina, quando esta for a principal proteína de armazenamento no genótipo em questão, impede o inseto de obter os aminoácidos de que necessita para o seu metabolismo, levando-o à subnutrição e ao conseqüente atraso no desenvolvimento ou, em última instância, à morte.

Com relação ao peso dos adultos emergidos, todos os genótipos contendo arcelina (com exceção de 584) provocaram redução do peso das fêmeas, padrão este que não se confirmou para os machos (Tabela 11).

O menor peso de machos foi verificado no genótipo 816 (1,58mg), seguido de 819, 818 e 610 (1,7, 1,8 e 1,82mg, respectivamente), dos quais não diferiu estatisticamente, e sendo todos diferentes de 584, no qual foi obtido o maior valor (2,17mg). 'Bolinha', 583 e 570 propiciaram valores intermediários (2, 1,99 e 1,97mg, respectivamente), não diferindo de 584. Para as fêmeas, o menor peso foi observado em 819 (2,48mg), seguido de 816 (2,52mg), ambos diferindo de 'Bolinha' e do genótipo 570, que apresentaram os maiores valores (3,21 e 3,09mg, respectivamente). Os genótipos 610, com 2,91mg, e 584, com 2,81mg, não diferiram de nenhum dos demais

genótipos, sendo que 583 e 818 também propiciaram valores intermediários (2,60mg para ambos), não diferindo estatisticamente de 819.

Tabela 11 – Peso médio dos adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Peso dos adultos emergidos (mg)		
	Machos	Fêmeas	Média
Bolinha	2,00 ± 0,07 ab	3,21 ± 0,03 a	2,61 ± 0,03
570	1,97 ± 0,04 abc	3,09 ± 0,07 ab	2,53 ± 0,03
610	1,82 ± 0,02 bcd	2,91 ± 0,04 abc	2,36 ± 0,03
584*	2,17 ± 0,05 a	2,81 ± 0,16 abc	2,49 ± 0,08
583*	1,99 ± 0,03 ab	2,60 ± 0,07 bc	2,29 ± 0,02
818*	1,80 ± 0,00 bcd	2,60 ± 0,07 bc	2,20 ± 0,04
816*	1,58 ± 0,13 d	2,52 ± 0,17 c	2,05 ± 0,10
819*	1,70 ± 0,05 cd	2,48 ± 0,23 c	2,09 ± 0,11

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\* Genótipos portadores de arcelina.

O peso médio dos adultos, independentemente do sexo, foi calculado, mas não foi submetido à análise estatística. Uma vez que as fêmeas adultas de *Z. subfasciatus* são consideravelmente mais pesadas que os machos, eventuais diferenças no peso médio dos adultos poderiam ser devidas a diferenças na proporção entre machos e fêmeas emergidos, e não efetivamente ao peso médio destes. Além disso, tal medida não apresenta significado prático, uma vez que não reflete realmente o peso médio de um indivíduo adulto de *Z. subfasciatus*, seja ele macho ou fêmea.

Mazzonetto e Vendramim (2002) e Wanderley; Oliveira e Andrade Jr. (1997) também verificaram a redução do peso de machos e fêmeas de *Z. subfasciatus* nos genótipos contendo arcelina e, a exemplo de Boiça Jr.; Botelho e Toscano (2002) e de Mazzonetto e Boiça Jr. (1999) (que, contudo, trabalharam somente com genótipos sem arcelina), encontraram valores semelhantes aos do presente trabalho. Ribeiro-Costa et al. (2007) também verificaram redução no peso de machos e fêmeas em genótipos contendo arcelina, mas com diferenças significativas somente para o peso

dos machos. Os valores obtidos por Lara (1997) diferem bastante daqueles aqui verificados, sendo possível que o autor, mesmo sem fazer menção, tenha trabalhado com o peso seco dos adultos, a exemplo de Barbosa et al. (2000b). Contudo, de acordo com Credland e Dendy (1992), existe uma correlação constante entre o peso fresco após a emergência e o peso seco após a morte, nos adultos de *Z. subfasciatus*.

Mais uma vez, os resultados se mostram consistentes com resistência do tipo antibiose, mas os seus efeitos podem também ser facilmente confundidos com antixenose para alimentação. Esta última é normalmente devida a substâncias que atuam no comportamento do inseto, enquanto a primeira pode ser devida a substâncias que atuam no seu metabolismo, ou então a impropriedades nutricionais (GALLO et al., 2002; LARA, 1991).

Embora Minney et al. (1990) tenham provado que a arcelina 4 é resistente à proteólise por *Z. subfasciatus*, os resultados aqui obtidos sugerem que este não seja o único mecanismo de ação envolvido. Mesmo tendo apresentado um período de desenvolvimento mais longo, os insetos criados nos genótipos contendo arcelina não conseguiram compensar o baixo valor nutricional destes, apresentando também um menor peso de adultos emergidos, o que indica a existência de efeitos antimetabólicos, ou tóxicos das lectinas sobre *Z. subfasciatus*. Conforme já demonstrado por Paes et al. (2000), arc 1 causa danos bastante severos ao epitélio intestinal de *Z. subfasciatus*, penetrando na hemocele e agindo de forma sistêmica no organismo do inseto. Assim, é possível que a resistência à proteólise seja apenas um pré-requisito para o efeito tóxico das arcelinas sobre os insetos, a exemplo do que ocorre com as lectinas (HARPER et al., 1995), e não a razão do mesmo. Zhu-Salzman et al. (1998) verificaram a ocorrência de correlação entre a atividade inseticida, a ligação e a resistência à proteólise da lectina de *Griffonia simplicifolia* em *C. maculatus*, sendo que posteriormente, Zhu-Salzman e Salzman (2001) comprovaram que a atividade de ligação desta lectina e a sua resistência à proteólise, embora contribuam para a eficiência da mesma, constituem atividades independentes.

### 4.3.3 Efeito dos genótipos sobre a longevidade e fecundidade dos adultos emergidos

Com base na Tabela 12, que apresenta a longevidade dos adultos de *Z. subfasciatus* emergidos dos genótipos avaliados, é possível verificar que a menor longevidade média foi obtida no genótipo 570 (7,64 dias), seguido de 819, 610, 'Bolinha' e 816 (8,39, 8,87, 8,92 e 8,98 dias, respectivamente), que não diferiram daquele, mas sim de 584, no qual foi obtida a maior longevidade (10,74 dias). Os genótipos 583 (com 9,56 dias) e 818 (com 9,45 dias), não diferiram estatisticamente entre si e nem de 584. Quando consideradas somente as fêmeas, apesar de haver diferença numérica superior a 2 dias entre o menor e o maior valor, esta não foi significativa. Com relação aos insetos machos, a menor longevidade também foi observada no genótipo 570 (7,15 dias), o qual diferiu apenas de 584 e 583, que propiciaram as maiores longevidades (11,92 e 11,33 dias, respectivamente) e não diferiram entre si.

Tabela 12 – Longevidade média de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Longevidade dos adultos (dias)		
	Machos	Fêmeas	Média
584*	11,92 ± 1,35 a	9,57 ± 0,47 a	10,74 ± 0,48 a
583*	11,33 ± 0,33 a	7,78 ± 0,59 a	9,56 ± 0,15 ab
818*	9,00 ± 0,58 b	9,89 ± 1,06 a	9,45 ± 0,71 ab
816*	8,17 ± 1,97 b	9,78 ± 1,75 a	8,98 ± 1,14 bc
Bolinha	9,02 ± 0,47 b	8,81 ± 0,59 a	8,92 ± 0,21 bc
610	9,08 ± 0,41 b	8,66 ± 0,44 a	8,87 ± 0,48 bc
819*	8,21 ± 0,43 b	8,56 ± 1,66 a	8,39 ± 0,80 bc
570	7,15 ± 0,43 b	8,13 ± 0,23 a	7,64 ± 0,33 c

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Os resultados obtidos para a longevidade dos adultos de *Z. subfasciatus* nos diferentes genótipos foram inconsistentes com a presença/ausência de arcelina,



bem como com os dados da literatura. Boiça Jr.; Botelho e Toscano (2002), avaliando somente genótipos sem arcelina, verificaram diferenças significativas apenas para a longevidade das fêmeas. Barbosa et al. (2000b), trabalhando com genótipos com e sem arcelina, encontraram diferenças somente para a longevidade média dos insetos, mas não para machos e para fêmeas separadamente. Ainda, encontraram diferenças significativas entre os sexos, com a longevidade dos machos sendo, em geral, maior que a das fêmeas. Mazzonetto e Vendramim (2002) verificaram diferenças significativas para machos e para fêmeas entre os genótipos com e sem arcelina, mas afirmam que tais diferenças não são tão marcantes quanto aquelas observadas para o período de desenvolvimento e para o peso dos insetos.

A Tabela 13 apresenta a fecundidade relativa das fêmeas de *Z. subfasciatus* emergidas dos genótipos avaliados, bem como a viabilidade dos ovos. Como as infestações dos diferentes genótipos não puderam ser padronizadas, foi calculada a fecundidade relativa, com base no número de ovos/fêmea, ao invés da fecundidade absoluta.

Tabela 13 – Fecundidade média relativa de fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* emergidas de grãos de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Fecundidade		
	Ovos/fêmea (n <sup>o</sup> )	Viáveis (%)	Inviáveis (%)
610	65,08 ± 10,55 a	95,33 ± 0,66 a	4,67 ± 0,66 b
Bolinha	54,83 ± 10,59 ab	89,87 ± 3,44 ab	10,13 ± 3,44 ab
816*	52,00 ± 12,42 ab	95,13 ± 1,48 a	4,87 ± 1,48 b
583*	40,33 ± 3,50 ab	97,05 ± 0,59 a	2,95 ± 0,59 b
584*	34,50 ± 7,16 ab	96,64 ± 0,92 a	3,36 ± 0,92 b
818*	28,00 ± 2,54 b	85,79 ± 3,81 b	14,21 ± 3,81 a
819*	23,00 ± 3,74 b	96,04 ± 0,47 a	3,96 ± 0,47 b
570	20,58 ± 3,55 b	97,78 ± 0,54 a	2,22 ± 0,54 b

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

A menor fecundidade média foi obtida pelas fêmeas emergidas do genótipo 570 (20,58 ovos/fêmea), que diferiu estatisticamente apenas de 610, do qual se obteve o maior valor (65,08 ovos/fêmea). Os genótipos 819 e 818 (com 23 e 28 ovos/fêmea, respectivamente), também não diferiram de 570, mas sim de 610, sendo que os demais apresentaram valores intermediários e não diferiram de nenhum dos genótipos testados. Quanto à viabilidade dos ovos, o menor valor foi obtido pelo genótipo 818 (85,79%), seguido de 'Bolinha' (com 89,87%), do qual não diferiu estatisticamente. Todos os demais genótipos diferiram de 818, mas não de 'Bolinha', sendo a maior viabilidade verificada no genótipo 570 (97,78%).

Mais uma vez, verifica-se a pouca ou nenhuma influência da arcelina na viabilidade dos ovos de *Z. subfasciatus*, ainda que, neste caso, a oviposição tenha sido feita por fêmeas provenientes do próprio genótipo no qual efetuaram a oviposição e havendo a possibilidade de algum condicionamento pré-imaginal, diferentemente do que ocorre com os seus parentais (Tabela 7), cujas fêmeas tinham sido todas criadas na variedade Bolinha.

A Tabela 14 apresenta a fecundidade das fêmeas emergidas dos diferentes genótipos (geração F1), bem como a viabilidade dos ovos, em comparação aos mesmos parâmetros de seus parentais, para cada um dos genótipos testados. Em função de ter sido utilizado somente um casal de insetos e apenas um dia de oviposição para o ensaio com a geração parental, e um número variável de casais e de dias de oviposição para o ensaio com a geração F1, a variável utilizada para a comparação da fecundidade foi o número de ovos/fêmea/dia.

Verificou-se uma redução significativa na fecundidade das fêmeas de *Z. subfasciatus* da F1 em relação às suas parentais nos genótipos 570, 584 e 819, sendo estes resultados inconsistentes com a presença/ausência de arcelina. Vale lembrar que a taxa diária de oviposição de fêmeas de *Z. subfasciatus* não é uniforme ao longo da sua vida. Meik e Dobie (1986) verificaram que o pico de oviposição está entre o 2º e 3º dias após a emergência das fêmeas, sendo que Ferreira (1960) e Gonzales et al. (1985) verificaram o pico ao 5º dia após a emergência. Assim, uma vez que no presente trabalho, somente o primeiro dia após a emergência foi considerado no cálculo da fecundidade relativa das fêmeas parentais, enquanto que para as fêmeas da F1 todos

os dias da sua vida adulta foram considerados, esta pode ter sido a causa da menor fecundidade observada para as fêmeas da geração F1.

Tabela 14 – Fecundidade relativa de fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* emergidas de diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris* e viabilidade dos ovos, em comparação à de sua progênie, em testes de confinamento<sup>1</sup>

Genótipo	Fecundidade			
	Ovos/fêmea/dia (n <sup>o</sup> )		Ovos viáveis (%)	
	Parentais	F1	Parentais	F1
610	13,83 ± 2,93 a	7,50 ± 1,16 a	87,02 ± 2,80 B	95,33 ± 0,66 A
819*	10,50 ± 2,28 a	3,00 ± 0,58 b	96,69 ± 2,38 A	96,04 ± 0,47 A
584*	10,33 ± 2,06 a	3,69 ± 0,85 b	99,02 ± 0,98 A	96,64 ± 0,92 A
Bolinha	10,00 ± 1,13 a	6,51 ± 1,44 a	98,89 ± 1,11 A	89,87 ± 3,44 B
818*	6,83 ± 1,96 a	2,85 ± 0,26 a	97,14 ± 1,84 A	85,79 ± 3,81 B
583*	6,83 ± 0,79 a	5,17 ± 0,36 a	95,83 ± 4,17 A	97,05 ± 0,59 A
816*	6,17 ± 1,66 a	5,40 ± 1,34 a	94,74 ± 2,40 A	95,13 ± 1,48 A
570	5,50 ± 0,89 a	2,57 ± 0,46 b	95,24 ± 4,76 A	97,78 ± 0,54 A

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Sari; Ribeiro-Costa e Pereira (2003) verificaram uma fecundidade média de 6,39 ovos/fêmea/dia para *Z. subfasciatus* criado em *P. vulgaris* cv. Carioca, valor semelhante a alguns observados no presente trabalho. Barbosa et al. (2000b) também não encontraram diferenças significativas no número de ovos durante quatro gerações de *Z. subfasciatus*, tanto em linhagens portadores de arcelina como em variedades sem a proteína.

Com relação à viabilidade dos ovos, ela foi significativamente menor na geração parental que na F1 (87,02 e 95,33%, respectivamente) para o genótipo 610, ocorrendo o inverso para 'Bolinha' e 818 (98,89 e 89,87% e 97,14 e 85,79% nas gerações parental e F1, respectivamente). Para os demais genótipos, não se verificou diferença significativa entre as duas gerações, revelando mais uma vez a inconsistência

do efeito da presença/ausência de arcelina sobre a viabilidade dos ovos de *Z. subfasciatus*.

Pelo fato de os genótipos 570, 583, 584, 610, 816, 818 e 819 terem sido selecionados como os mais resistentes a *Z. subfasciatus* entre os 185 iniciais, seria esperado que as diferenças entre estes genótipos e 'Bolinha' fossem mais acentuadas. No entanto, as diferenças observadas, quando existentes, foram modestas. Conforme já foi comentado, o parâmetro usado para a seleção dos genótipos no *screening* avaliou o efeito cumulativo das pequenas influências que o genótipo provoca no comportamento/metabolismo do inseto, em cada uma das fases do seu ciclo biológico, e representando assim a soma dos tipos de resistência presentes.

Mesmo dentro do grupo formado pelos genótipos portadores de arcelina, foram observadas diferenças na performance dos genótipos em relação a *Z. subfasciatus*, para cada ensaio realizado. Tais resultados estão de acordo com a literatura, uma vez que vários autores também já demonstraram que diferentes variantes de arcelina em *P. vulgaris* afetam diferencialmente o desempenho de *Z. subfasciatus* (BARBOSA et al., 1999, 2000a, 2000b, 2002; CARDONA et al., 1990; LARA, 1997; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2002; PEREIRA et al., 1995; WANDERLEY; OLIVEIRA; ANDRADE Jr., 1997).

#### **4.3.4 Efeito dos genótipos sobre alguns parâmetros biológicos dos adultos da segunda geração**

A Tabela 15 apresenta a emergência relativa de *Z. subfasciatus* na sua segunda geração sobre cada genótipo mas, como o número de ovos que deu origem a estes adultos não foi padronizado para os genótipos, a comparação entre os adultos emergidos dos genótipos foi novamente feita com base na viabilidade do período de desenvolvimento.

A análise estatística empregada revelou a formação de dois grupos distintos, sendo um formado pelos genótipos portadores de arcelina e tendo as menores viabilidades, e o outro formado pelos genótipos sem a proteína e tendo as maiores viabilidades. Percebe-se claramente que os genótipos portadores de arcelina

proporcionaram uma maior mortalidade no período de desenvolvimento da segunda geração de *Z. subfasciatus*, quando comparados aos demais genótipos, quer considere-se o número total de ovos ou o número de ovos viáveis.

Tabela 15 – Viabilidade do período de desenvolvimento da segunda geração de *Zabrotes subfasciatus* em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Viabilidade do período de desenvolvimento da F2 (%)	
	/ total de ovos	/ ovos viáveis
Bolinha	84,25 ± 5,83 a	93,24 ± 3,69 a
570	86,74 ± 2,23 a	88,68 ± 1,99 a
610	62,61 ± 15,62 a	65,64 ± 16,40 a
583*	29,25 ± 3,75 b	30,22 ± 3,97 b
584*	28,44 ± 5,07 b	29,35 ± 5,18 b
818*	15,54 ± 1,86 b	18,33 ± 2,46 b
819*	11,10 ± 1,94 b	11,61 ± 2,10 b
816*	11,05 ± 1,75 b	11,60 ± 1,83 b

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Em média, a viabilidade do período de desenvolvimento dos indivíduos da F2 variou entre 11,05 e 29,25% para os genótipos contendo arcelina e entre 62,61 e 86,74% para os genótipos sem a proteína, em relação ao número total de ovos. Considerando-se somente os ovos viáveis, a viabilidade variou entre 11,6 e 30,22% nos genótipos com arcelina e entre 65,64 e 93,24% entre os genótipos sem a proteína.

Além disso, a viabilidade do período de desenvolvimento desses insetos da segunda geração (F2) pode ser comparada com a da primeira geração (F1) conforme apresentado na Tabela 16.

Os resultados comparados mostram que não houve diferença estatística na viabilidade dos genótipos sem arcelina entre a primeira e a segunda gerações, quer considere-se o número total de ovos ou somente os ovos viáveis. Já entre os genótipos contendo arcelina, o único que não apresentou diferenças significativas foi 584, apesar da considerável diferença numérica entre as duas gerações.

Tabela 16 – Viabilidade do período de desenvolvimento da primeira (F1) e segunda (F2) gerações de *Zabrotes subfasciatus* em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1</sup>

Genótipo	Viabilidade do período de desenvolvimento (%)			
	/ total de ovos		/ ovos viáveis	
	F1	F2	F1	F2
Bolinha	85,14 ± 9,71 a	84,25 ± 5,83 a	86,25 ± 9,95 A	93,24 ± 3,69 A
570	84,50 ± 5,80 a	86,74 ± 2,23 a	89,26 ± 5,61 A	88,68 ± 1,99 A
610	78,10 ± 4,77 a	62,61 ± 15,62 a	89,72 ± 4,55 A	65,64 ± 16,40 A
583*	71,11 ± 4,54 a	29,25 ± 3,75 b	73,89 ± 6,47 A	30,22 ± 3,97 B
584*	43,58 ± 12,73 a	28,44 ± 5,07 a	43,70 ± 12,67 A	29,35 ± 5,18 A
818*	55,18 ± 15,50 a	15,54 ± 1,86 b	56,10 ± 15,20 A	18,33 ± 2,46 B
819*	30,16 ± 4,98 a	11,10 ± 1,94 b	31,08 ± 4,85 A	11,61 ± 2,10 B
816*	40,67 ± 13,01 a	11,05 ± 1,75 b	41,83 ± 12,69 A	11,60 ± 1,83 B

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\* Genótipos portadores de arcelina.

É necessário lembrar que os adultos da primeira geração, responsáveis pela produção dos ovos que deram origem aos insetos da segunda geração, foram provenientes de diferentes genótipos (os mesmos genótipos em que efetuaram a postura), e não de um mesmo genótipo, como os seus parentais. Assim, deve-se levar em consideração que insetos criados em diferentes genótipos apresentam diferenças no seu condicionamento pré-imaginal. Dessa forma, pela análise dos resultados obtidos, fica mais uma vez evidente que os genótipos contendo arcelina não são adequados ao desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, sendo que esta proteína promove um efeito deletério cumulativo da primeira para a segunda geração do inseto.

Barbosa et al. (2000b) e Schoonhoven; Cardona e Valor (1983) verificaram que a redução da emergência de adultos de *Z. subfasciatus* provocada por genótipos de *P. vulgaris* contendo arcelina, pode se manter estável por no mínimo 4 gerações sucessivas. No presente trabalho, a redução não somente foi mantida, mas também intensificada, ao longo de pelo menos duas gerações consecutivas.

A Tabela 17 apresenta o peso médio dos adultos de *Z. subfasciatus* da segunda geração, em cada um dos genótipos avaliados. Novamente, o peso médio dos adultos independentemente do sexo, foi calculado, mas não foi submetido à análise estatística.

Tabela 17 – Peso médio dos adultos da segunda geração de *Zabrotes subfasciatus* criados em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1,2</sup>

Genótipo	Peso dos adultos emergidos (mg)		
	Machos	Fêmeas	Média
Bolinha	1,95 ± 0,03 a	3,12 ± 0,07 a	2,53 ± 0,03
570	2,16 ± 0,25 a	3,06 ± 0,02 ab	2,61 ± 0,13
584*	2,05 ± 0,07 a	2,94 ± 0,07 abc	2,49 ± 0,06
610	1,81 ± 0,08 a	2,80 ± 0,04 bc	2,30 ± 0,05
816*	1,83 ± 0,16 a	2,72 ± 0,12 c	2,28 ± 0,11
583*	1,93 ± 0,03 a	2,65 ± 0,04 c	2,29 ± 0,02
818*	1,83 ± 0,03 a	2,64 ± 0,10 c	2,23 ± 0,07
819*	1,78 ± 0,05 a	2,62 ± 0,04 c	2,20 ± 0,04

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Para as fêmeas, o menor peso foi verificado em 819 (2,62mg), que diferiu estatisticamente apenas de ‘Bolinha’ e 570 (3,12 e 3,06mg, respectivamente), com os maiores pesos. O genótipo 584, com um valor intermediário (2,94mg), não diferiu de nenhum dos testados e 818, 583, 816 e 610 (com 2,64, 2,65, 2,72 e 2,8mg, respectivamente), não diferiram significativamente de 819. O Para os insetos machos, os pesos variaram entre 1,78 e 2,16mg (para 819 e 570, respectivamente), não havendo diferenças significativas.

Os quatro genótipos que propiciaram o menor peso de fêmeas são portadores de arcelina e diferiram estatisticamente de ‘Bolinha’ e 570, cujas fêmeas foram as mais pesadas. Mesmo sem diferenças significativas, os machos tenderam a seguir o mesmo padrão, como os quatro genótipos menos adequados sendo portadores de arcelina e os dois mais adequados não tendo este tipo de proteína.

Quando comparados os pesos de machos e fêmeas da primeira e segunda gerações, no entanto, não se observaram diferenças significativas entre os valores (Tabela 18), mostrando que o menor peso de adultos de *Z. subfasciatus* propiciado pelos genótipos de *P. vulgaris* portadores de arcelina se mantém estável por pelo menos duas gerações.

Tabela 18 – Peso médio de machos e fêmeas da primeira (F1) e segunda (F2) gerações de *Zabrotes subfasciatus* criados em diversos genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em teste de confinamento<sup>1</sup>

Genótipo	Peso dos adultos emergidos (mg)			
	Machos		Fêmeas	
	F1	F2	F1	F2
Bolinha	2,00 ± 0,07 a	1,95 ± 0,03 a	3,21 ± 0,03 A	3,12 ± 0,07 A
570	1,97 ± 0,04 a	2,16 ± 0,25 a	3,09 ± 0,07 A	3,06 ± 0,02 A
584*	2,17 ± 0,05 a	2,05 ± 0,07 a	2,81 ± 0,16 A	2,94 ± 0,07 A
610	1,82 ± 0,02 a	1,81 ± 0,08 a	2,91 ± 0,04 A	2,80 ± 0,04 A
816*	1,58 ± 0,13 a	1,83 ± 0,16 a	2,52 ± 0,17 A	2,72 ± 0,12 A
818*	1,80 ± 0,00 a	1,83 ± 0,03 a	2,60 ± 0,07 A	2,64 ± 0,10 A
583*	1,99 ± 0,03 a	1,93 ± 0,03 a	2,60 ± 0,07 A	2,65 ± 0,04 A
819*	1,70 ± 0,05 a	1,78 ± 0,05 a	2,48 ± 0,23 A	2,62 ± 0,04 A

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula ou minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\* Genótipos portadores de arcelina.

Schoonhoven e Cardona (1982) também não observaram diferenças no peso de adultos de *Z. subfasciatus* criados durante cinco gerações em genótipos de *P. vulgaris* resistentes. Barbosa et al. (2000b) criaram *Z. subfasciatus* em genótipos de *P. vulgaris* com e sem arcelina durante quatro gerações sucessivas e, em um dos genótipos contendo arcelina, os autores verificaram o aumento progressivo do peso das fêmeas, chegando a uma diferença significativa na quarta geração.



#### 4.4 Efeito de inseticidas botânicos sobre *Z. subfasciatus*

A Tabela 19 apresenta a viabilidade dos ovos de *Z. subfasciatus* submetidos ao tratamento com os diversos inseticidas botânicos, bem como a porcentagem de insetos emergidos.

Tabela 19 – Porcentagem média de ovos viáveis e porcentagens de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos em *Phaseolus vulgaris*, após o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticidas de origem vegetal<sup>1,2</sup>

Tratamento	Ovos Viáveis (%)	Insetos emergidos (%)	
		/ total de ovos	/ ovos viáveis
Testemunha	69,07 ± 1,19 a	56,07 ± 1,64 a	81,00 ± 1,32 a
Roteline <sup>®</sup>	63,27 ± 1,51 ab	50,54 ± 1,54 a	79,95 ± 1,95 a
NeemSeto <sup>®</sup>	61,51 ± 1,14 b	51,63 ± 1,29 a	83,96 ± 1,51 a
NeemPro <sup>®</sup>	52,42 ± 2,39 c	42,76 ± 2,15 b	81,49 ± 1,35 a

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

Mais uma vez, vale lembrar que se consideram aqui como inviáveis aqueles ovos cujos embriões não conseguiram se desenvolver, ou cujas larvas não conseguiram penetrar nos grãos após a sua eclosão. Assim, a viabilidade reflete a mortalidade dos ovos causada pelos produtos testados.

Verificou-se que os produtos derivados de nim foram os únicos que reduziram a viabilidade dos ovos de *Z. subfasciatus*. NeemPro<sup>®</sup> causou a maior mortalidade de ovos (47,58%), seguido de NeemSeto<sup>®</sup> (38,49%), ambos diferindo estatisticamente da testemunha e entre si. Constatou-se também que Roteline<sup>®</sup> não apresentou efeito ovicida em *Z. subfasciatus*, já que a mortalidade observada neste tratamento (36,73%) não diferiu estatisticamente da verificada na testemunha (30,93%).

Roteline<sup>®</sup> é um produto formulado à base de rotenona (extraída de plantas dos gêneros *Derris*, *Lonchocarpus* e *Tephrosia*), um isoflavonóide que bloqueia a cadeia transportadora de elétrons, impedindo a produção de energia pelas mitocôndrias e levando os insetos à morte (AGUIAR-MENEZES, 2005; ISMAN, 2006). No entanto,

ainda de acordo com esses autores, a rotenona age por ingestão, necessitando ser consumida pelo inseto, o que justifica a não observação de efeito ovicida de Roteline<sup>®</sup> sobre *Z. subfasciatus*. NeemPro<sup>®</sup> e NeemSeto<sup>®</sup> são produtos extraídos de nim (*Azadirachta indica*), cujo principal ingrediente ativo é o limonóide azadiractina. Esta substância bloqueia a síntese e liberação de ecdisteróides pela glândula protorácica, prejudicando a ecdise dos insetos ainda em desenvolvimento (AGUIAR-MENEZES, 2005; ISMAN, 2006; MARTINEZ, 2002; MORDUE (LUNTZ); NISBET, 2000) e age principalmente por ingestão, mas também por contato (AGUIAR-MENEZES, 2005; MARTINEZ, 2002), podendo ter sido a responsável pela menor viabilidade dos ovos de *Z. subfasciatus* causada pelos produtos derivados de nim.

A diferença observada entre o efeito dos dois produtos derivados de nim provavelmente esteja associada à diferença na concentração do principal ingrediente ativo (azadiractina), que é de 10.000ppm em NeemPro<sup>®</sup> e 2.389ppm em NeemSeto<sup>®</sup>.

A porcentagem de insetos emergidos em relação aos ovos viáveis (ovos cujas larvas conseguiram penetrar nos grãos de feijão) variou entre 79,95 e 83,96%, mas sem diferenças estatísticas, indicando que nenhum dos produtos utilizados causou mortalidade larval/pupal em *Z. subfasciatus*. Quando se considerou a viabilidade em relação ao número total de ovos, somente NeemPro<sup>®</sup> causou mortalidade significativamente diferente da testemunha (57,24 e 43,93%, respectivamente), refletindo a maior mortalidade causada aos ovos, acumulada neste índice. NeemSeto<sup>®</sup> e Roteline<sup>®</sup> causaram mortalidades de 48,37 e 49,46%, respectivamente.

Com relação à duração do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, todos os produtos utilizados afetaram negativamente o inseto, prolongando significativamente esse período (Tabela 20).

A maior duração média foi provocada por NeemPro<sup>®</sup> (35,67 dias), seguido de Roteline<sup>®</sup> e NeemSeto<sup>®</sup> (35,42 e 35,34 dias, respectivamente) que não diferiram entre si, mas diferiram da testemunha (34,81 dias). Para as fêmeas, o resultado foi semelhante, com NeemPro<sup>®</sup>, Roteline<sup>®</sup> e NeemSeto<sup>®</sup> (35,83, 35,41 e 35,39 dias, respectivamente) não diferindo entre si, mas sim da testemunha (34,71 dias). Já para os machos, NeemPro<sup>®</sup> e Roteline<sup>®</sup> (35,51 e 35,44 dias, respectivamente) diferiram da

testemunha (34,92 dias), sendo que NeemSeto<sup>®</sup> propiciou um valor intermediário (35,28 dias), não diferindo de nenhum dos tratamentos.

Tabela 20 – Duração média do período de desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* em *Phaseolus vulgaris*, após o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticidas de origem vegetal<sup>1,2</sup>

Tratamento	Duração (dias)		
	Machos	Fêmeas	Média
NeemPro <sup>®</sup>	35,51 ± 0,14 a	35,83 ± 0,18 a	35,67 ± 0,12 a
Roteline <sup>®</sup>	35,44 ± 0,08 a	35,41 ± 0,19 a	35,42 ± 0,13 a
NeemSeto <sup>®</sup>	35,28 ± 0,17 ab	35,39 ± 0,18 a	35,34 ± 0,16 a
Testemunha	34,92 ± 0,20 b	34,71 ± 0,18 b	34,81 ± 0,18 b

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

A azadiractina é reconhecida pelo seu efeito fagodeterrente, ou antialimentar (AGUIAR-MENEZES, 2005; ISMAN, 2006; MARTINEZ, 2002; MORDUE (LUNTZ); NISBET, 2000), efeito este que pode prolongar o período de desenvolvimento dos insetos. No entanto, não se sabe se a substância é capaz de ultrapassar o tegumento do grão de feijão, uma vez que, segundo Martinez (2002), o translocamento da azadiractina depende da espécie e da estrutura da planta em que é aplicada. Apesar disso, ainda segundo a autora, depois de tratados com azadiractina, os insetos podem reduzir o consumo de alimento mesmo após a exposição ter cessado. Assim, as larvas de *Z. subfasciatus* poderiam ter sido afetadas antes mesmo de terem penetrado nos grãos de feijão.

Diversos autores verificaram efeito de nim sobre adultos de *Z. subfasciatus* (MAZZONETTO, 2002; OLIVEIRA; VENDRAMIM, 1999; OLIVEIRA; VENDRAMIM; HADDAD, 1999), mas a literatura a respeito do efeito desta planta sobre a fase imatura do inseto é escassa, bem como a referente ao efeito da rotenona. Paranhos et al. (2005) avaliaram o efeito de óleo de nim sobre *Z. subfasciatus* em feijão em avançado estado de infestação, verificando que o produto não foi eficiente no controle da praga. Já Barbosa et al. (2002) constataram que o óleo de nim foi eficiente na proteção de *P. vulgaris* contra a infestação por *Z. subfasciatus*.

Pela análise conjunta dos resultados, concluiu-se que NeemPro<sup>®</sup> foi o produto mais eficiente contra *Z. subfasciatus* nas condições do experimento, sendo selecionado para o teste seguinte, juntamente com o genótipo 818 de *P. vulgaris*, resistente à praga.

#### 4.5 Efeito combinado de variedade resistente de *P. vulgaris* e inseticida botânico contra *Z. subfasciatus*

Com base na Tabela 21, verifica-se que os efeitos adversos sobre a viabilidade dos ovos e sobre a viabilidade do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* foram provocados pelo genótipo resistente, independentemente do inseticida.

Tabela 21 – Porcentagem média de ovos viáveis de *Zabrotes subfasciatus* e porcentagens de adultos emergidos em genótipos de *Phaseolus vulgaris* resistente e suscetível, com e sem o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticida derivado de nim<sup>1,2</sup>

Genótipo	Ovos Viáveis (%)	Insetos emergidos (%)	
		/ total de ovos	/ ovos viáveis
Suscetível	73,16 ± 1,04 a	66,55 ± 1,90 a	91,10 ± 2,54 a
Suscetível + nim	71,06 ± 2,11 a	66,16 ± 2,28 a	93,00 ± 1,42 a
Resistente + nim	59,65 ± 2,27 b	16,09 ± 1,74 b	27,83 ± 3,31 b
Resistente	57,05 ± 2,29 b	13,64 ± 1,66 b	24,78 ± 3,69 b

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

A menor viabilidade de ovos foi observada no genótipo resistente (57,05%) e no genótipo resistente + nim (59,65%), que não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram do genótipo suscetível (73,16%) e do genótipo suscetível + nim (71,06%), os quais também não diferiram entre si.

A porcentagem de insetos emergidos também foi significativamente menor para o genótipo resistente (13,64 e 24,78% em relação a ovos viáveis e total de ovos, respectivamente) e para o genótipo resistente + nim (16,09 e 27,83%, respectivamente), que não diferiram entre si, mas sim do genótipo suscetível (66,55 e 91,1%,

respectivamente) e do genótipo suscetível + nim (66,16 e 93%, respectivamente), os quais também não diferiram entre si.

A Tabela 22 apresenta o efeito dos diferentes tratamentos sobre a duração do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus*.

Tabela 22 – Duração média do período de desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* em genótipos de *Phaseolus vulgaris* resistente e suscetível, com e sem o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticida derivado de nim<sup>1,2</sup>

Genótipo	Duração (dias)		
	Machos	Fêmeas	Média
Resistente	37,45 ± 0,85 a	38,14 ± 0,73 a	37,80 ± 0,56 a
Resistente + nim	35,88 ± 1,12 a	34,75 ± 0,74 b	35,32 ± 0,76 b
Suscetível	27,35 ± 0,18 b	27,69 ± 0,10 c	27,52 ± 0,12 c
Suscetível + nim	27,27 ± 0,18 b	27,66 ± 0,15 c	27,47 ± 0,16 c

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

Para os machos de *Z. subfasciatus*, verificou-se mais uma vez o efeito da variedade resistente, independentemente do inseticida, com a maior duração provocada pelo genótipo resistente (37,45 dias) e pelo genótipo resistente + nim (35,88 dias) que não diferiram entre si, mas diferiram do genótipo suscetível (27,35 dias) e do genótipo suscetível + nim (27,27 dias). Já para a duração do período de desenvolvimento das fêmeas, o genótipo resistente diferiu significativamente do genótipo resistente + nim (38,14 e 34,75 dias, respectivamente) que por sua vez, também foi diferente do genótipo suscetível e do suscetível + nim (27,69 e 27,66 dias, respectivamente) não havendo diferença estatística entre os dois últimos. Este mesmo padrão se repetiu para a duração média independentemente do sexo dos indivíduos, com a maior duração do período de desenvolvimento obtida no genótipo resistente (37,8 dias), seguido pelo resistente + nim (35,32 dias), pelo genótipo suscetível (27,52 dias) e pelo suscetível + nim (27,47 dias).

Com relação ao peso dos adultos de *Z. subfasciatus* emergidos (Tabela 23), verificou-se, para os machos, que o peso dos indivíduos no genótipo resistente foi igual ao do genótipo resistente + nim (1,61mg), ambos diferindo significativamente do

genótipo suscetível (1,81mg) e do suscetível + nim (1,78mg), que não diferiram entre si. Já para as fêmeas, houve diferença estatística entre o genótipo resistente (2,21mg), que propiciou o menor valor, e o resistente + nim (2,45mg), ambos diferindo do genótipo suscetível (2,97mg) e do suscetível + nim (3mg) que, por sua vez, não diferiram entre si. O peso médio independentemente do sexo dos adultos foi calculado, mas não foi submetido à análise estatística, por não representar efetivamente o peso médio de um indivíduo adulto de *Z. subfasciatus*.

Tabela 23 – Peso médio de adultos de *Zabrotes subfasciatus* emergidos de genótipos de *Phaseolus vulgaris* resistente e suscetível, com e sem o tratamento dos ovos e dos grãos de feijão com inseticida derivado de nim<sup>1,2</sup>

Genótipo	Peso dos adultos (mg)		
	Machos	Fêmeas	Média
Suscetível + nim	1,78 ± 0,02 a	3,00 ± 0,03 a	2,39 ± 0,04
Suscetível	1,81 ± 0,02 a	2,97 ± 0,02 a	2,39 ± 0,03
Resistente + nim	1,61 ± 0,06 b	2,45 ± 0,09 b	2,03 ± 0,09
Resistente	1,61 ± 0,04 b	2,21 ± 0,07 c	1,91 ± 0,08

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão da média.

<sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Chama a atenção o fato de o tratamento “genótipo resistente + nim”, que pode ser considerado uma condição extrema para o inseto, ter causado um efeito menos severo para as fêmeas de *Z. subfasciatus* do que o tratamento “genótipo resistente”, com diferença significativa entre ambos. Essa diferença pode ser explicada com base no tipo de resistência do genótipo 818. A arcelina, fator de resistência presente neste genótipo, não apenas funciona como deterrente alimentar, ou antinutriente, mas apresenta efeito tóxico a *Z. subfasciatus*, conforme demonstrado por Paes et al. (2000). Dessa forma, o efeito deterrente alimentar da azadiractina presente no nim levaria a um menor consumo de alimento e, conseqüentemente, uma menor ingestão da proteína tóxica do feijão (arcelina) pelos indivíduos de *Z. subfasciatus*.

Barbosa et al. (2002) avaliaram o efeito do óleo de nim na proteção de genótipos de feijão com e sem arcelina contra *Z. subfasciatus*. No entanto, os autores

não apresentam nenhum resultado acerca de efeitos combinados destas diferentes formas de controle.

## 5 CONCLUSÕES

Dentre os genótipos de *P. vulgaris* avaliados, aqueles com números de acesso 525, 584 e 615 são os mais resistentes a *A. obtectus* e os de números de acesso 2, 35, 251, 570, 583, 584, 610, 621, 634, 816, 818 e 819 são os mais resistentes a *Z. subfasciatus*.

Características morfoagronômicas de flor, vagem, semente e fenologia de genótipos de *P. vulgaris* não constituem bons indicadores da resistência a essas duas pragas.

A resistência de *P. vulgaris* a *A. obtectus* e a *Z. subfasciatus* não está relacionada ao centro de origem dos genótipos.

A avaliação da preferência de *Z. subfasciatus* por genótipos de *P. vulgaris*, em teste de livre escolha, pode ser realizada com 1 dia após a infestação.

A variedade Bolinha, apesar de ser considerada suscetível a *Z. subfasciatus*, apresenta antixenose para a oviposição em relação à praga.

Entre os genótipos selecionados como resistentes a *Z. subfasciatus* aqueles contendo arcelina tendem a ser mais resistentes que aqueles sem essa proteína.

Os efeitos da arcelina em *P. vulgaris* sobre *Z. subfasciatus* incluem o aumento da mortalidade no período de desenvolvimento, alongamento desse período e redução do peso de adultos emergidos, mantendo-se, de certa forma, estáveis ao longo de duas gerações da praga.



A resistência de *P. vulgaris* a *Z. subfasciatus* conferida pela arcelina parece ser do tipo antibiose, tendo como causas a impropriedade nutricional e a ação no metabolismo do inseto.

NeemPro<sup>®</sup> é o inseticida botânico mais eficiente no controle de *Z. subfasciatus*, entre os testados.

A associação entre o NeemPro<sup>®</sup> e o genótipo de feijão resistente 818, contendo arcelina, não produz efeito aditivo ou sinérgico no controle de *Z. subfasciatus*.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA-GALLEGOS, J.A.; QUINTERO, C.; VARGAS, J.; TORO, O.; TOHME, J.; CARDONA, C. A new variant of arcelin in wild common bean, *Phaseolus vulgaris* L. from southern Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 45, n. 3, p. 235-242, 1998.

AGUIAR-MENEZES, E. de L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005, 58p.

ALVAREZ, N.; HOSSAERT-McKEY, M.; RASPLUS, J.-Y.; McKEY, D.; MERCIER, L.; SOLDATI, L.; AEBI, A.; SHANI T.; BENREY, B. Sibling species of bean bruchids: a morphological and phylogenetic study of *Acanthoscelides obtectus* Say and *Acanthoscelides obvelatus* Bridwell. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, Berlin, v. 43, n. 1, p. 29-37, 2005.

ALVAREZ-MARIN, D.M.; RODRIGUEZ, G.E. Biología de *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae). **Centro Agrícola**, Santa Clara, v. 11, n. 3, p. 109-110, 1984.

ATHIÉ, I.; DE PAULA, D.C. **Insetos de grãos armazenados: Aspectos biológicos e identificação**. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2002. 244p.

BALDIN, E.L.L.; LARA, F.M. Efeito de temperaturas de armazenamento e de genótipos de feijoeiro sobre a resistência a *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 365-369, 2004.

BARBOSA, F.R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P.A.A.; ZIMMERMANN, F.J.P. Controle do caruncho-do-feijoeiro *Zabrotes subfasciatus* com óleos vegetais, munha, materiais inertes e malathion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1213-1217, 2002.

\_\_\_\_\_. Danos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contendo arcelina. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 113-121, 2000a.

\_\_\_\_\_. Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833), em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1805-1810, 1999.

\_\_\_\_\_. Estabilidade da resistência a *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 895-900, 2000b.

BASTOS, J.A.M. Repelência do feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.) ao gorgulho *Callosobruchus analis* Fabr. (Coleoptera - Bruchidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Recife, v. 4, p. 123-126, 1969.

BASTOS FILHO, G.S. Safra de inverno: um sinal para o governo. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 8, p. 39, 1995.

BECK, S.D. Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 10, p. 207-232. 1965.

BERNAYS, E.A.; CHAPMAN, R.F. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York: Chapman & Hall, 1994, 312p.

BOIÇA Jr., A.L.; BOTELHO, A.C.G.; TOSCANO, L.C. Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 51-55, 2002.

BONDAR, G. Notas biológicas sobre bruchideos observados no Brasil. **Arquivos do Instituto de Biologia Vegetal**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 7-44, 1936.

BOTELHO, A.C.G.; ARTHUR, V.; AMARAL FILHO, B.F. do. Influência de linhagens de feijão portadoras de variantes da proteína arcelina irradiadas sobre a reprodução de *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 95-94, 2002.

BRANDALIZZE, V. Mercado de feijão. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão: Estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2007. cap. 1. p. 1-8.

BRASIL. Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, que institui a Proteção de Cultivares, dispõe sobre o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 nov. 1997a. Seção 1, p. 25.162.

\_\_\_\_\_. Instrução normativa nº 25, de 23 de maio de 2006. Estabelece os critérios mínimos a serem observados para a determinação do valor de cultivo e uso - VCU de feijão e os respectivos formulários anexos para inscrição de cultivares no Registro Nacional de Cultivares. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jun. 2006. Seção 1, p. 16.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 abr. 1997b. Seção 1, p. 8.421.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 294, de 14 de outubro de 1998. Estabelece os critérios mínimos a serem observados nos ensaios para determinação do Valor de Cultivo e Uso - VCU de cultivares de algodão, arroz, batata, feijão, milho, soja, sorgo e trigo e os respectivos formulários de solicitação de inscrição de cultivares no Registro Nacional de Cultivares - RNC. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 out. 1998. Seção 1, p. 62.

\_\_\_\_\_. **Serviço Nacional de Proteção de Cultivares:** Certificados de proteção concedidos. Disponível em:  
<[http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/cultivares/lst1200\\_12\\_01\\_2008.htm](http://www.agricultura.gov.br/images/MAPA/cultivares/lst1200_12_01_2008.htm)>.  
Acesso em: 27 jan. 2008.

BREDA NETO, O. A.; DE JESUS, F.G.; BOIÇA Jr., A.L.; PITTA, R.M.; SALVADOR, M.C.; VELOSO, E.S. Uso de extratos naturais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijoeiro armazenados. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 19., 2006, São Paulo. **RAIB: Anais...** São Paulo: Instituto Biológico, 2006. 1 CD-ROM.

CAMPAN, E.D.M.; BENREY, B. Effects of seed type and bruchid genotype on the performance and oviposition behavior of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Insect Science**, Shanghai, v. 139, n. 4, p. 309-318, 2006.

CARDONA, C.; POSSO, C.E. Resistencia de variedades de frijol a los gorgojos del grano almacenado. Fuentes, mecanismos y factores responsables. **Hojas de Frijol**, Cali, v. 9, n. 2, p. 1-4, 1987.

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

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

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

CARLINI, C.R.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. **Toxicon**, Oxford, v. 40, n. 11, p. 1515-1539. 2002.

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

CHAVES, J.W.N.; VENDRAMIM, J.D. Não-preferência para oviposição e desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares de caupi. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 239-245, 1995.

CHIORATO, A.F.; CARBONELL, S.A.M.; DE MOURA, R.R.; ITO, M.F.; COLOMBO, C.A. Co-evolução entre raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* e feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 381-388, 2006.

CHRISPEELS, M.J. Transfer of bruchid resistance from the common bean to other starchy grain legumes by genetic engineering with the  $\alpha$ -amylase inhibitor gene. In: CAROZZI, N.; KOZIEL, M. (Ed.). **Advances in insect control: The role of transgenic plants**. London: Taylor & Francis, 1997. chap. 9. p. 139-156.

CIRINO, V.M.; LOLLATO, M.A.; FONSECA Jr., N. da S.; OLIARI, L. Cultivares. In: Instituto Agronômico do Paraná. **Feijão: Tecnologia de produção**. Londrina: IAPAR, 2000. cap. 9. p. 83-99.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Brasília: Conab, 2007. 43p.

COSTA, C.; IDE, S. Coleoptera. In: COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C.E. (Ed.). **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2006. cap. 13. p. 107-145.

COSTA LIMA, A. da. **Insetos do Brasil: coleópteros pt 3**. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1955. v. 9, 289p.(Série didática, 11).

CREDLAND, P.F.; DENDY, J. Comparison of seed consumption and the practical use of insect weight in determining effects of host seed on the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 28, n. 4, p. 225-234, 1992.

CRUZ, C.D. **Programa GENES versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648p.

CZAPLA, T.H. Plant lectins as insect control proteins in transgenic plants. In: CAROZZI, N.; KOZIEL, M. (Ed.). **Advances in insect control: The role of transgenic plants**. London: Taylor & Francis, 1997. chap. 8. p. 123-138.

DOBIE, P.; DENDY, J.; SHERMAN, C.; PADGHAM, J.; WOOD, A.; GATEHOUSE, A.M.R. New sources of resistance to *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) in mature seeds of five species of *Phaseolus*. **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 26, n. 4, p. 177-186, 1990.

FARRELL, B.D.; SEQUEIRA, A.S. Evolutionary rates in the adaptive radiation of beetles on plants. **Evolution**, Lancaster, v. 58, n. 9, p. 1984-2001, 2004.

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

GALLO, D.; NAKANO, 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**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GATEHOUSE, A.M.R.; SHACKLEY, S.J.; FENTON, K.A.; BRYDEN, J. Mechanism of seed lectin tolerance by a major insect storage pest of *Phaseolus vulgaris*, *Acanthoscelides obtectus*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 47, n. 3, p. 269-280, 1989.

GATEHOUSE, A.M.R.; DOBIE, P.; HODGES, R.J.; MEIK, J.; PUSZTAI, A.; BOULTER, D. Role of carbohydrates in insect resistance in *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Insect Physiology**, London, v. 33, n. 11, p. 843-850, 1987.

GONZÁLEZ, M.V.; ROCHE, R.; SIMANCA, M.E. Ciclo de vida de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera, Bruchidae), plaga de granos almacenados. **Ciencias de la Agricultura**, Havana, v. 21, n. 1, p. 25-30, 1984.

\_\_\_\_\_. Capacidad de infestación y emergencia del coleóptero *Zabrotes subfasciatus*, plaga de granos almacenados. **Ciencia de la Agricultura**, Havana, v. 23, n. 1, p. 31-37, 1985.

GRAHAM, P.H.; RANALLI, P. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 131-146, 1997.

GUZMÁN-MALDONADO, S.H.; MARÍN-JARILLO, A.; CASTELLANOS, J.Z.; GONZÁLES DE MEJÍA, E.; ACOSTA-GALLEGOSC, 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**, Elmsford, v. 32, n. 1, p. 53-58, 1996.

GUZZO, E.C.; CORRÊA, O.M.B.; VENDRAMIM, J.D.; LOURENÇÃO, A.L.; CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F. Development of the mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) on bean genotypes with and without arcelin over two generations. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 9., 2006, Campinas. **Proceedings...** Passo Fundo: Abrapós, 2006. p. 914-919.

HANCOCK, J.F. Protein plants. In: \_\_\_\_\_. **Plant evolution and the origin of crop species**. 2nd ed. Cambridge: CABI Publishing, 2004. chap. 9. p. 195-208.

HARPER, S.M.; CRENSHAW, R.W.; MULLINS, M.A.; PRIVALLE, L.S. Lectin binding to insect brush border membranes. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 88, n. 5, p. 1197-1202, 1995.

HARTWECK, L.M.; CARDONA, C.; OSBORN, T.C. Bruchid resistance of common bean lines having an altered seed protein composition. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 95, n. 5-6, p. 1018-1023, 1997.

HILL, D.S. Pests: Class Insecta. In: \_\_\_\_\_. **Pests of stored foodstuffs and their control**. Secaucus: Kluwer Academic Publishers, 2002. chap. 14. p. 135-315.

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

ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 51, p. 45-66. 2006.

JOHNSON, C.D.; ROMERO, J. A review of evolution of oviposition guilds in the Bruchidae (Coleoptera). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 401-408. 2004.

KINGSOLVER, J.M. On the family Bruchidae. **Chrysomela Newsletter**, Sacramento, v. 30, p. 3, 1995.

KINGSOLVER, J.M.; SILVA, P. Update of scientific names of Bruchidae (Coleoptera) listed by Bondar in "Notas biológicas" (1931 and 1936). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 411-415, 1991.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M. Principais problemas da cultura do feijão no Brasil. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão: Estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP/LPV, 2007. cap. 3. p. 53-102.



KOGAN, M.; ORTMAN, E.F. Antixenosis – a new term proposed to define Painter's 'nonpreference' modality of resistance. **Bulletin of the Entomological Society of America**, Washington v. 24, n. 1, p. 175-176. 1978.

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

LAGO, I.C.S.; RIVERA, J.R.; MONTEIRO, L.B. Comportamento de diferentes cultivares de feijão ao caruncho (*Acanthoscelides obtectus* Say, 1831). **Agros**, Pelotas, v. 17, n. 3-4, p. 41-45, 1982.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 207p.

\_\_\_\_\_. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

\_\_\_\_\_. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I – Winter crop. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 551-560, 1997.

LAWRENCE, J.F.; ANDERSON, D.M.; BEAL Jr., R.S.; BECKER, E.C.; BELL, R.T.; BOUSQUET, Y.; BRIGHT, D.E.; BROWN, H.P.; CARLSON, D.C.; COOPER, K.W.; DOGGER, J.R.; DYBAS, H.S.; FOSTER, D.E.; FRANK, J.H.; KAVANAUGH, D.H.; LABELLA, D.M.; LAWSON, F.A.; LESAGE, L.; LLOYD, J.E.; NEWTON Jr., A.F.; PFAFFENBERGER, G.S.; REICHARDT, H.; SELANDER, R.B.; SPANGLER, P.J.; SPILMAN, T.J.; DE VIEDMA, M.G.; WHEELER, Q.D.; YOUNG, D.K. Order Coleoptera. In: STEHR, F.W. (Ed.). **Immature insects**. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1991. v. 2. chap. 34. p. 144-658.

LIOI, L.; SPARVOLI, F.; GALASSO, I.; LANAVE, C.; BOLLINI, R. Lectin-related resistance factors against bruchids evolved through a number of duplication events. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 107, n. 5, p. 814-822, 2003.

LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L.H.; SCUSSEL, V.M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. cap. 7.1. p. 381-397.

MACEDO, M.L.R.; FREIRE, M. das G.M.; NOVELLO, J.C.; MARANGONI, S. *Talisia esculenta* lectin and larval development of *Callosobruchus maculatus* and *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1571, n. 2, p. 83-88, 2002.

MARTINEZ, S.S. Ação do nim sobre os insetos. In: \_\_\_\_\_. **O NIM – *Azadirachta indica***: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR, 2002. cap. 3. p. 31-57.

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

MAZZONETTO, F.; BOIÇA Jr., A.L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 307-311, 1999.

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

MEIK, J.; DOBIE, P. The ability of *Zabrotes subfasciatus* to attack cowpeas. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 151-158, 1986.

MELO, F.R.; SALES, M.P.; PEREIRA, L.S.; BLOCH Jr., C.; FRANCO, O.L.; ARY, M.B.  $\alpha$ -amylase inhibitors from cowpea seeds. **Protein and Peptide Letters**, Schiphol, v. 6, n. 6, p. 385-390, 1999.

MINNEY, B.H.P.; GATEHOUSE, A.M.R.; DOBIE, P.; DENDY, J.; CARDONA, C.; GATEHOUSE, J.A. Biochemical bases of seed resistance to *Zabrotes subfasciatus* (Bean Weevil) in *Phaseolus vulgaris* (Common Bean): a mechanism for arcelin toxicity. **Journal of Insect Physiology**, London, v. 36, n. 10, p. 757-767, 1990.

MORAES, R.A.; SALES, M.P.; PINTO, M.S.P.; SILVA, L.B.; OLIVEIRA, A.E.A.; MACHADO, O.L.T.; FERNANDES, K.V.S.; XAVIER-FILHO, J. Lima bean (*Phaseolus vulgaris*) seed coat phaseolin is detrimental to the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 33, n. 2, p. 191-198, 2000.

MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. **Propriedade Intelectual**. Disponível em: <[http://www.museu-goeldi.br/institucional/i\\_prop\\_protectcult.htm](http://www.museu-goeldi.br/institucional/i_prop_protectcult.htm)>. Acesso em: 27 jan. 2008.

NWANZE, K.F.; HORBER, E. Seed coats of cowpeas affect oviposition and larval development of *Callosobruchus maculatus*. **Environmental Entomology**, College Park, v. 5, n. 2, p. 213-218, 1976.

NWANZE, K.F.; HORBER, E.; PITTS, C.W. Evidence for ovipositional preference of *Callosobruchus maculatus*. **Environmental Entomology**, College Park, v. 4, n. 3, p. 409-412, 1975.

OLIVEIRA, A.E.A.; SALES, M.P.; MACHADO, O.L.T.; FERNANDES, K.V.S.; XAVIER-FILHO, J. The toxicity of Jack bean (*Canavalia ensiformis*) cotyledon and seed coat ptoteins to the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 92, n. 3, p. 249-255, 1999.

OLIVEIRA, A.M.; PACOVA, B.E.; SUDO, S.; ROCHA, A.C.M.; BARCELLOS, D.F. Incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 e *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 (Coleoptera: Bruchidae) em diversos cultivares de feijão armazenado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 47-55, 1979.

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

OLIVEIRA, J.V.; VENDRAMIM, J.D.; HADDAD, M. de L. Bioatividade de pós vegetais sobre o caruncho do feijão em grãos armazenados. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 74, n. 2, p. 217-228, 1999.

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, 1992.

PAES, N.S.; GERHARDT, I.R.; COUTINHO, M.V.; YOKOYAMA, M.; SANTANA, E.; HARRIS, N.; CHRISPEELS, M.J.; GROSSI DE SA, M.F. The effect of arcelin-1 on the structure of the midgut of bruchid larvae and immunolocalization of the arcelin protein. **Journal of Insect Physiology**, London, v. 46, n. 4, p. 393-402, 2000.

PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York: McMillan, 1951. 520p.

\_\_\_\_\_. Resistance of plants to insects. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 3, p. 267-290, 1958.

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

PARSONS, D.M.J.; CREDLAND, P.F. Determinants of oviposition in *Acanthoscelides obtectus*: a nonconformist bruchid. **Physiological Entomology**, London, v. 28, n. 3, p. 221-231, 2003.

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, 1995.

PESSOA, G.P.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J.V. de. Avaliação da resistência de cultivares de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em confinamento em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 259-266, 1993.

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 Entomología**, Santafé de Bogotá, v. 18, n. 1, p. 8-13, 1992.

RAMALHO, M.A.P.; BOTELHO, W.; SALGADO, L.O. Comportamento de algumas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L) quanto a suscetibilidade ao caruncho *Acanthoscelides obtectus*. (Say, 1831). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 243-250, 1977.

RÊGO, A.F.M.; VEIGA, A.F.S.L.; RODRIGUES, Z.A.; OLIVEIRA, M.L. de; REIS, O.V. dos. Efeito da incidência de *Zabrotes subfasciatus* (Bohemann, 1833) (Coleoptera, Bruchidae) sobre genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 15, supl., p. 53-69, 1986.

RIBEIRO-COSTA, C.S.; PEREIRA, P.R.V. da S.; ZUKOVSKI, L. Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) em genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) cultivados no Estado do Paraná e contendo arcelina. **Neotropical Entomology**, Vacaria, v. 36, n. 4, p. 560-564, 2007.

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

\_\_\_\_\_. **Resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1973. 171p.

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

SCHMALE, I.; WÄCKERS, F.L.; CARDONA, C.; DORN, S. Combining parasitoids and plant resistance for the control of the bruchid *Acanthoscelides obtectus* in stored beans. **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 39, n. 4, p. 401-411, 2003.

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

SCHOONHOVEN, A.V.; CARDONA, C.; VALOR, J. Levels of resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) in cultivated and wild beans. **Revista Colombiana de Entomología**, Santafé de Bogotá, v. 7, n. 1/2, p. 41-45, 1982.

\_\_\_\_\_. Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera, Bruchidae) in non-cultivated common bean accessions. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 76, n. 6, p. 1255-1259, 1983.

ŠEŠLIJA, D.; TUCIĆ, N. Selection for developmental time in bean weevil (*Acanthoscelides obtectus*): correlated responses for other life history traits and genetic architecture of line differentiation. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 19-35, 2003.

SILVA, A.G.d`A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.L.; GOMES, J.; SILVA, M. do N.; SIMONI, L. de. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro: Laboratório Central de Patologia Vegetal, 1968. t.1, part. 2, 381p.

SILVA, J.A.P. da. Morfologia comparada e análise cladística do grupo *Merobruchus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae: Bruchini: Acanthoscelidina). 2005. 156 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SINGH, S.P. Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, FABACEAE). **Economic Botany**, New York, v. 43, n. 1, p. 33-57, 1989.

SINGH, S.P.; GEPTS, P.; DEBOUCK, D. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, FABACEAE). **Economic Botany**, New York, v. 45, n. 3, p. 379-396, 1991.

SOUTHGATE, B.J. Biology of the Bruchidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 24, p. 449-473, 1979.

TEIXEIRA, I.R.V.; ZUCOLOTO, F.S. Seed suitability and oviposition behaviour of wild and selected populations of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae) on different hosts. **Journal of Stored Products Research**, Elmsford, v. 39, n. 2, p. 131-140, 2003.

TUCIĆ, N.; MIKULJANAC, S.; STOJKOVIĆ, O. Genetic variation and covariation among life history traits in populations of *Acanthoscelides obtectus* maintained on different hosts. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 85, n. 3, p. 247-256, 1997.

VENDRAMIM, J.D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. In: GUEDES, J.C; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). **Bases e técnicas de manejo de insetos**. Santa Maria: Pallotti, 2000. cap. 8. p. 113-135.

VENTURA, M.U.; PINHEIRO, J.B. Resistência a insetos. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (Org.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: Editora UEL, 1999. cap. 28. p. 465-514.

VERMA, K.K.; SAXENA, R. The status of Bruchidae as a family. **Chrysomela Newsletter**, Sacramento, v. 32, p. 3, 1996.

VOYSEST, O.; VALENCIA, M.C.; AMEZQUITA, M.C. Genetic diversity among Latin American Andean and Mesoamerican common bean cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 4, p. 1100-1110, 1994.

WANDERLEY, V.S.; OLIVEIRA, J.V.; ANDRADE Jr., 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, 1997.

WILLINK, E.; OSORES, V.M.; COSTILLA, M.A. *Acanthoscelides obtectus*, plaga del poroto en El Noa. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, Tucumán, v. 67, n. 2, p. 63-78, 1990.

ZHU-SALZMAN, K.; SALZMAN, R.A. Functional mechanics of the plant defensive *Griffonia simplicifolia* lectin II: resistance to proteolysis is independent of glycoconjugate binding in the insect gut. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 94, n. 5, p. 1280-1284, 2001.

ZHU-SALZMAN, K.; SHADE, R.E.; KOIWA, H.; SALZMAN, R.A.; NARASIMHAN, M.; BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M.; MURDOCK, L.L. Carbohydrate binding and resistance to proteolysis control insecticidal activity of *Griffonia simplicifolia* lectin II. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 95, n. 25, p. 15123-15128, 1998.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)