

CROP PROTECTION

Desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) em Genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) Cultivados no Estado do Paraná e Contendo Arcelina¹CIBELE S. RIBEIRO-COSTA², PAULO ROBERTO V. DA S. PEREIRA³ E LUCIANA ZUKOVSKI⁴¹ Contribuição n° 1643 do Depto. Zoologia, Univ. Federal do Paraná² Depto. Zoologia, Univ. Federal do Paraná, C. postal 19020, 81531-980, Curitiba, PR, stra@ufpr.br; bolsista CNPq³ Embrapa Trigo, C. postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS, paulo@cnpt.embrapa.br⁴ Univ. Estadual do Centro-Oeste, Rua Presidente Zacarias, 875, Santa Cruz, C. postal 3.010, 85.010-990 Guarapuava, PR, luzukovski@yahoo.com.br*Neotropical Entomology* 36(4):560-564 (2007)Development of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae) in Genotypes of *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae) Cultivated in the State of Parana and Containing Arcelin

ABSTRACT - This research intended to evaluate the development of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), a stored-grain pest, on bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.) commonly cultivated in the State of Parana and containing arcelin, and the possible resistance of these genotypes to the bruchine. Tests were performed under laboratory conditions (27°C, fotophase 12h, 50 ± 10 % RH) with the genotypes TPS-Bionobre, IAC-Una, IPR-Uirapuru, IAPAR 44, IPR Juriti, IAPAR 81, Pérola, Carioca, Bolinha, and two others containing arcelin, Arc 1 and Arc 2. The genotypes with Arc 1 and 2 alleles caused higher mortality of immature stages; in Arc 1 developmental period was prolonged and the male and female dry weights were the lowest, suggesting an antibiosis mechanism of resistance. Non-preference for oviposition was not observed for these two genotypes. Among varieties without arcelin, IAPAR 44 was the most resistant to the bruchid, being the least preferred for oviposition, and promoting low percentage of viable eggs, long developmental period and reduced male and female adult dry weight. Perola, IPR Juriti and Bolinha with high number of eggs and viable eggs, low mortality of immature stages, were the most susceptible.

KEY WORDS: Plant resistance, stored bean, Mexican bean weevil

RESUMO - O presente trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), praga de grãos armazenados, em genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) comumente cultivados no Paraná e com arcelina, e a possível resistência desses materiais ao bruquíneo. Foram realizados testes em laboratório (27°C, 50 ± 10% UR, fotofase 12h) com os genótipos TPS-Bionobre, IAC-Una, IPR-Uirapuru, IAPAR 44, IPR Juriti, IAPAR 81, Pérola, Carioca e Bolinha, além de dois outros contendo arcelina, Arc 1 e Arc 2. Os genótipos com os alelos Arc 1 e 2 sugerem resistência do tipo antibiose, com elevada mortalidade das fases imaturas, e Arc 1, com período de desenvolvimento prolongado e drástica redução de peso de machos e fêmeas. A resistência do tipo não-preferência para oviposição não foi observada para estes dois genótipos. Dentre os genótipos sem arcelina, IAPAR 44 destacou-se como o mais resistente a *Z. subfasciatus*, pois foi o menos preferido para oviposição, promovendo baixo percentual de ovos viáveis, longo período de desenvolvimento e reduzido peso de machos e fêmeas. As cultivares Pérola, IPR Juriti e Bolinha foram os mais suscetíveis, com alto número de ovos e ovos viáveis, além de baixa porcentagem de mortalidade de fases imaturas.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência de plantas, grãos armazenados, caruncho

O habitat do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* F. (Fabaceae), estende-se desde o norte do México até o noroeste da Argentina podendo ser cultivado em regiões cuja temperatura oscila entre 10°C e 35°C (Schoonhoven & Voysest 1989). É uma cultura de subsistência no Brasil com relevante papel sócio-econômico principalmente para os produtores rurais de

baixa renda. Os grãos constituem um dos alimentos básicos mais ricos em proteínas, calorias, vitaminas do complexo B e minerais (Gusmán-Maldonado *et al.* 1996).

Zabrotes subfasciatus (Boh.), originário das regiões tropicais e subtropicais das Américas Central e do Sul (Dendy & Creedland 1991, Haines 1991), é uma das causas

de perdas de grãos de *P. vulgaris* em armazenamento. Suas larvas alimentam-se do interior dos grãos, provocando perda de peso, redução do valor nutritivo e redução ou perda total do poder germinativo (Hohmann & Carvalho 1989, Barbosa *et al.* 2000a). Ocasionalmente também danos indiretos como o desenvolvimento de microorganismos e ácaros e o aquecimento da massa de grãos (Lazzari 1997, Mazzonetto & Vendramim 2002). O controle da praga é efetivo através do uso de inseticidas fumigantes, com os inconvenientes dos custos e os resíduos tóxicos que podem contaminar o meio ambiente e o homem (Lara 1991).

Todas as cultivares de *P. vulgaris* têm-se mostrado suscetíveis ao ataque de *Z. subfasciatus* (Schoonhoven *et al.* 1981, Padgham *et al.* 1992) e um dos meios alternativos para seu controle é a busca de cultivares resistentes para programas de melhoramento genético. O uso de tais cultivares tem como vantagens o baixo custo, facilidade de utilização, ausência de contaminação dos grãos e compatibilidade com outras técnicas de manejo (Mazzonetto & Boiça Jr. 1999, Mazzonetto & Vendramim 2002).

Altos níveis de resistência foram registrados em genótipos silvestres de *P. vulgaris* devido à presença da proteína arcelina que pertence à família das lectinas, onde se incluem as fitohemaglutininas e inibidores de alfa-amilase (Paes *et al.* 2000). Sete variantes alélicas já foram detectadas por eletroforese e designadas como arcelina 1 a 7 (Osborn *et al.* 1986, Lioli & Bollini 1989); no entanto, as arcelinas 1 a 5 são as mais promissoras quanto a resistência a *Z. subfasciatus* (Goossens *et al.* 2000). No Brasil, vários estudos têm sido realizados a fim de verificar a eficiência das arcelinas contra essa praga (Oliveira *et al.* 1979; Wanderley *et al.* 1997; Lara 1997, 1998; Barbosa *et al.* 2000ab).

O Paraná é um estado que se destaca na produção de feijão. Na safra de 2004/2005 foi o segundo estado que mais contribuiu para a produção brasileira, com 18,5% (SEAB). As cultivares mais utilizadas pelos agricultores são IAPAR 44, IAPAR 81, TPS Bionobre, IAC Una, IPR Uirapuru, Carioca, Pérola, IPR Juriti (V. Moda-Cirino com. pess.).

Diante da importância do Paraná na safra brasileira de feijão e a necessidade de métodos alternativos para o controle de *Z. subfasciatus*, evitando perdas pós-colheita, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diversos genótipos comumente cultivados nesse estado e genótipos contendo duas variantes alélicas de arcelina sobre o desenvolvimento de *Z. subfasciatus*, caracterizando, quando pertinente, o tipo de resistência envolvido.

Material e Métodos

Os exemplares de *Z. subfasciatus* utilizados nos experimentos foram inicialmente mantidos em criação estoque com *P. vulgaris* cultivar Bolinha, em recipientes plásticos de 21 cm de altura por 12 cm de largura, a $27 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $50 \pm 10\%$ e fotofase 12h.

Foram utilizados nove materiais melhorados de *P. vulgaris*, sendo sete sem arcelina (IAPAR 44, IAPAR 81, TPS Bionobre, IAC Una, IPR Uirapuru, Carioca, Pérola, IPR Juriti e Bolinha) e dois com alelos dessa proteína (Arc 1 e Arc 2). A cultivar Bolinha, mesmo não sendo uma das

mais cultivadas no Paraná, foi incluída no experimento por ser muito utilizada em criações estoque no Brasil (Boiça Jr. *et al.* 2002, Mazzonetto & Vendramim 2002).

A cultivar Pérola foi obtida através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Santo Antônio de Goiás, GO, e as demais cultivares e os genótipos contendo arcelina, através do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina, PR. Os genótipos com arcelina foram multiplicados no IAPAR, Londrina. Todas as cultivares foram provenientes da safra das águas 2003.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, composto por 11 tratamentos com cinco repetições cada. A metodologia adotada foi basicamente a de Schoonhoven *et al.* (1981) e os parâmetros avaliados foram: número total e viabilidade dos ovos, mortalidade das fases imaturas (larvas e/ou pupas), duração do período de desenvolvimento (ovo-adulto) e peso seco de machos e fêmeas.

Em cada recipiente plástico (3,2 cm de diâmetro por 3,5 cm de altura) foram colocados 10g de grãos de cada genótipo e sete casais de *Z. subfasciatus* com 0-24h de vida, que ficaram confinados por sete dias. Após esse período, os adultos foram retirados dos recipientes. No 20º dia, avaliou-se o número total de ovos e o número de ovos viáveis presentes nos materiais, sendo os ovos esbranquiçados considerados viáveis, e os translúcidos, inviáveis. A partir do 25º dia, registrou-se diariamente o número de bruquíneos que emergiram dos grãos, os quais foram em seguida, acondicionados em freezer. A mortalidade das fases imaturas foi obtida pela diferença entre o número de ovos viáveis e o número de adultos emergidos. Para o cálculo do tempo de desenvolvimento médio (ovo-adulto) utilizou-se a seguinte fórmula (E.L. Baldin com. pess.):

$$\frac{\sum \text{dias de emergência} \times \text{n}^\circ \text{ de insetos emergidos}}{\sum \text{insetos emergidos} - 3,5^*}$$

* A constante 3,5 é a média dos sete dias de confinamento dos bruquíneos

Para avaliação do peso seco de adultos, foram utilizados no mínimo 15 bruquíneos de cada sexo, por repetição, em cada genótipo. Machos e fêmeas, previamente acondicionados em freezer, foram separados em recipientes de alumínio e mantidos em estufa de secagem e esterilização a 50°C durante 48h, e posteriormente, em dessecador por 10 min, para que não absorvessem umidade ao entrar em equilíbrio com a temperatura ambiente.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, analisados estatisticamente pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A cultivar IAPAR 44 apresentou as menores médias de número total de ovos (62,4) e de porcentagem de ovos viáveis (62,4) de *Z. subfasciatus*, diferindo dos genótipos Pérola e Arc 2 para o primeiro parâmetro e dos genótipos Pérola, Carioca, Arc 1, IAPAR 81, IAC Una, IPR Uirapuru e IPR

Juriti, para o segundo (Tabela 1). Esses resultados podem indicar a existência de resistência do tipo não-preferência para oviposição na cultivar IAPAR 44. A cultivar Pérola apresentou os maiores valores para estes dois parâmetros.

Os genótipos Arc 1 e 2 não apresentaram valores baixos de oviposição ou de percentual de ovos viáveis e os valores obtidos não diferiram da maioria dos outros genótipos sem a proteína, principalmente no parâmetro percentual de ovos viáveis (Tabela 1). Resultados semelhantes para oviposição foram obtidos por Lara (1997, 1998), evidenciando preferência da espécie pelos genótipos Arc 1 e 2. Para a percentagem de ovos viáveis, os resultados com os genótipos contendo arcelina confirmam o obtido por Mazzonetto & Vendramim (2002), que também não observaram redução drástica na percentagem de ovos viáveis nos genótipos com Arc 1 e 2 em relação aos demais materiais analisados. Esses resultados mostram que se há resistência a *Z. subfasciatus* conferida por esses alelos, ela não está associada à redução da oviposição ou da viabilidade de ovos. No caso de Arc 1, as propriedades tóxicas ocorrem ao nível da membrana do trato digestivo de *Z. subfasciatus*, através de uma interação com as glicoproteínas e outros constituintes, que alteram sua estrutura, favorecendo a penetração na hemolinfa (Paes *et al.* 2000). Portanto, o efeito tóxico parece ocorrer somente após a ingestão do material melhorado e não é eficiente em larvas de primeiro ínstar que perfuram o tegumento e consomem o endosperma.

Os insetos provenientes do genótipo Arc 1 apresentaram os maiores períodos de desenvolvimento (ovo-adulto) (41,7 dias), diferindo dos demais, bem como as maiores percentagens de mortalidade de fases imaturas (86,6%), sendo que esse valor apenas não diferiu do genótipo Arc 2 (Tabela 2). Resultados semelhantes, que demonstram o alongamento do período de desenvolvimento de *Z. subfasciatus* em genótipos com arcelina, foram obtidos

por vários autores (Lara 1997; Barbosa *et al.* 1999, 2000a; Mazzonetto & Vendramim 2002), alguns sugerindo a existência de resistência do tipo antibiose.

Dentre as cultivares sem arcelina, IPR Juriti provocou o mais curto período de desenvolvimento de ovo a adulto de *Z. subfasciatus* (27,8 dias), e IAPAR 44, o mais longo (32,7 dias); a cultivar Pérola resultou na mais baixa percentagem de mortalidade de fases imaturas (10,4%) e IPR Uirapuru na mais alta (45,5%).

Os insetos alimentados com o genótipo Arc 1 apresentaram os menores pesos de adultos, tanto machos (0,4 mg) quanto fêmeas (0,7 mg), sendo estes diferentes dos outros genótipos testados (Tabela 3). Resultados semelhantes foram relatados por Lara (1997) e Mazzonetto & Vendramim (2002), em que o genótipo Arc 1 originou machos e fêmeas com menor peso, mesmo quando comparado com o genótipo Arc 2. Barbosa *et al.* (2000b) constataram que o peso dos machos não são alterados após quatro gerações sucessivas de *Z. subfasciatus* alimentados com Arc 1; contudo, registraram aumento progressivo no peso das fêmeas durante as gerações, indicando que a resistência conferida por Arc 1 pode não ser estável. Entre os demais genótipos sem arcelina não foi observada diferença quanto ao peso seco, com IAPAR 44 resultando em menor peso médio de fêmeas (1,9 mg) e TPS Bionobre (1,7 mg) e Bolinha (2,5mg), nos maiores valores para peso médio de machos e fêmeas, respectivamente.

Pelos resultados obtidos neste trabalho, os genótipos Arc 1 e Arc 2 com arcelina, sugerem resistência do tipo antibiose, uma vez que houve alta percentagem de mortalidade de fases imaturas e Arc 1 ocasionou o mais longo período de desenvolvimento de ovo a adulto, e os menores valores de peso para machos e para fêmeas. Entre os genótipos sem arcelina, IAPAR 44 mostrou evidências de ser o menos adequado ao desenvolvimento de *Z. subfasciatus* em função

Tabela 1. Médias (\pm EP) do número total de ovos e percentagem de ovos viáveis de *Z. subfasciatus* após sete dias em genótipos de feijoeiro, a $27 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $50 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Genótipo	Total de ovos	Genótipo	Ovos viáveis (%)
Pérola	175,0 \pm 20,98 a	Pérola	89,5 \pm 2,15 a
Arc 2	160,0 \pm 16,01 ab	Carioca	88,4 \pm 2,62 a
Arc 1	122,2 \pm 9,54 abc	Arc 1	86,1 \pm 2,05 a
Bolinha	113,8 \pm 5,53 abc	IAPAR 81	85,8 \pm 3,73 a
IAPAR 81	111,4 \pm 10,24 bc	IAC Una	85,6 \pm 4,00 a
IAC Una	106,6 \pm 12,68 bc	IPR Uirapuru	82,0 \pm 1,20 a
Carioca	104,8 \pm 9,32 bc	IPR Juriti	82,0 \pm 1,59 a
IPR Juriti	102,8 \pm 8,81 bc	Arc 2	75,5 \pm 4,11 ab
TPS Bionobre	88,6 \pm 17,09 c	TPS Bionobre	75,5 \pm 3,63 ab
IPR Uirapuru	74,8 \pm 9,51 c	Bolinha	75,3 \pm 3,40 ab
IAPAR 44	62,4 \pm 12,94 c	IAPAR 44	62,4 \pm 5,68 b
F	6,99**	F	7,11**
CV%	25,12	CV%	8,28

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 2. Médias (\pm EP) de desenvolvimento (ovo-adulto) e mortalidade das fases imaturas (larva e/ou pupa) de *Z. Subfasciatus* em genótipos de feijoeiro, a $27 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $50 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Genótipo	Desenvolvimento (dias)	Genótipo	Mortalidade (%)
Arc 1	41,7 \pm 1,17 a	Arc 1	86,6 \pm 1,78 a
Arc 2	33,0 \pm 0,46 b	Arc 2	69,2 \pm 1,24 ab
IAPAR 44	32,7 \pm 1,14 b	IPR Uirapuru	45,5 \pm 6,86 bc
TPS Bionobre	32,6 \pm 1,54 b	IAC Una	45,0 \pm 9,06 cd
IPR Uirapuru	31,9 \pm 0,21 bc	TPS Bionobre	37,2 \pm 5,08 cd
IAC Una	31,4 \pm 0,24 bc	Carioca	35,0 \pm 3,45 cd
Pérola	30,3 \pm 0,66 bc	IAPAR 81	32,2 \pm 5,31 cde
Carioca	30,3 \pm 0,91 bc	IPR Juriti	27,0 \pm 4,13 cde
Bolinha	29,2 \pm 1,73 bc	IAPAR 44	25,8 \pm 5,00 cde
IAPAR 81	28,9 \pm 0,56 bc	Bolinha	18,1 \pm 3,54 de
IPR Juriti	27,8 \pm 1,10 c	Pérola	10,4 \pm 1,77 e
F	13,86**	F	19,16**
CV%	6,98	CV%	28,78

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 3. Médias (\pm EP) de peso de adultos de *Z. Subfasciatus* em genótipos de feijoeiro a $27 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $50 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Genótipo	Machos (mg)	Genótipo	Fêmeas (mg)
TPS Bionobre	1,7 \pm 0,22 a	Bolinha	2,5 \pm 0,06 a
Carioca	1,5 \pm 0,04 a	IAC Una	2,4 \pm 0,01 a
IAC Una	1,4 \pm 0,03 a	Pérola	2,4 \pm 0,05 a
IPR Juriti	1,4 \pm 0,04 a	Carioca	2,4 \pm 0,05 a
Pérola	1,4 \pm 0,01 a	IPR Juriti	2,4 \pm 0,07 a
Bolinha	1,4 \pm 0,04 a	IPR Uirapuru	2,2 \pm 0,16 a
IPR Uirapuru	1,4 \pm 0,07 a	Arc 2	2,1 \pm 0,06 a
IAPAR 44	1,3 \pm 0,20 a	IAPAR 81	2,1 \pm 0,21 a
IAPAR 81	1,3 \pm 0,03 a	TPS Bionobre	2,0 \pm 0,33 a
Arc 2	1,2 \pm 0,03 a	IAPAR 44	1,9 \pm 0,40 a
Arc 1	0,4 \pm 0,01 b	Arc 1	0,7 \pm 0,13 a
F	10,53**	F	7,67**
CV%	16,82	CV%	19,20

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

de ter apresentado baixo número de ovos e de porcentagem de ovos viáveis, maior período de desenvolvimento e baixo peso de machos e de fêmeas. Essa cultivar pode ser uma opção interessante quando houver alta probabilidade de ataque de *Z. subfasciatus* ou em situação de armazenamento por período maior. As cultivares mais suscetíveis a *Z. subfasciatus*, e portanto, menos adequadas para cultivo ou armazenamento prolongado em regiões com incidência de *Z. subfasciatus* foram Pérola, IPR Juriti e Bolinha por apresentarem,

principalmente, alto número de ovos e porcentagem de ovos férteis, baixa porcentagem de mortalidade de fases imaturas e maior peso de fêmeas.

Agradecimentos

Em especial à Dra. Vânia Moda Cirino, do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), pelas informações sobre

as cultivares do Paraná e envio de diversos genótipos incluindo os com arcelina; ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPq) da EMBRAPA, pelo envio do cultivar Pérola, ao Dr. Edson Luiz Baldin, da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Camilo Castelo Branco, pela cooperação e exemplares de *Z. subfasciatus* e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa Produtividade em Pesquisa para o primeiro autor.

Referências

- Barbosa, F.R., M. Yokoyama, P.A.A. Pereira & F.J.P. Zimmermann. 1999. Efeito da proteína arcelina na biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833), em feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 34: 1805-1810.
- Barbosa, F.R., M. Yokoyama, P.A.A. Pereira & F.J.P. Zimmermann. 2000a. Danos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) contendo arcelina. *An. Soc. Entomol. Brasil* 29: 113-121.
- Barbosa, F.R., M. Yokoyama, P.A.A. Pereira & F.J.P. Zimmermann. 2000b. Estabilidade da resistência de *Zabrotes subfasciatus* conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 35: 895-900.
- Boiça Jr., A.L., A.C.G. Botelho & L.C. Toscano. 2002. Comportamento de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) em condições de laboratório. *Arq. Inst. Biol.* 69: 51-55.
- Dendy, J. & P.F. Credland. 1991. Development, fecundity and egg dispersion of *Zabrotes subfasciatus*. *Entomol. Exp. Appl.* 59: 7-9.
- Goossens, A., C. Quintero, W. Dillen, R. de Rycke, J.F. Valor, J. de Clercq, M.V. Montagu, C. Cardona & G. Angenon. 2000. Analysis of bruchid resistance in the wild common bean accession G02771: No evidence for insecticidal of arcelin 5. *J. Exp. Bot.* 51: 1229-1236.
- Guzmán-Maldonado S.H., A. Marín-Jarillo, J.Z. Castellanos, E. González de Mejía & J.A. Acosta-Gallegos. 1996. 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. *J. Stored Prod. Res.* 32: 53-58.
- Haines, C.P. 1991. Insects and arachnids of tropical stored products: Their biology and identification. Chatham, Natural resources Institute, 2ª ed., 246p.
- Hohmann, C.L. & S.M. Carvalho. 1989. Pragas e seu controle. In O feijão no Paraná. Fundação Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, 303p.
- Lara, F.M. 1991. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2ª ed. São Paulo, Ícone, 336p.
- Lara, F.M. 1997. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I- Winter Crop. *An. Soc. Entomol. Brasil* 26: 551-560.
- Lara, F.M. 1998. Resistência a *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) em genótipos de feijoeiro portadores de arcelina nas sementes. III - Plantio da seca. *Cult. Agron.* 7: 25-40.
- Lazzari, F. 1997. Fungos, p.21-38. In Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações, 2ª ed. Curitiba, Paranaset, 134p.
- Lioli, L. & R. Bolini. 1989. Identification of a new arcelin variant in wild bean seeds. *Bean Improv. Coop. Annu. Rep.* 32: 28.
- Mazzoneto, F. & A.L. Boiça Jr. 1999. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 307-311.
- Mazzoneto, F. & J.D. Vendramim. 2002. Aspectos biológicos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em genótipos de feijoeiro com e sem arcelina. *Neotrop. Entomol.* 31: 435-439.
- Oliveira, A.M., B.E. Pacova, S. Sudo, A.C.M. Rocha & D.F. Barcellos. 1979. Incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 e *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 em diversas cultivares de feijão armazenado (Col., Bruchidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 8: 47-55.
- Osborn, T.C., T. Blake, P. Gepts & F.A. Bliss. 1986. Bean arcelin 2. Genetic variation, inheritance and linkage relationships of a novel seed protein of *Phaseolus vulgaris* L. *Theor. Appl. Genet.* 6: 847-855.
- Padgham, J., V. Pike, K. Dick & C. Cardona. 1992. Resistance of a common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar to post-harvest infestation by *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). I. Laboratory tests. *Trop. Pest Manag.* 38: 167-172.
- Paes, N.S., I.R. Gerhardt, M.V. Coutinho, M. Yokoyama, E. Santana, N. Harris, M.J. Chrispeels & M.F.G. de Sá. 2000. The effect of arcelin-I on the structure of the midgut of bruchid larvae and imunolocalization of the arcelin protein. *J. Insect Physiol.* 46: 393-402.
- Schoonhoven, A. van & O. Voyses. 1989. Breeding for insect in beans. p.619-647 In Common beans: research for crop improvement. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colômbia, 980p.
- Schoonhoven, A. van, C. Cardona & J.F. Valor. 1981. Niveles de resistencia al gorgojo pintado, *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) em frijoles cultivados y silvestres. *Rev. Colomb. Entomol.* 7: 41-45.
- SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/seab/index.shtml> Acessado em: 10 julho 2006.
- Wanderley, V.S., J.V. Oliveira & M.L. Andrade Jr. 1997. Resistência de cultivares e linhagens de *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 26: 315-320.