

PROTEÇÃO DE PLANTAS

Danos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em Linhagens de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) Contendo ArcelinaFLÁVIA R. BARBOSA¹, MASSARU YOKOYAMA², PEDRO A. A. PEREIRA² E F. J. P. ZIMMERMANN²

¹Embrapa Semi-Árido, Caixa postal 23, 56300-000, Petrolina, PE.
E-mail: flavia@cpatsa.embrapa.br.

²Embrapa Arroz e Feijão, Caixa postal 179, 74001-970, Goiânia, GO.

An. Soc. Entomol. Brasil 29(1): 113-121 (2000)

Damage of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera:Bruchidae) on Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Lines Containing Arcelin

ABSTRACT - Arcelin is a seed protein found in wild beans which gives resistance to the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae). The contribution of four alleles of the protein arcelin (Arc1, Arc2, Arc3 and Arc4), present in four near isogenic lines was evaluated for the control of *Z. subfasciatus*, at intervals between 15 and 150 days of storage, at 15 days intervals, using the susceptible cultivars Porrillo 70 and Goiano Precoce as control. At intervals between 90 - 150 days and 60 - 150 days of storage, the lines containing Arc1 and Arc2 had, respectively, less eggs and adults than those containing Arc3 and the susceptible cultivars. Com relação a Arc4, constataram-se menor número de ovos e adultos em Arc1 e Arc2, aos 90 dias e a partir dos 135 dias. As a result of the low adult emergence in Arc1 and Arc2, at the end of the storage period, highly significant differences were observed in the percentage of damaged seeds by the weevil among the lines containing Arc1 (0%), Arc2 (8.0%), the susceptible cultivars Porrillo 70 (73.7%) and Goiano Precoce (99.3%) and the lines containing Arc3 (86.3%) and Arc4 (48%). The percentage of plant emergence immediately before and at 150 days of storage varied, respectively, from 95.7% to 92.0% in Arc1, from 96.3% to 84.3% in Arc2, from 97.0% to 30.0% in Arc3, from 95.3% to 83.0% in Arc4, from 97.3% to 41.3% in 'Porrillo 70', and from 95.7% to 6.7% in 'Goiano Precoce'.

KEY WORDS: Insecta, host plant resistance, insect biology, Mexican bean weevil, storage.

RESUMO - A arcelina é uma proteína encontrada em feijões silvestres e confere resistência ao caruncho do feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boh. 1833) (Coleoptera: Bruchidae). Comparando-se às cultivares suscetíveis Porrillo 70 e Goiano Precoce, avaliou-se a contribuição de quatro alelos da arcelina (Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4), presentes em quatro linhagens quase isogênicas de feijoeiro, no controle de *Z. subfasciatus*, no período de 15 a 150 dias de armazenagem, em intervalos de 15 dias. O experimento foi conduzido em condições não controladas, utilizando-se delineamento experimental inteiramente ao acaso, em

fatorial 6 x 10. Como resultado da baixa emergência de adultos em Arc1 e Arc2, constataram-se, ao final do período de armazenamento, diferenças significativas na percentagem de sementes danificadas pelo caruncho, entre as linhagens contendo Arc1 (0,0%), Arc2 (8,0%), as testemunhas suscetíveis 'Porrillo 70' (73,7%) e Goiano Precoce (99,3%) e as linhagens Arc3 (86,3%) e Arc4 (48,0%). A percentagem de emergência de plantas, imediatamente antes da armazenagem, variou de 95,3 a 97,3% entre os tratamentos, sem diferenças significativas; após 150 dias de armazenagem a emergência foi de 92% em Arc1, 84,3% em Arc2 e 83% em Arc4, as quais diferiram significativamente de Arc3 (30%), 'Porrillo 70' (41,3%) e 'Goiano Precoce' (6,7%).

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, resistência a insetos, biologia de insetos, caruncho, armazenagem.

Nas regiões tropicais da América Latina o caruncho do feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) é considerado a principal praga de feijão armazenado, sendo também encontrada em regiões de clima temperado e frio (Rossetto 1966, Decheco et al. 1986). Seus danos são decorrentes da penetração e alimentação das larvas no interior dos grãos, provocando perda de peso, redução do valor nutritivo e do grau de higiene do produto, enquanto o poder germinativo das sementes pode ser reduzido ou totalmente perdido. Além disso, dependendo da população do inseto e da umidade, pode-se ter um aumento na temperatura da massa de sementes, o que favorece o desenvolvimento de microorganismos. Estes efeitos são tão maiores, quanto mais favoráveis forem as condições do meio, o tamanho da população e a permanência dos insetos na massa de sementes (Toledo & Marcos Filho, 1977, Gallo et al. 1988).

Avaliando-se milhares de acessos de feijão cultivado, não foram encontrados níveis satisfatórios de resistência ao caruncho *Z. subfasciatus* (Oliveira et al. 1979, Schoonhoven & Cardona 1982, Rego et al. 1986, Oriani et al. 1996). Contudo, em genótipos silvestres de *P. vulgaris* de origem mexicana, detectaram-se altos níveis de resistência a *Z. subfasciatus*. Pesquisas revelaram que a resistência da planta aos

carunchos é do tipo antibiose, e atribuída à proteína arcelina (Schoonhoven et al. 1983, Cardona et al. 1989).

Em linhagens derivadas do cruzamento de cultivar suscetível, com linhagens contendo os alelos Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4, da proteína arcelina, Cardona et al. (1990) constataram percentagens médias de sementes danificadas por *Z. subfasciatus* após 55 dias, de 14,0% em Arc1 e 61,5% em Arc2, enquanto na cultivar suscetível a percentagem foi 98,9%. Todas as linhagens cruzadas com Arc3 e Arc4 foram suscetíveis. Posso et al. (1992) também verificaram, após 55 dias de armazenagem, que linhagens contendo arcelina 1 apresentaram nível de resistência a *Z. subfasciatus* igual ou superior à testemunha resistente. As linhagens contendo Arc2, apresentaram nível de resistência intermediário, enquanto cruzamentos com linhagens contendo Arc3 e Arc4 foram suscetíveis.

Para avaliar os danos causados por *Z. subfasciatus*, em *P. vulgaris*, após 150 dias de armazenagem, Pereira et al. (1995) utilizaram uma série de linhagens contendo os alelos Arc1, Arc2, Arc3, Arc4 e misturas dos mesmos em diferentes proporções. Constataram que as linhagens com Arc1 e Arc2 foram as menos danificadas pelo caruncho. Os danos na testemunha suscetível foram aproximadamente sete vezes superiores

em relação aos observados nas linhagens com Arc1 e Arc2.

Oliveira *et al.* (1979) testaram onze cultivares de feijão em condições naturais de armazenamento, quanto ao ataque dos carunchos *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*. Após 12 meses, todas as cultivares apresentaram 100% de ataque. O poder germinativo foi reduzido a zero, inviabilizando o uso das sementes.

Rego *et al.* (1986) estudando a resistência a *Z. subfasciatus*, avaliaram o comportamento de oito genótipos de *P. vulgaris* após 50 dias de armazenagem. Todas as cultivares mostraram-se suscetíveis aos danos larvais que provocaram 100% de perda de germinação.

No presente trabalho, avaliou-se a contribuição de quatro alelos da arcelina (Arc1, Arc2, Arc3 e Arc4), presentes em linhagens do feijoeiro, no controle de *Z. subfasciatus*, até 150 dias de armazenagem.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no laboratório de Entomologia da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), no município de Santo Antônio de Goiás, GO, em condições não controladas. A temperatura ambiente e a umidade relativa, foram registradas diariamente em termohigrógrafo.

O experimento foi conduzido em fatorial 6 x 10, em delineamento inteiramente ao acaso, com seis repetições, sendo o primeiro fator os tratamentos e o segundo, as épocas de amostragem. Os tratamentos foram: linhagens quase isogênicas Arcelina 1, Arcelina 2, Arcelina 3, Arcelina 4 e as cultivares 'Porrillo 70' e 'Goiano Precoces'. As amostragens foram realizadas a cada 15 dias, até os 150 dias após a armazenagem. As linhagens contendo os alelos arcelina 1 (Arc1), arcelina 2 (Arc2), arcelina 3 (Arc3) e arcelina 4 (Arc4) foram originalmente obtidas na Universidade de Wisconsin-Madison, EUA, pelo cruzamento da cultivar Porrillo 70 com acessos silvestres de *P. vulgaris*. A unidade experimental para o armazenamento

das sementes foi constituída de sacos de algodão contendo 3 kg de sementes. Cada unidade experimental foi infestada artificialmente com 50 casais de *Z. subfasciatus*, com 0 a 24 horas após a emergência. Os insetos utilizados no experimento foram obtidos de uma colônia de laboratório mantida no CNPAF e multiplicados em sementes de feijão, cultivar Jalo EEP 558.

As sementes das cultivares e linhagens foram multiplicadas no campo da Embrapa-CNPAP, no primeiro semestre de 1995. Antes da infestação, as sementes foram previamente selecionadas, descartando-se aquelas que apresentavam imperfeições no tegumento e as selecionadas foram mantidas, no mínimo, por 72 horas em condições ambiente, para entrar em equilíbrio higroscópico.

Para cada genótipo, em cada época de amostragem, foram retiradas duas amostras de 300 sementes divididas em seis subamostras de 50, para avaliação do número de ovos, número de adultos emergidos, percentagem de sementes danificadas e de emergência de plantas. Para evitar que a quantidade de sementes fosse reduzida a cada período de amostragem, o que interferiria no substrato alimentar disponível ao caruncho, cada repetição foi composta de dez sacos de sementes, numerados sequencialmente de 1 a 10, de tal modo que cada unidade foi amostrada apenas uma vez. Após a contagem dos ovos da primeira amostra, as sementes foram novamente colocadas nos frascos, para verificação do número de adultos emergidos. Uma vez iniciada a emergência, os insetos foram contados a cada dois dias e retirados dos frascos. Após a emergência total, determinou-se a percentagem de sementes danificadas, pela contagem das sementes perfuradas. A segunda amostra foi semeada em canteiros, no campo, onde foram contadas as plantas emergidas.

Para análise de variância, os dados referentes ao número de ovos e adultos emergidos foram transformados em $\sqrt{x}+1$ e as percentagens de sementes danificadas em arco seno \sqrt{x} . As médias foram comparadas

pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A temperatura média diária, durante a execução do experimento, variou de 16,6 a 30,4°C e a umidade relativa de 55 a 86%. Aos 45 dias e a partir dos 75 dias, Arc1 e Arc2 apresentaram menor número de ovos, vindo em seguida, em ordem crescente, Arc4, Arc3, 'Porrillo 70' e 'Goiano Precoce' (Tabela 1). Aos 15 e 150 dias de armazenagem, respectivamente, o número médio de ovos em Arc1 foi (0,5-0,5), Arc2 (1,2-16,3), Arc3 (7,2-

'Goiano Precoce', a diferença no número de ovos foi significativa a partir dos 45 dias; Arc1 em relação a Arc3, dos 90 até os 150 dias de armazenagem e, Arc1 comparativamente a Arc4, dos 75 aos 150 dias. Até os 120 dias, Arc1 e Arc2 não diferiram entre si; a partir dos 135 dias, observou-se menor quantidade de ovos em Arc1 que em Arc2.

Até os 30 dias, não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto ao número de adultos emergidos. A partir dos 45 dias de armazenagem, as linhagens Arc1 e Arc2 apresentaram menor número médio de adultos emergidos, sem diferenças signifi-

Tabela 1. Número médio de ovos de *Z. subfasciatus* em 50 sementes de feijão (*P. vulgaris*), no período de 15 a 150 dias de armazenagem, em quatro linhagens e duas cultivares.

Cultivar/ linhagem	Ovos (Nº)				
	Dias de armazenagem				
	15	30	45	60	75
Goiano Precoce	3,0 ± 0,65a	3,7 ± 0,38a	33,3 ± 0,94a	14,3 ± 0,79a	48,5 ± 1,16a
Porrillo 70	6,7 ± 0,89a	7,2 ± 1,00a	32,3 ± 1,07a	18,8 ± 1,11a	44,8 ± 1,05ab
Arcelina3	7,2 ± 0,77a	7,8 ± 0,83a	2,8 ± 0,59 b	8,3 ± 0,53a	23,7 ± 1,54 bcd
Arcelina4	5,3 ± 0,44a	3,8 ± 0,45a	5,8 ± 0,81 b	13,3 ± 0,80a	24,7 ± 1,20abc
Arcelina2	1,2 ± 0,36a	2,8 ± 0,66a	4,7 ± 0,75 b	5,0 ± 0,82a	7,8 ± 0,66 cd
Arcelina1	0,5 ± 0,24a	2,3 ± 0,61a	2,0 ± 0,51 b	4,5 ± 0,57a	7,3 ± 0,99 d
	90	105	120	135	150
Goiano Precoce	263,5 ± 2,11a	191,2 ± 1,45a	489,7 ± 2,74a	158,3 ± 1,27 b	476,8 ± 2,83a
Porrillo 70	52,0 ± 1,29 b	237,2 ± 1,97a	206,7 ± 2,50 b	236,5 ± 2,11a	226,5 ± 3,08 c
Arcelina3	52,7 ± 1,05 b	182,2 ± 1,49a	81,3 ± 1,69 c	219,2 ± 2,16ab	377,1 ± 4,72 b
Arcelina4	31,2 ± 0,78 b	9,2 ± 0,38 b	9,3 ± 0,51 d	79,2 ± 2,36 c	42,0 ± 1,61 d
Arcelina2	10,3 ± 0,83 c	10,7 ± 0,80 b	5,8 ± 0,60 de	34,3 ± 1,33 d	16,3 ± 1,51 e
Arcelina1	4,7 ± 0,77 c	7,2 ± 0,53 b	1,5 ± 0,48 e	2,5 ± 0,57 e	0,5 ± 0,30 f

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (HSD=2,2050).

377,1), Arc4(5,3-42,0), 'Porrillo 70' (6,7-226,5) e em 'Goiano Precoce' (3,0-476,8). Aos 15, 30 e 60 dias de armazenagem, não foi observada diferença significativa no número médio de ovos entre as linhagens portadoras de arcelina e as testemunhas suscetíveis. Entre Arc1, Arc2, 'Porrillo 70' e

ficativas, exceto aos 135 dias, quando significativamente mais adultos emergiram em Arc2 do que em Arc1 (Tabela 2).

O maior número de adultos emergidos nos diferentes tratamentos, não coincidiu com o final do período de armazenagem (Tabela 2). Nas cultivares e linhagens suscetíveis, tal fato

Tabela 2. Número médio de adultos de *Z. subfasciatus* emergidos em 50 sementes de duas cultivares e quatro linhagens de feijão (*P. vulgaris*), no período de 15 a 150 dias de armazenagem.

Cultivar/ linhagem	Adultos emergidos (N°)				
	Dias de armazenagem				
	15	30	45	60	75
Goiano Precoce	1,8 ± 0,40a	1,7 ± 0,36a	11,5 ± 0,66a	12,0 ± 0,86ab	24,8 ± 0,75a
Porrillo 70	5,5 ± 0,65a	5,2 ± 0,80a	6,8 ± 0,60ab	16,0 ± 1,06a	10,3 ± 0,71 b
Arcelina3	4,2 ± 0,66a	3,8 ± 0,67a	1,2 ± 0,46 bc	4,5 ± 0,42ab	18,5 ± 1,24ab
Arcelina4	4,0 ± 0,53a	1,3 ± 0,30a	1,5 ± 0,51 bc	7,7 ± 0,68 bc	13,7 ± 0,77ab
Arcelina2	0,0 ± 0,00a	1,0 ± 0,38a	0,3 ± 0,23 bc	0,5 ± 0,24 c	0,8 ± 0,28 c
Arcelina1	0,0 ± 0,00a	0,0 ± 0,00a	0,0 ± 0,00 c	0,3 ± 0,23 c	0,3 ± 0,21 c
	90	105	120	135	150
Goiano Precoce	124,0 ± 0,56a	68,2 ± 1,41 b	57,3 ± 1,07a	22,3 ± 0,78 c	58,3 ± 1,12ab
Porrillo 70	28,3 ± 1,12 b	111,5 ± 1,90a	42,8 ± 1,21a	41,3 ± 1,13 bc	42,7 ± 1,23 bc
Arcelina3	20,5 ± 0,47 bc	108,7 ± 1,32a	45,5 ± 0,91a	67,7 ± 0,80a	72,2 ± 1,98a
Arcelina4	13,5 ± 0,87 c	4,5 ± 0,51 c	6,3 ± 0,58 b	43,5 ± 2,07 b	28,3 ± 1,33 c
Arcelina2	1,5 ± 0,48 d	0,8 ± 0,42 c	1,0 ± 0,37 bc	8,5 ± 0,84 d	5,3 ± 0,80 d
Arcelina1	0,2 ± 0,21 d	0,3 ± 0,23 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 c	0,0 ± 0,00 d

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (HSD=1,5036).

pode ser atribuído à menor disponibilidade de substrato alimentar, e nas linhagens portadoras de Arc1 e Arc2, à presença de antibiose, resultando em menor número de adultos ao longo das gerações, durante a armazenagem, comparativamente à infestação inicial. De acordo com Cardona *et al.* (1990), como resultado da significativa redução do número de adultos emergidos e do prolongamento do ciclo biológico dos insetos sobreviventes, pode ocorrer em materiais resistentes, ao longo da armazenagem, taxa negativa do crescimento populacional dos carunchos. A menor emergência de adultos em linhagens derivadas das variantes de arcelina 1 e 2, em relação a 3 e 4, tem sido relatada em vários trabalhos (Cardona *et al.* 1990, Posso *et al.* 1992, Wanderley 1995, Barbosa 1997, Lara 1997).

Como resultado da baixa emergência de adultos em Arc1 e Arc2, constataram-se, no final do período de armazenamento, diferenças altamente significativas na

percentagem de sementes danificadas pelos carunchos entre as linhagens contendo Arc1 (0,0%), Arc2 (8,0%) e as testemunhas suscetíveis 'Porrillo 70' (73,7%) e Goiano Precoce (99,3%). Tais diferenças indicam o alto nível de proteção ao ataque de *Z. subfasciatus*, conferido por essas duas variantes de arcelina (Tabela 3).

Até os 45 dias, não houve sementes danificadas em Arc1, bem como aos 120, 135 e 150 dias (Tabela 3), uma vez que não houve emergência de adultos nessas datas de amostragem. Não houve diferença significativa entre Arc1 e Arc2 até os 120 dias, contudo, aos 135 e 150 dias de armazenagem, observou-se menor percentagem de sementes danificadas em Arc1 que em Arc2. Até os 60 e aos 105 dias, Arc1 foi semelhante a Arc4, observando-se entre 75 e 150 dias, menor percentagem de sementes danificadas em Arc1. Entre Arc1 e Arc3, observou-se diferença significativa, a partir dos 60 dias da armazenagem (Tabela 3). Os resultados

Tabela 3. Percentagem média de sementes danificadas por *Z. subfasciatus*, em 50 sementes de duas cultivares e quatro linhagens de feijão (*P. vulgaris*), no período de 15 a 150 dias de armazenagem.

Cultivar/ linhagem	Sementes danificadas (%)				
	Dias de armazenagem				
	15	30	45	60	75
Goiano Precoce	2,3 ± 0,31a	4,0 ± 0,38ab	25,0 ± 0,56a	15,3 ± 0,44a	49,7 ± 0,54a
Porrillo 70	6,0 ± 0,43a	10,3 ± 0,64a	14,7 ± 0,48a	18,0 ± 0,69a	38,7 ± 0,55ab
Arcelina3	4,3 ± 0,47a	5,7 ± 0,44ab	2,3 ± 0,41 b	10,7 ± 0,44a	24,7 ± 0,82 b
Arcelina4	4,7 ± 0,39a	2,3 ± 0,29ab	2,3 ± 0,37 b	6,7 ± 0,56ab	21,0 ± 0,55 b
Arcelina2	0,0 ± 0,00a	1,7 ± 0,38ab	0,7 ± 0,24 b	1,0 ± 0,25 b	1,3 ± 0,25 c
Arcelina1	0,0 ± 0,00a	0,0 ± 0,00 b	0,0 ± 0,00 b	0,7 ± 0,24 b	0,7 ± 0,24 c
	90	105	120	135	150
Goiano Precoce	97,3 ± 0,72a	89,3 ± 0,67a	92,0 ± 0,51a	85,0 ± 0,43a	99,3 ± 0,58a
Porrillo 70	42,3 ± 0,72 b	94,7 ± 0,82a	82,0 ± 0,63a	81,3 ± 0,56a	73,7 ± 0,53 b
Arcelina3	41,7 ± 0,58 b	89,3 ± 0,55a	59,3 ± 0,51 b	83,3 ± 0,77a	86,3 ± 0,80 b
Arcelina4	23,7 ± 0,66 b	7,7 ± 0,49 b	10,3 ± 0,48 c	66,3 ± 0,66a	48,0 ± 0,65 c
Arcelina2	2,7 ± 0,31 c	1,3 ± 0,25 b	1,3 ± 0,25 d	19,0 ± 0,61 b	8,0 ± 0,51 d
Arcelina1	0,3 ± 0,21 c	0,7 ± 0,24 b	0,0 ± 0,00 d	0,0 ± 0,00c	0,0 ± 0,00 e

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (HSD=2,2026).

concordam com os obtidos por Cardona *et al.* (1990), Posso *et al.* (1992) e Pereira *et al.* (1995), que verificaram em *P. vulgaris* armazenado e infestado com *Z. subfasciatus*, menor dano nas linhagens com os alelos Arc1 e Arc2 que naquelas com os alelos Arc3 e Arc4.

Na Tabela 4 estão apresentadas as médias das percentagens de emergência de plantas, antes e durante o armazenamento. As maiores percentagens de emergência de plantas foram observadas nas linhagens Arc1, Arc2 e Arc4, vindo em seguida Arc3, 'Porrillo 70' e 'Goiano Precoce'. Na linhagem Arc1 imediatamente antes e aos 150 dias de armazenagem, a percentagem de emergência de plantas variou de 95,7% a 92%; em Arc2 de 96,3% a 84,3%; em Arc3 de 97,0% a 30%; em Arc4 de 95,3% a 83%; em 'Porrillo 70' de 97,3% a 41,3% e em 'Goiano Precoce' de 95,7% a 6,7%. Até os 30 dias, não houve diferença na

percentagem de emergência de plantas entre as linhagens portadoras de arcelina entre si, nem entre as testemunhas suscetíveis 'Porrillo 70' e 'Goiano Precoce'. Dos 15 aos 150 dias, não foi observada diferença significativa entre Arc1 e Arc2. Aos 45 dias, não houve diferença entre Arc1, Arc2, Arc3, Arc4 e 'Goiano Precoce', nem entre Arc2, Arc3, Arc4 e 'Porrillo 70'. Aos 60 e 75 dias de armazenagem, não houve diferença significativa na percentagem de emergência de plantas, entre os tratamentos. A partir dos 90 dias, observou-se uma significativa redução na percentagem de emergência de plantas em 'Goiano Precoce', a partir de 105 dias em 'Porrillo 70' e a partir de 120 dias em Arc3.

De acordo com Howe & Currie (1964) os danos associados à germinação de sementes devido ao ataque de insetos são função do tamanho da população e do período de

Tabela 4. Percentagem média de emergência de plantas, em 50 sementes de feijão (*P. vulgaris*), com infestação de *Z. subfasciatus*, no período de 0 a 150 dias de armazenagem.

Cultivar/ Linhagem	Emergência (%)					
	Dias de armazenagem					
	0	15	30	45	60	75
Arcelina 1	95,7 ± 0,41a	93,0 ± 0,48a	95,7 ± 0,42a	97,7 ± 0,48a	96,7 ± 0,40a	97,3 ± 0,58a
Arcelina2	96,3 ± 0,49a	94,0 ± 0,41a	96,0 ± 0,30a	93,3 ± 0,41ab	95,3 ± 0,42a	94,0 ± 0,54a
Arcelina4	95,3 ± 0,36a	95,0 ± 0,49a	95,7 ± 0,38a	96,0 ± 0,40ab	95,7 ± 0,42a	93,7 ± 0,42a
Arcelina3	97,0 ± 0,24a	94,7 ± 0,37a	95,3 ± 0,45a	97,3 ± 0,52ab	94,3 ± 0,34a	92,0 ± 0,54a
Porrillo 70	97,3 ± 0,37a	97,0 ± 0,43a	95,3 ± 0,34a	90,7 ± 0,44 b	95,3 ± 0,43a	90,0 ± 0,46a
Goiano						
Precoce	95,7 ± 0,34a	91,3 ± 0,45a	93,0 ± 0,52a	97,7 ± 0,44a	96,0 ± 0,39a	91,0 ± 0,53a
	90	105	120	135	150	
Arcelina 1	94,3 ± 1,02a	96,0 ± 1,29a	92,3 ± 1,05a	96,3 ± 1,36a	92,0 ± 1,44a	
Arcelina2	91,7 ± 0,90a	92,7 ± 1,14a	96,3 ± 1,25a	90,0 ± 1,21ab	84,3 ± 1,40a	
Arcelina4	95,3 ± 0,89a	91,7 ± 1,10a	93,7 ± 1,26a	83,7 ± 1,31 b	83,0 ± 1,45a	
Arcelina3	89,3 ± 1,03a	89,0 ± 1,10a	70,7 ± 1,26 b	55,3 ± 1,34 c	30,0 ± 1,34 b	
Porrillo 70	90,7 ± 0,92a	49,3 ± 1,16 b	41,3 ± 1,25 c	43,3 ± 1,28 c	41,3 ± 1,39 b	
Goiano						
Precoce	55,0 ± 0,84 b	46,3 ± 1,12 b	41,7 ± 1,18 c	25,7 ± 1,13 d	6,7 ± 1,46 c	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (HSD=0,1837).

exposição das sementes aos insetos. A ocorrência do decréscimo na germinação é explicada pelo aumento do número de larvas presentes nas sementes, maior consumo alimentar com conseqüente destruição das sementes, inclusive do embrião. Neste trabalho, nos diferentes tratamentos, observaram-se, para o mesmo período de armazenagem, diferenças significativas no tamanho da população de insetos (Tabela 2), justificando os maiores danos (Tabela 3) e as menores percentagens de emergência de plantas (Tabela 4) nas testemunhas suscetíveis e na linhagem Arc3.

Pereira *et al.* (1995), utilizando também linhagens quase isogênicas, contendo os alelos Arc1, Arc2, Arc3, Arc4 e misturas dos mesmos, em diferentes proporções, constataram que as linhagens e misturas com maiores proporções de Arc1 e Arc2, tiveram

um estande inicial maior e plantas mais vigorosas. As sementes que não continham arcclina ou as linhagens quase isogênicas com Arc3 e Arc4, tiveram a germinação comprometida.

Conclui-se que até 150 dias de armazenagem, alto nível de proteção a *Z. subfasciatus* pode ser conseguido nas linhagens portadoras dos alelos Arc1 e Arc2 nas quais observou-se comportamento superior, considerando-se todos os parâmetros estudados, em relação às linhagens Arc3 e Arc4 e as cultivares Goiano Precoce e Porrillo 70. A linhagem Arc1 apresentou os maiores índices de resistência.

Literatura Citada

Barbosa, F. R. 1997. Resistência a *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera,

- Bruchidae), conferida pela proteína arcelina, em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Tese de Doutorado, UFG, Goiânia, 92p.
- Cardona, C., C.E. Posso, J. Kornegay, J. Valor & M. Serrano. 1989.** Antibiosis effects of wild dry bean accessions on the Mexican bean weevil and the bean weevil (Coleoptera: Bruchidae). J. Econ. Entomol. 82: 310-315.
- Cardona, C., J. Kornegay, C.E. Posso, F. Morales & H. Ramirez. 1990.** Comparative value of four arcelin variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil. Entomol. Exp. Appl. 56: 197-206.
- Decheco, A., B. Moncada & M. Ortiz. 1986.** Desarrollo de *Zabrotes subfasciatus* sobre seis variedades de frijol en Lima. Rev. Per. Entomol. 26: 77-79.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves & J.D. Vendramim. 1988.** Manual de entomologia agrícola. São Paulo, Agronômica Ceres, 649p.
- Howe, R.W. & J.E. Currie. 1964.** Some laboratory observation on the rates of development, mortality and oviposition of several species of bruchidae breeding in stored pulses. Bull. Entomol. Res. 55: 437-477.
- Lara, F.M. 1997.** Resistance of wild and near isogenic bean lines with variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I - Winter crop. An. Soc. Entomol. Brasil 26:551-560.
- 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 diversos cultivares de feijão armazenado (Col.: Bruchidae). An. Soc. Entomol. Brasil 8: 47-55.
- Oriani, M.A. de G., F.M. Lara & A.L. Boiça Junior. 1996.** Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). An. Soc. Entomol. Brasil 25: 213-216.
- Pereira, P.A.A., M. Yokoyama, E.D. Quintela & F.A. Bliss. 1995.** Controle do caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) pelo uso de proteína da semente em linhagens quase-isogênicas do feijoeiro. Pesq. Agropec. Bras. 30: 1031-1034.
- Posso, C.E., C. Cardona, J.F. Valor & H. Morales. 1992.** Desarrollo de líneas de frijol resistentes al gorgojo *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). Rev. Colomb. Entomol. 18: 8-13.
- Rego, A.F.M., A.F.S.L. Veiga, Z.A. Rodrigues, M.L. de Oliveira & M.L. de, O.V Reis. 1986.** Efeito da incidência de *Zabrotes subfasciatus* Bohemann, 1833 (Coleoptera: Bruchidae) sobre genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. An. Soc. Entomol. Brasil 15: 53-69.
- Rossetto, C.J. 1966.** Sugestões para armazenamento de grãos no Brasil. O Agrônomo 18: 38-51.
- Schoonhoven, A. Van & Cardona, C. 1982.** Low levels of resistance to the Mexican bean weevil in dry beans. J. Econ. Entomol. 75: 567-569.
- Schoonhoven, A. Van, C. Cardona & J. Valor. 1983.** Resistance to the bean weevil and the Mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in noncultivated common bean accessions. J. Econ.

Entomol. 76: 1255-1259.

Toledo, F.F. de & J. Marcos Filho. 1977.
Manual das sementes: tecnologia da
produção. São Paulo: Agronômica Ceres,
244p.

vulgaris L., a *Zabrotes subfasciatus*
(Boh., 1833) (Coleoptera: Bruchidae), em
condições de laboratório. Dissertação de
Mestrado, UFRPE, Recife, 113p.

Wanderley, V. S. 1995. Identificação de
fontes de resistência em cultivares e
linhagens de feijão comum, *Phaseolus*

Recebido em 02/10/98. Aceito em 28/11/99.