

CENTRO DE DOCUMENTACION

CENTRO DE DOCUMENTACION

1977

RESISTENCIA DE Phaseolus vulgaris L. SILVESTRE Y PROGENIES CON
FRÍJOL CULTIVADO AL CERROJO COMÚN Acanthoscelides obtectus (SAY)
A NIVEL DE CAMPO Y LABORATORIO



Carmen Elisa Fosco C6rez¹

Jos6 Flower Valor²

Art van Schoonhoven³

RESUMEN

Bajo condiciones de campo (22°C, 80% F. P.) y de laboratorio (26°C, 80% F. P.), se evalu6 la resistencia de 26 genotipos de Phaseolus vulgaris L. al ataque de Acanthoscelides obtectus (Cole6ptera: Bruchidae). En estudios previos, varias accesiones de fríjol silvestre presentaron altos niveles de resistencia a Brúchidos, tres de las cuales, despu6s de cruzarlas con líneas de fríjol comercial segregaron progenies susceptibles y resistentes, de las cuales se seleccionaron 10 progenies F3 resistentes y 10 progenies F3 susceptibles, para ser evaluadas con los respectivos testigos, al ataque del insecto.

En el ensayo de campo a partir de la etapa de maduraci6n de vainas, se realizaron infestaciones con adultos de A. obtectus. Se cosecharon 10

¹ Bi6loga. Asistente de Investigaci6n - CIAT - Apartado 6713 - Cali

² T6cnico CIAT - Apartado 6713 - Cali

³ L6der Programa de Fríjol - CIAT Apartado 6713 - Cali

vainas/genotipo, los cuales se llevaron al laboratorio para evaluarlas. También se seleccionaron vainas y semillas no atacadas por el Brúchido para evaluar la resistencia en condiciones de laboratorio.

Tanto en las infestaciones de campo como de laboratorio, se registraron diferencias significativas en resistencia entre los genotipos. Las accesiones de frijol silvestre C12952, C12891 y G10019 utilizadas como padres resistentes, mostraron altos niveles de resistencia a A. obtectus en comparación con los testigos susceptibles V8030, V7920 y Diacol Calima. La resistencia y susceptibilidad de los genotipos seleccionados en F3 se comportaron semejante en la generación F4 cosechada en el campo. Diferencias significativas se registraron también entre los genotipos infestados en el campo cuando se analizaron las perforaciones de oviposición en vainas y penetración de la larva en semillas. En las infestaciones de laboratorio, se presentaron diferencias para número de adultos emergidos, peso seco de adultos y duración del ciclo de vida en vainas y semillas.

Correlaciones significativas se registraron entre el número de adultos emergidos de semillas en el ensayo de laboratorio con los emergidos de vainas como consecuencia de la infestación en el campo. También en el ensayo de laboratorio, se encontraron correlaciones entre el número de adultos emergidos, peso seco de adultos y ciclo de vida en vainas con los mismos parámetros en semillas. Estos resultados indican que selecciones por resistencia a A. obtectus se pueden hacer tanto a nivel de vainas como de semillas.

SUMMARY

Under field (27°C, 80% R. H.) and laboratory conditions (26°C, 80% R.H.), 26 genotypes of the common bean Phaseolus vulgaris L. were evaluated for resistance to the bean weevil Acanthoscelides obtectus (SAY). In previous studies, several wild bean accessions showed high levels of resistance to bruchid beetles. Three wild types when crossed with commercial bean lines, segregated both resistant and susceptible progeny. From these crosses 10 F3 resistant and 10 F3 susceptible progeny, and six checks, were planted in the field and their F4 progeny tested for resistance to the insect.

Artificial infestations of adults of A. obtectus were made in the field when the bean plants were mature. Ten pods/genotype were harvested and brought to the laboratory for evaluation of resistance. At the same time, pods and seeds without A. obtectus damage were harvested and evaluated for resistance under laboratory conditions.

Statistical differences for resistance parameters were found among genotypes in both field and laboratory infestations. The wild bean lines C12952, C12891 and C10019 showed high levels of resistance to A. obtectus in comparison to the susceptible checks V8030, V7920 and Discol Calima. F4 genotypes showed similar levels of resistance or susceptibility as they did in the previously evaluated F3 generation.

In the field infestation, significant differences were found among genotypes for number of oviposition perforations in the pods and for

number of larval penetrations in the seed. In the laboratory infestations, significant differences were found for number of emerged adults, life cycle duration and dry weight of adults in infected seeds and pods.

Significant correlations were found between number of adults emerged from laboratory infested seeds and number of adults emerged from field infested pods, and among the three parameters (number of adults, life cycle and dry weight of adults) evaluated for pods and seed in the laboratory. These results suggest that both infested pods and seeds can be use for evaluating *A. obtectus* resistance in bean genotypes.

INTRODUCCION

El gorgojo común del frijol Acanthoscelides obtectus (SAY) (Coleoptera: Bruchidae), constituye una de las principales plagas del frijol almacenado en América Latina (Schoonhoven, 1976). Esta especie cuya biología fue estudiada por Howe and Currie (1964) tiene la capacidad de atacar desde el campo en zonas altas a partir de 800 msnm, (preferencialmente entre los 1600 y 1800 m) y en regiones subtropicales (Labeynie, 1975).

En el banco de germoplasma de Phaseolus vulgaris del CIAT, sólo el 1.4% de las accesiones evaluadas presentaron algún grado de resistencia a A. obtectus. En 1981 se empezaron a buscar otras fuentes de resistencia a esta plaga en frijoles silvestres, colectados principalmente en México. Las accesiones silvestres afectaron significativamente la biología del insecto al prolongar la duración del ciclo de vida, disminuir la oviposición, el número de adultos emergidos y su peso seco, parámetros utilizados para medir resistencia a bruchidos. Las evaluaciones de estos frijoles silvestres mostraron mayor frecuencia de materiales resistentes e intermedios a A. obtectus que los obtenidos con el germoplasma cultivado. También se notó que las fuentes de resistencia se encontraron en semilla pequeña (5-8 g/100 semillas). (Schoonhoven, et al, 1983).

Se inició un programa de mejoramiento genético realizando cruzamientos entre variedades cultivadas por líneas silvestres para incorporar resistencia a variedades de grano comercial, infestando la generación F2 en forma masal y seleccionando progenies F3 resistentes y susceptibles.

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la resistencia de vainas y semillas de 26 genotipos de P. vulgaris cultivados, silvestres y silvestre x cultivado al ataque de A. obtectus en campo y laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

Las evaluaciones se realizaron en la Estación Experimental del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, bajo condiciones de campo (temperatura promedio 22°C, 80% F. R., 467.3 mm de precipitación) y bajo condiciones ambientales controladas (cámara de cría a 26°C y 80% H. R.) en el laboratorio.

En el campo se sembraron los genotipos seleccionados en F3 (Tabla 1), 3 silvestres, 3 cultivados, 10 silvestre x cultivado resistentes y 10 silvestre x cultivado susceptibles (Fig. 1), en un diseño de bloques al azar en tres repeticiones, sembrando 60 semillas por genotipo de cada bloque. A partir de la etapa R8 (Fig. 2), correspondiente a la maduración de vainas (40 d.d.s.) se inició la infestación con adultos de A. obtectus. Se liberaron aproximadamente 8.500 insectos por infestación, realizando dos infestaciones semanales hasta completar un total de 12 y aproximadamente 100.000 insectos liberados. Cuarenta días después de la primera infestación se inició la cosecha de 10 vainas por genotipo y repetición. Se hicieron un total de cinco cosechas, una cosecha/semana, las cuales fueron llevadas al laboratorio, siendo mantenidas en condiciones de cámara de cría. Estas vainas se observaron al estereoscopio para registrar las perforaciones de oviposición del insecto en la vaina, siendo luego desgranadas para contabilizar las perforaciones de penetración de larvas en la semilla y se registraron los adultos, emergidos.

TABLA 1. Evaluación de accesiones P. vulgaris y selecciones individuales F3 para resistencia a A. obtectus en campo y laboratorio.

G e n o t i p o		Planta No.	Peso de 100 semillas (g)	Calificación en F3*
SILVESTRES	G 12952		6	R
	G 10019		5	R
	G 12891		8	R
CULTIVADOS	V 8030		21	S
	V 7920		30	S
	Diacol Calima		54	S
SILVESTRE	BAT 1235 x G 10019	4 y 5	10 y 10	R
X CULTIVADO	V 7920 x G 12891	2 y 14	12 y 10	R
	V 7920 x G 12891	3	12	S
	V 8030 x G 10019	19	10	R
	V 8030 x G 10019	1 y 3	10 y 12	S
	G 12891 x GO 4017	19 y 35	12 y 10	R
	BAT 1274 x G 12952	2 y 35	10 y 10	R
	BAT 1274 x G 12952	10 y 26	16 y 12	S
	EMP 84 x G 12952	5	10	R
	EMP 84 x G 12952	46 y 50	10 y 10	S
	G 10019 x GO 4017	18	14	S
	BAT 1276 x G 12952	59	14	S
	G 12670 x G 12952	39	14	S

*Resultados de evaluaciones anteriores: R= Resistente, S= Susceptible.

FIGURA 1. Testigos y algunos de los genotipos de Phaseolus vulgaris seleccionados para la evaluación de resistencia de A. obtectus.

Se seleccionaron 20 vainas y 250 semillas sanas de cada genotipo para la evaluación de resistencia en condiciones de laboratorio. En la infestación de vainas se utilizaron cuatro parejas de adultos para cinco vainas sanas en cada una de cuatro repeticiones. Para la infestación de semillas, se hicieron cinco repeticiones conformada cada una por 50 semillas sanas y 100 huevos del insecto.

Se utilizó el análisis de varianza para el estudio de todos los parámetros de resistencia en el campo y laboratorio, aplicando transformaciones en los casos necesarios, principalmente del tipo logaritmo o raíz cuadrada. Se calcularon coeficientes de correlación entre las variables de resistencia de los estudios de campo y laboratorio, comparando las reacciones a campo con las mismas bajo condiciones del laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Infestaciones de campo.

Diferencias significativas se registraron entre los genotipos para porcentaje de vainas con perforaciones de oviposición, semillas con perforaciones de penetración de larvas y número de adultos emergidos. (Tabla 2). Sin embargo, la mayoría de las progenies F4 no fueron diferentes significativamente de los testigos susceptibles V8030, Calima y V 7920. El más alto nivel de resistencia se obtuvo con los genotipos silvestres, particularmente con el G12952.

Respecto al porcentaje de vainas con perforaciones para oviposición, sólo el testigo resistente G12952 tuvo significativamente menor número de perforaciones que los testigos susceptibles (Tabla 2). Sin embargo, las progenies BAT 1274 x G12952-35 (18), G12891 x GO 4017-19 (19), BAT 1235 x G10019-4 (20), V8030 x G10019-1 (21), V7920 x G12891-14 (22) y V7920 x G12891-2 (23) no fueron significativamente diferentes de los padres resistentes G12952, G10019 y G12891.

Para el porcentaje de semillas con penetraciones de larvas y número de adultos emergidos (Tabla 2), las progenies V8030 x G10019-1 (21), V7920 x G12891-14 (22) y V7920 x G12891-2 (23), mostraron significativamente mayor resistencia que los testigos Calima y V7920, aunque no fueron diferentes de G12952, G12891 y G10019.

TABLA 2. Evaluación de la resistencia de 26 genotipos de P. vulgaris a A. obtectus en campo.

No.	Genotipo	Porcentaje de vainas perforadas	Porcentaje de semillas penetradas	No. de adultos emergidos
1.	V 8030	15.3 AB*	8.7 ABCD	9.7 ABCD
2.	V 7920	10.6 AB	14.4 ABC	13.0 A
3.	CALIFA	11.4 AI	12.1 AE	8.6 ABC
4.	G 12670 x C 12952 - 39	17.3 A	13.3 A	11.4 AP
5.	BAT 1274 x G 12952 - 10	14.0 A	10.3 ABCD	10.0 ABC
6.	G 10019 x GC 4017 - 18	12.0 AF	8.2 AFC	6.7 ABCD
7.	BAT 1276 x G 12952 - 59	15.7 AI	11.2 ABCD	10.7 AFC
8.	EMP 84 x G 12952 - 46	10.7 AP	7.6 ABCD	4.5 ABCD
9.	BAT 1274 x G 12952 - 2	10.0 AP	8.5 ABCD	5.8 ABCD
10.	V 8030 x G 10019 - 3	12.1 AB	9.4 ABCD	6.7 ABCDE
11.	V 7920 x G 12891 - 3	15.3 AB	10.4 ABCD	7.9 ABCDE
12.	G 12891 x G 04017 - 35	9.3 AB	5.5 ABCD	5.7 ABCDE
13.	BAT 1235 x G 10019 - 5	11.9 AB	10.4 ABCD	9.1 ABCD
14.	V 8030 x G 10019 - 19	9.9 AB	6.5 ABCD	6.8 ABCDE
15.	EMP 84 x G 12952 - 5	9.3 AB	5.0 BCD	3.7 CDE
16.	BAT 1274 x G 12952 - 26	10.0 AB	8.4 ABCD	7.9 ABCD
17.	EMP 84 x G 12952 - 50	12.0 AB	7.1 DE	7.6 BCDE
18.	BAT 1274 x G 12952 - 35	12.0 ABC	9.9 ABCD	6.0 ABCDE
19.	G 12891 x GC 4017 - 19	6.0 AFC	9.8 ABCD	4.0 APCDE
20.	BAT 1235 x G 10019 - 4	8.6 ABC	6.9 ABCD	5.4 ABCDE
21.	V 8030 x G 10019 - 1	8.0 ABC	5.9 DE	3.8 DEF
22.	V 7920 x G 12891 - 14	6.7 BC	3.9 DE	5.3 DEF
23.	V 7920 x G 12891 - 2	7.3 BC	6.8 DE	5.3 DEF
24.	G 10019	4.7 BC	3.8 CDE	2.6 DEF
25.	G 12891	4.0 BC	4.3 CDE	2.6 DEF
26.	G 12952	2.7 C	1.8 E	0.6 F
	\bar{X}	10.3	8.1	6.6

*Promedios seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente el nivel del 5% (Duncan).

Correlaciones significativas ($P = .01$) se obtuvieron entre el número de adultos emergidos con las perforaciones para oviposición en vainas, penetración de larvas en semillas y peso seco por adulto (Tabla 3). Estos resultados indican que el conteo del número de adultos emergidos fue un parámetro adecuado para medir resistencia a A. obtectus en los genotipos evaluados en el ensayo de campo.

Infestaciones en laboratorio.

En las evaluaciones de laboratorio se registraron diferencias significativas entre los genotipos para el número de adultos emergidos, duración del ciclo de vida y peso seco de los adultos, en condiciones de cámara de cría cuando se infestaron vainas y semillas con adultos y huevos de A. obtectus, respectivamente (Tablas 4 y 5).

Infestación de vainas.

En los resultados de la infestación de vainas (Tabla 4), las accesiones silvestres G12952 y G10019 presentaron significativamente menor emergencia de adultos que todos los otros genotipos. Todas las progenes F4, sin embargo, registraron menor emergencia de adultos que el testigo susceptible Calima.

El ciclo de vida de A. obtectus en el testigo G12952 tuvo mayor duración que el resto de genotipos y fue significativamente diferente de los otros dos testigos resistentes G10019 y G12891 (Tabla 4). Las progenes EMP 84 x G12952-46 (8), BAT 1274 x G12952-2 (9), G12891 x GO 4017-35 (12), EMP 84 x G12952-5(15) y BAT 1274 x G12952-35 (18), registraron significativamente

TABLA 3. Coeficientes de correlación entre las variables evaluadas para A. obtectus a nivel de campo.

	Vainas con perforaciones para oviposición.	Semillas con perforaciones de penetración de larvas	Peso seco por adulto
No. adultos	0.79**	0.84**	0.47**
N	131	130	113

**Prob. ≤ 0.01

TABLA 4. Parámetros de resistencia de 26 genotipos de *P. vulgaris* a *A. obtectus* evaluados en vainas* infestadas en laboratorio.

No.	Genotipo	Adultos energidos	Ciclo de vida (días)	Peso seco por adulto ($g \times 10^{-3}$)
1.	V 8030	91.0 CDEF**	40.2 H	2.05 AB
2.	V 7920	158.2 AB	40.0 H	2.99 AD
3.	CAIDA	209.3 A	40.2 F	2.10 A
4.	G 12670 x G 12952 - 59	102.0 BCDEF	42.1 IGL	1.62 IF
5.	BAT 1274 x G 12952 - 10	93.5 CDEF	44.8 DEFCH	1.40 FCH
6.	G 10019 x GO 4017 - 18	80.7 CDEF	40.1 H	1.77 CD
7.	BAT 1276 x G 12952 - 59	95.7 CDEF	44.7 DEFCH	1.35 CH
8.	EMP 84 x G 12952 - 46	105.2 BCDEF	46.2 BCDEF	1.47 EFG
9.	BAT 1274 x G 12952 - 2	53.0 EF	48.9 BCD	1.02 IJ
10.	V 8030 x G 10019 - 3	89.7 CDEF	41.0 GH	1.62 DE
11.	V 7920 x G 12891 - 3	136.7 BC	41.3 GH	1.22 H
12.	G 12891 x GO 4017 - 35	62.2 DEF	49.9 B	1.32 GH
13.	BAT 1235 x G 10019 - 5	53.0 EF	40.3 H	1.35 GH
14.	V 8030 x G 10019 - 19	109.5 BCDE	44.4 DEFCH	1.40 FCH
15.	EMP 84 x G 12952 - 5	121.0 BCD	49.1 BC	1.90 BC
16.	BAT 1274 x G 12956 - 26	79.2 DEF	44.3 DEFCH	1.55 EF
17.	EMP 84 x G 12952 - 50	114.5 BCD	46.4 BCDEF	1.50 EFC
18.	BAT 1274 x G 12952 - 35	52.5 F	46.8 BCDE	1.05 I
19.	G 12891 x GO 4017 - 19	117.5 BCD	43.9 DEFCH	1.55 EF
20.	BAT 1235 x G 10019 - 4	77.7 CDEF	42.9 EFGH	1.47 EFG
21.	V 8030 x G 10019 - 1	82.0 CDEF	42.4 EFGH	1.75 CD
22.	V 7920 x G 12891 - 14	93.0 CDEF	45.6 CDEFG	1.37 FGH
23.	V 7920 x G 12891 - 2	85.0 CDEF	42.1 FCH	1.75 CD
24.	G 10019	15.5 G	45.2 CDEFG	1.05 I
25.	G 12891	55.7 EF	45.5 CDEFG	0.87 JK
26.	G 12952	19.7 G	59.0 A	0.85 K
	\bar{x}	90.5	44.5	1.47

* vainas/genotipo infestadas con 4 parejas de adultos. 4 repeticiones.

** Promedios seguidos por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente al nivel de 1.5% (Duncan).

TABLA 5. Parámetros de resistencia de 26 genotipos de *P. vulgaris* a *A. obtectus* evaluados en semilla^{*} infestada en laboratorio.

No.	Genotipo	Adultos emergidos	Ciclo de vida (días)	Peso seco por adulto ($\mu \times 10^{-3}$)
1.	V 8030	71.4 A ^{**}	34.3 MN	2.53 AB
2.	V 7920	70.2 A	34.2 MN	2.53 A
3.	Calima	64.8 AB	33.9 N	2.53 A
4.	G 12670 x G 12952 - 39	53.5 ABC	40.4 EFGHI	1.93 BCD
5.	BAT 1274 x G 12952 - 10	50.5 ABCD	39.5 GHIJKL	2.00 BCD
6.	G 10019 x G 04017 - 18	28.7 F	37.7 IJKLM	2.00 BCD
7.	FAT 1276 x C 12952 - 59	62.3 AB	39.7 FGHJK	1.95 FCD
8.	EMP 84 x G 12952 - 46	51.0 ABCD	40.1 FGHIJ	2.03 FCD
9.	BAT 1274 x G 12952 - 2	27.6 F	44.0 FCD	1.30 FCFI
10.	V 8030 x G 10019 - 3	52.2 ABCD	36.5 KLMN	2.13 E
11.	V 7920 x G 12891 - 3	52.8 AEC	36.8 JKLMN	2.00 FCD
12.	G 12891 x G 04017 - 35	25.7 F	44.6 BC	1.46 EFGH
13.	BAT 1235 x G 10019 - 5	35.5 DEF	38.2 HIJKL	1.76 BCDE
14.	V 8030 x G 10019 - 19	30.3 EF	37.1 JKLMN	1.90 BCD
15.	EMP 84 x G 12952 - 5	31.9 EF	43.2 BCDE	1.66 CDEF
16.	BAT 1274 x G 12952 - 26	51.8 ABCD	41.2 DEFGH	1.93 BCD
17.	EMP 84 x G 12952 - 50	38.4 CDEF	38.9 GHIJKL	2.06 BC
18.	BAT 1274 x G 12952 - 35	27.4 F	42.8 ECDEF	1.40 EFGHI
19.	G 12891 x G 04017 - 19	31.7 EF	45.3 B	1.60 DEFG
20.	BAT 1235 x G 10019 - 4	39.7 ABCD	36.8 JKLMN	1.90 BCD
21.	V 8030 x G 10019 - 1	53.5 ABC	36.1 LMN	2.10 BC
22.	V 7920 x G 12891 - 14	39.1 CDEF	44.4 BC	1.70 FCDFF
23.	V 7920 x C 12891 - 2	45.8 ABCD	42.7 BCDEF	1.76 BCDF
24.	G 10019	0.7 H	41.5 CDEFG	1.03 I
25.	G 12891	11.3 G	43.5 BCDEF	1.20 GHI
26.	G 12952	3.0 H	59.1 A	1.13 HI
	\bar{X}	40.4	40.5	1.83

* 50 semillas/genotipo infestadas con 100 huevos de *A. obtectus*. 5 repeticiones.

** Letras seguidas por la misma letra en la misma columna, no difieren significativamente al nivel del 5% (Duncan).

mayor duración del ciclo de vida respecto a los testigos susceptibles.

En los testigos resistentes G12952, G10019 y G12891 se obtuvieron los adultos de menor peso seco respecto a los testigos susceptibles y no difieren significativamente de las progenies BAT 1274 x G12952-35 (18) y BAT 1274 x G12952-2 (9). La mayoría de las otras progenies fueron intermedias por peso seco por adulto de los testigos resistentes y susceptibles en vainas infestadas en laboratorio.

Infestación de semillas

En las infestaciones de semillas con huevos de A. obtectus (Tabla 5), las progenies G10019 x G4017-18 (6), BAT 1274 x G12952-2 (9), G12891 x G04017-35 (12), BAT 1235 x G10019-5 (13), V8030 x G10019-19 (14), EMP 84 x G12952-5 (15), EMP 84 x G12952-50 (17), BAT 1274 x G12952-35 (18), G12891 x G04017-19 (19) y V7920 x G12891-14 (22), presentaron menor número de adultos emergidos que los testigos susceptibles, pero no mostraron el mismo nivel de resistencia que los testigos resistentes.

Las progenies BAT 1274 x G12952-2 (9), G12891 x G04017-35 (12), EMP 84 x G12952-5 (15), G12891 x G04017-19 (19), V7920 x G12891-14 (22), no fueron significativamente diferentes del testigo G12891 respecto a la duración del ciclo de vida y fueron significativamente diferentes de los susceptibles y el padre resistente G12952.

Todas las progenies fueron intermedias por peso seco por adulto de los testigos susceptibles y resistentes, con excepción de BAT 1274 x G12952-2

(9) y EMP 84 x C12952-50 (18) que no fueron significativamente diferentes de los padres resistentes.

En promedio, la duración del ciclo de vida de los adultos fue mayor cuando se infestaron vainas con adultos (44.5 días) que cuando se infestaron semillas con huevos (40.4 días), debido al tiempo que transcurre entre la oviposición del adulto en la vaina y la penetración de la larva en la semilla.

Los coeficientes de correlación entre los parámetros de resistencia medida en vainas y semillas, en condiciones de laboratorio resultaron significativos, $r = .001$ (Tabla 6), lo que permite escoger entre las dos metodologías en la evaluación de la resistencia a A. obtectus en frijol y sugieren que las vainas también actúan como una barrera al ataque.

Al comparar la resistencia medida en número de adultos, no se obtuvo una correlación significativa para vainas infestadas en campo y laboratorio, $r = 0.10$ (Tabla 7). Este resultado puede atribuirse a los métodos de infestación (libre escogencia en el campo y no escogencia en el laboratorio), a la influencia de factores ambientales en el campo, al escape de insectos liberados o a la época de infestación.

Cuando se comparó la resistencia de las generaciones F3 y F4 se obtuvieron correlaciones significativas entre los parámetros evaluados a nivel de semillas en el laboratorio (Tabla 8), lo que indica que la resistencia o susceptibilidad de las progenies F3 se expresaron también en las progenies F4.

TABLA 6. Coeficientes de correlación entre las variables evaluadas para A. obtectus a nivel de laboratorio.

Semillas	Vainas	Adultos Emergidos	Ciclo de vida	Peso seco por adulto
Adultos emergidos		0.54	-0.56	0.67
Ciclo de vida		-0.40	0.71	-0.65
Peso seco/adulto		0.64	-0.58	0.73

n = 75

Todos los valores son significativos al nivel de 0.001

La resistencia de este cultivo permite correlacionar la resistencia de la vaina con la resistencia de la semilla y establecer la permanencia de los niveles de resistencia de una generación a otra y también conocer la metodología de la evaluación entre campo y laboratorio para vainas y semillas. Además, permite establecer que aunque no se han obtenido tamaños de frijoles comerciales, se ha incrementado el tamaño (4-6 g) en algunas de las progenies evaluadas, aunque hay que considerar que se exige por lo menos una generación de cruza adicionales para obtener semilla de tamaño comercial.

Los niveles de resistencia e incremento del tamaño de la semilla obtenidos, constituyen la base de las investigaciones actuales, que complementadas con el estudio de la herencia y mecanismo de resistencia, permitirán la obtención de frijoles comerciales resistentes a brúchidos.

Actualmente se adelantan estudios sobre el mecanismo de resistencia de las accesiones silvestres y sobre los efectos antinutricionales que puedan tener en los humanos. Estos estudios vienen siendo realizados por H.N.F. Gatehouse, D. Boulter de la Universidad de Durhan y por R. J. Hodges, C. P. Haines y J. Meik del Instituto de Investigación y Desarrollo Tropical (TDRI) en Inglaterra, en convenio con CIAT y sugieren un mecanismo de antibiosis. Inicialmente no se encontraron en la testa de la semilla fuentes de resistencia a A. obtectus. Como resultado de la evaluación bioquímica se obtuvo que las semillas de P. vulgaris contienen altos niveles de lectinas (fitohemaglutininas) que pueden ser tóxicos a insectos, incluidas las brúchidos, pero en estos estudios encontraron altos niveles de lectinas tanto en accesiones resistentes como en

Tabla 7. Coeficientes de correlación entre el número de adultos emergidos de vainas y semillas en laboratorio y vainas en el campo.

	Vainas laboratorio	Semillas laboratorio
Vainas campo	0.10	0.35 ^{***}
Vainas laboratorio	-	0.54 ^{**}

** $0.01 \leq \text{Prob.} \leq 0.05$

*** $\text{Prob.} \leq 0.01$

TABLA 8. Coeficientes de correlación entre los parámetros de resistencia de las progenies F3 y F4 en laboratorio.

	Adultos emergidos F3	Ciclo de vida F3	Peso seco/adulto F3
Adultos emergidos F4	0.72 ^{**}		
Ciclo de vida F4		0.65 ^{**}	
Peso seco/adulto F4			0.72 ^{**}

** $0.01 \leq \text{Prob.} \leq 0.05$

susceptibles, por lo cual indicaron que los niveles de lectinas no fueron fuente de resistencia en frijol silvestre. Se analizaron entonces extractos de semillas y albúmina y encontraron que las variedades silvestres presentaron:

- 1) Deficientes niveles de glicoproteína II, la principal proteína almacenada en semilla de P. vulgaris (Pursh) (Gardner Valt. 1970).
- 2) Altas cantidades de una proteína adicional la cual no está presente en variedades susceptibles.

Esta proteína adicional se encontró también en una accesión intermedia, la C12942, que no fue deficiente en niveles de glicoproteína II. Los estudios futuros están orientados a la investigación de la proteína e incluyen el tamizado de semillas para otros compuestos antimetabólicos para los bruchidos, proteínicos y no proteínicos, presentes en semillas de leguminosas y las implicaciones nutricionales para el consumo humano de estos compuestos.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron correlaciones significativas entre los parámetros evaluados en el ensayo de campo: perforaciones para oviposición en vainas, penetración en semillas, adultos emergidos y peso seco por adulto.
2. Se establecieron correlaciones significativas entre vainas y semillas evaluadas en condiciones de laboratorio para número de adultos, duración del ciclo de vida y peso seco por adulto, aunque los métodos de infestación fueron diferentes.
3. La duración promedio del ciclo de vida de A. obtectus fue mayor cuando se infestaron vainas que cuando se infestaron semillas en el ensayo de laboratorio.
4. Aunque no se encontró correlación en cuanto al número de adultos emergidos de vainas infestadas en campo y laboratorio, se han obtenido genotipos silvestre por cultivado con resistencia a A. obtectus por efecto de la vaina.
5. Se obtuvieron correlaciones significativas entre las generaciones F3 y F4 para los parámetros de resistencia evaluados en laboratorio, número de adultos, ciclo de vida y peso seco/adulto.

6. La artibiosis, es el resultado de resistencia incrementada en las variedades silvestres, por lo cual se ha producido cambios que permiten vencer sus características de localización y efectos antifebriles de los aspectos involucrados en la artibiosis, para incorporar resistencia en las variedades comerciales.

BIBLIOGRAFIA

- FOUF, E. W. y CUBELI J. C. 1969. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and susceptibility to infection of the bean weevil (*Acanthoscelides obtectus*) on stored pulses. *Bull. Entomol. Res.* 55:497-507.
- LEFEBVRE, V. 1975. Rapport scientifique provisoire sur le contrat 4A-9910 A. T. P. Dynamique des populations. pp. 1-6. Informe de la investigación realizada en Colombia.
- PUSZTAI, A., WATT, W. B. (1970) *Biochim. Biophys Acta*, 207, 413.
- SCHOONHOVEN, A. van. 1976. Pest of stored beans and their economic importance in Latin America. In: Proc. Symp Trop, Stored Prod. Entomol. pp. 691-698. 15th. Int. Congr. Entomol. 824 pp.
- SCHOONHOVEN, A. van; CARDONA, C. y VALOR J, 1983. Resistance to the bean weevil and the mexican bean weevil (Coleoptera: Bruchidae) in noncultivated common bean accessions. *J. Econ. Entomol.* 76:1255-1259.
- SERRANO, M. S.; SCHOONHOVEN, A. van; VALOR, J. F. y CARDONA, C. (1983) Fuentes de resistencia en materiales silvestres de frijol al ataque del gorgojo común del frijol. *Acanthoscelides obtectus* (SAY). *R. Colombiana de Entomol.* 9:13-18.