

PARÁMETROS POBLACIONALES DEL INSECTO *Acanthoscelides obtectus* (Say.) EN GRANOS DE CINCO CULTIVARES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

INSECT POPULATION PARAMETERS OF *Acanthoscelides obtectus* (Say.) IN GRAINS OF FIVE CULTIVARS OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

Jorge Vera-Graziano^{1*}, Serafin Cruz-Izquierdo²

¹Programa Académico de Entomología y Acarología, ²Programa de Mejoramiento Genético. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. (graziano@colpos.mx).

RESUMEN

Acanthoscelides obtectus (Coleoptera, Bruchidae) es un insecto fitófago que consume granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de almacenamiento, principalmente en regiones de clima templado, por lo que es necesario conocer los parámetros poblacionales de este coleóptero que permitan pronosticar poblaciones e identificar frijoles resistentes. Los parámetros poblacionales se estimaron con la técnica de tablas de vida de cohorte, la prueba Logrank ($p \leq 0.05$) y las tasas de reproducción e intervalos de confianza con la técnica no paramétrica de Trasape de Intervalos ($p \leq 0.09$), para comparar tasas instantáneas de reproducción (rm), llamada también capacidad innata de incremento. Estos parámetros se estimaron en los cultivares Blanco Tabasco, Flor de Mayo, Pinto Durango, Rayado Rojo y Línea Elite No. 4, todos resistentes a dos tipos de roya ocasionada por *Uromyces phaseoli* var. *typica* y *U. appendiculatus*. Los parámetros poblacionales fueron mayores en la emergencia de los adultos, esperanza media de vida y tasas de reproducción del gorgojo en Rayado Rojo y Línea Elite No. 4.

Palabras clave: *Acanthoscelides obtectus*, barrenadores de granos, *Phaseolus vulgaris*, supervivencia, reproducción.

INTRODUCCIÓN

La producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es mermada por insectos y enfermedades, en campo y almacén, lo que reduce el rendimiento y la calidad de los granos de esta leguminosa. Desde la década de 1980 el Centro Internacional

ABSTRACT

Acanthoscelides obtectus (Coleoptera, Bruchidae) is a phytophagous insect that feeds on beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during storage, principally in temperate climate regions. For this reason, it is necessary to determine population parameters of this coleopteran that would permit prognosis of populations and identification of resistant beans. Population parameters were estimated with the cohort life table technique, the Logrank test ($p \leq 0.05$) and reproductive rates, and confidence intervals with the non-parametric technique Overlapping Intervals ($p \leq 0.09$) to compare instantaneous rate of population growth (rm), also called innate increment capacity. These parameters were estimated in the bean cultivars Blanco Tabasco, Flor de Mayo, Pinto Durango, Rayado Rojo and Línea Elite No. 4, all resistant to two types of rust caused by *Uromyces phaseoli* var. *typica* and *U. appendiculatus*. Weevil population parameters were higher for adult emergence, mean life expectancy and reproductive rates in the cultivars Rayado Rojo and Línea Elite No. 4.

Key words: *Acanthoscelides obtectus*, grain borers, *Phaseolus vulgaris*, survival, reproduction.

INTRODUCTION

Insects and diseases in the field and in storage deplete bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production, reducing not only yield but also grain quality of this legume. In the 1980s, the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1988) pointed out that the Mexican bean weevil (*Zabrotes subfasciatus* Boh.) and the common bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say.; Ordet Coleoptera, family Bruchidae) are the most important pests of beans. Specifically, the latter insect is catalogued as the primary pest because of the damage it causes to stored grains (Vera *et al.*, 2011).

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: marzo, 2015. Aprobado: enero, 2016.

Publicado como NOTA en *Agrociencia* 50: 347-353. 2016.

de Agricultura Tropical (CIAT, 1988) indicó que el gorgojo pinto (*Zabrotes subfasciatus* Boh.) y el gorgojo común (*Acanthoscelides obtectus* Say.; Orden Coleoptera, familia Bruchidae) son las plagas más importantes del frijol. Específicamente, este último insecto es catalogado como plaga primaria, por el tipo de daño que ocasiona en los granos en almacén (Vera *et al.*, 2011) y se distribuye ampliamente en los Valles Altos de México, aunque también se ha detectado en zonas tropicales. La severidad del daño y los parámetros poblacionales de *A. obtectus* varían principalmente en dependencia del cultivar del frijol, la dureza de la testa del grano y los antibióticos naturalmente presentes en los cotiledones (Ramírez *et al.*, 2003).

En el Programa de Mejoramiento Genético del Frijol del Colegio de Postgraduados y el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo se seleccionaron cinco cultivares de frijol resistentes a la roya (*Uromyces phaseoli* var. *typica* o *U. appendiculatus*). Sus características generales son:

- 1) Blanco Tabasco (CHA-2012) se cultiva en regiones trópico-húmedo, posee hábito I (mata), 98 d para la madurez, rendimiento medio 975 kg ha⁻¹ y susceptible a virus.
- 2) Flor de Mayo (5C-2020-CHA-2012) se cultiva en la zona centro-occidente, posee hábito II (la planta es tipo mata con guía corta), su rendimiento medio es 1348 kg ha⁻¹.
- 3) Pinto Durango (CHA-2012) se cultiva en el altiplano semi-seco (Durango y Zacatecas), posee hábito II (tipo mata con guía corta), 110 d para la madurez y su rendimiento medio es 1325 kg ha⁻¹.
- 4) Rayado Rojo (CHA-2012) se cultiva en el trópico de Chiapas y Veracruz, tiene hábito I (tipo mata), los días para su madurez son 98, su rendimiento medio es 985 kg ha⁻¹.
- 5) Línea Elite No. 4 (CHA-2012) se cultiva en Valles Altos del Altiplano, tiene hábito II (tipo mata con guía corta), 115 d para la madurez y rendimiento medio es 1225 kg ha⁻¹.

Los objetivos del presente estudio fueron estimar los parámetros poblacionales de *A. obtectus* en esos cultivares de frijol y compararlos para detectar a los más resistentes a la invasión del gorgojo.

It is widely distributed throughout the high valleys of Mexico, but it has also been detected in tropical regions. Damage severity and population parameters of *A. obtectus* vary largely depending on the bean cultivar, testa hardness and the naturally occurring antibiotics in the cotyledons (Ramírez *et al.*, 2003).

The Bean Breeding Program of the Colegio de Postgraduados and the Department of Plant Science of the Universidad Autónoma Chapingo selected five bean cultivars resistant to rust (*Uromyces phaseoli* var. *typica* or *U. appendiculatus*). Their general characteristics are the following:

- 1) Blanco Tabasco (CHA-2012): cultivated in humid tropical regions, growth habit I (bush-type), 98 d to maturity, mean yield 975 kg ha⁻¹, and susceptible to virus.
- 2) Flor de Mayo (5C-2020-CHA-2012): cultivated in the west-central region, growth habit II (bush-type with a short vine) and mean yield of 1348 kg ha⁻¹.
- 3) Pinto Durango (CHA-2012): grown on the semi-arid high plateau (Durango and Zacatecas), growth habit II (bush-type with short vine), 110 d to maturity and mean yield of 1325 kg ha⁻¹.
- 4) Rayado Rojo (CHA-2012): grown in the tropics of Chiapas and Veracruz, growth habit I (bush-type), 98 d to maturity, and mean yield is 985 kg ha⁻¹.
- 5) Línea Elite No. 4 (CHA-2012): cultivated in the high valleys of the central plateau, growth habit II (bush-type with short vine), 115 d to maturity and mean yield 1225 kg ha⁻¹.

The objectives of this study were to estimate and compare the population parameters of *A. obtectus* in these bean cultivars to detect the cultivars most resistant to weevil infestation.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in the insect ecology laboratory of the graduate program in Plant Health of the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, in 2014. One rearing chamber was used with controlled environment (28±2 °C, relative humidity 70±3% and continuous illumination).

The bruchid population was incremented to obtain sufficient insect specimens, following Vera *et al.* (1997). In addition, the

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de Ecología de Insectos del Progrado en Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, durante el año 2014. Una cámara de cría se utilizó con ambiente controlado (28 ± 2 °C, humedad relativa 70 ± 3 % e iluminación continua).

La población del brúquido se aumentó para tener suficientes especímenes del insecto, según Vera *et al.* (1997). Además, como medida preventiva los granos de los genotipos se lavaron, secaron y mantuvieron en bolsas de papel a 4 °C, por tres meses, para reducir el daño por insectos, ácaros o patógenos. La humedad inicial de los granos fue 7 y 8 % y se midió con un determinador de humedad automático (Stein lite®).

La estimación de los parámetros poblacionales se realizó con la técnica de tablas de vida y fertilidad, principalmente con la prueba de Logrank ($p \leq 0.05$) (Méndez *et al.*, 1984). Así se obtuvieron las curvas de supervivencia (n_x), mortalidad de larvas, esperanza media de vida (e_x), emergencia de adultos, tasas netas de reproducción (R_0) ($p \leq 0.05$), tasas intrínsecas de incremento natural (rm) ($p \leq 0.01$) y tiempo promedio de generación (T) del gorgojo (Krebs, 1985).

Las tablas de vida del brúquido se elaboraron con huevecillos que se obtuvieron de la cría mencionada. Para estimular la oviposición, se colocaron 300 adultos en una caja Petri de vidrio (9 cm de diámetro), con granos de frijol cv. Peruano; 24 h después se separaron los huevecillos y así se tuvo la certeza que habían sido depositados el mismo día y que la proporción hembras: machos fuese aproximadamente 1:1. Para cada cultivar de frijol se estableció una cohorte inicial de 100 huevecillos tomados al azar, ellos se colocaron en cajas Petri de vidrio (9 cm de diámetro). En cada caja se colocaron 100 granos de frijol de los cultivares; así se evitó la competencia intraespecífica por alimento, por la relación granos:huevos 1:1. También los granos de frijol se aglomeraron en las cajas Petri para que una vez nacidas las larvas tuvieran puntos de apoyo en granos adyacentes, para penetrar otros granos; las cajas se manipularon con cuidado para evitar la inhibición de penetración de larvas (Quentin *et al.*, 1991).

Cada día se registró el número de larvas recién nacidas y de muertas en el primer estadio que no lograron penetrar la testa de los granos. Para contabilizar las larvas que murieron dentro de los granos y conocer su estadio, se dejó pasar 30 a 31 d de iniciadas las cohortes, hasta que los adultos emergieron de los granos; enseguida se pusieron los granos no perforados (aparentemente sanos) a cocer y se disecaron hasta encontrar larvas muertas; su estadio se estimó con el tamaño y la forma (El-Achkar *et al.*, 1991).

grains of each genotype were washed, dried and kept in paper bags at 4 °C for three months to prevent damage by insects, mites or pathogens. Initial moisture of the grains was 7 and 8 % measured with an automatic moisture meter (Stein lite™).

Population parameters were estimated with the technique of life and fertility tables, mainly with the Logrank test ($p \leq 0.05$) (Méndez *et al.*, 1984). In this way, weevil survival (n_x), larva mortality, mean life expectancy (e_x), adult emergence, net reproductive rate (R_0) ($p \leq 0.05$), intrinsic rates of population growth (rm) ($p \leq 0.01$) and average generation time (T) curves were obtained (Krebs, 1985).

The bruchid's life tables were constructed with eggs obtained from the mentioned offspring. To stimulate oviposition, 300 adults were placed in a glass Petri dish (9 cm in diameter) with cv Peruano beans, and 24 h later the eggs were separated to have the certainty that they had been laid on the same day and that the proportion of females to males was approximately 1:1. For each bean cultivar, an initial cohort was established with 100 eggs taken at random. The eggs were placed in glass Petri dishes (9 cm in diameter), and 100 beans of each cultivar were placed in each dish. In this way, intraspecific competition for food was avoided because of the grain:egg ratio of 1:1. The bean grains were agglomerated in the Petri dishes so that, once the larvae hatched, they would have support from adjacent grains to penetrate other grains. The Petri dishes were handled carefully to prevent inhibiting the larvae from penetrating (Quentin *et al.*, 1991).

The number of newly hatched larvae was recorded daily, as well as number of first stage larvae that did not penetrate the testa of the grains. For a count of larvae that died inside the grains and determine the stage in which they died, 30 to 31 d after initiating the cohorts, when adults emerged from the grains, the non-perforated (apparently healthy) grains were cooked and dissected to find the dead larvae. Their development stage was estimated by their size and shape (El-Achkar *et al.*, 1991).

Survival curves were constructed with data from the life tables and compared with the Logrank test. The death frequencies of each population were used to assess the discrepancies between these frequencies (O) and the expectation (E) of their occurrence when the null hypothesis is true. These discrepancies are measured with χ^2_{cal} , which is compared with $\chi^2_{0.05} (2 \text{ d.f.})$ (Méndez *et al.*, 1984). With these data, the mean life expectancy of the insects in each cultivar was estimated.

Fertility tables were constructed with data of the weevils that reached adulthood (males and females). The adult weevils were placed in Petri dishes (9 cm radius) that contained bean grains of the same genotype from which they had originated and the number of eggs laid was recorded daily. With these

Las curvas de supervivencia se construyeron con los datos de las tablas de vida y se compararon con la prueba de Logrank, en la que las frecuencias de muerte de cada población se utilizan para evaluar las discrepancias de estas frecuencias (O, con expectativa que ocurran (E) cuando la hipótesis de nulidad es verdadera. Estas discrepancias se miden con $\chi^2_{cal.}$ que se compara con $\chi^2_{0.05 (2 g.l.)}$ (Méndez *et al.*, 1984). Con estos datos se estimó la esperanza media de vida de los insectos en cada cultivar.

Las tablas de fertilidad se elaboraron con datos de los gorgojos que llegaron al estado adulto (machos y hembras); éstos se colocaron en cajas Petri (9 cm de radio) con granos de frijol del mismo genotipo de donde provenían y se registró el número de huevecillos depositados cada día. Con estos datos se estimaron las tasas netas de reproducción (R_0), tasa intrínseca de incremento natural (r_m) y el tiempo medio de generación (T) según la metodología descrita por Sánchez *et al.* (1997) y Vera *et al.* (2002). Las cinco tasas de incremento (r_m) se compararon con la prueba de Trasape de Intervalos ($p \leq 0.09$) de Vera y Sotres (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas de vida de *A. obtectus* en cada genotipo se presentan en forma de curvas de supervivencia (Figura 1). La prueba de Logrank no detectó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las cohortes del brúquido en los cultivares Blanco Tabasco, Flor

de Mayo y Pinto Durango. En los cultivares Rayado Rojo y Línea Elite No. 4, la mortalidad fue mayor que en los otros tres cultivares. Se estimó la tasa neta de reproducción (R_0), la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) y el tiempo medio de generación (T) siguiendo la metodología descrita por Sánchez *et al.* (1997) y Vera *et al.* (2002). Las cinco tasas de crecimiento (r_m) se compararon con la prueba de Intervalo Sobrelapado (p < 0.09).

RESULTS AND DISCUSSION

The *A. obtectus* life tables in each bean genotype are presented as survival curves (Figure 1). The Logrank test did not detect significant differences ($p > 0.05$) between bruchid cohorts in the cultivars Blanco Tabasco, Flor de Mayo and Pinto Durango. There were, however, differences between these three cultivars and the Rayado Rojo and Línea Elite No. 4 cultivars. This was due to the fact that insect mortality was higher inside the grains of the first three cultivars (Table 1) than in Rayado Rojo and Línea Elite No. 4.

In Blanco Tabasco, Pinto Durango and Flor de Mayo, the number of emerged adults (30 to 31 d old) was lower than in Rayado Rojo and Línea Elite No. 4 (Table 2).

Mean insect life expectancy (e_x), in general, was also longer in the last two genotypes (Table 3).

The above was reflected in the weevil's reproductive rate, R_0 and r_m (Table 4); thus, the rates of Blanco Tabasco, Flor de Mayo and Pinto Durango

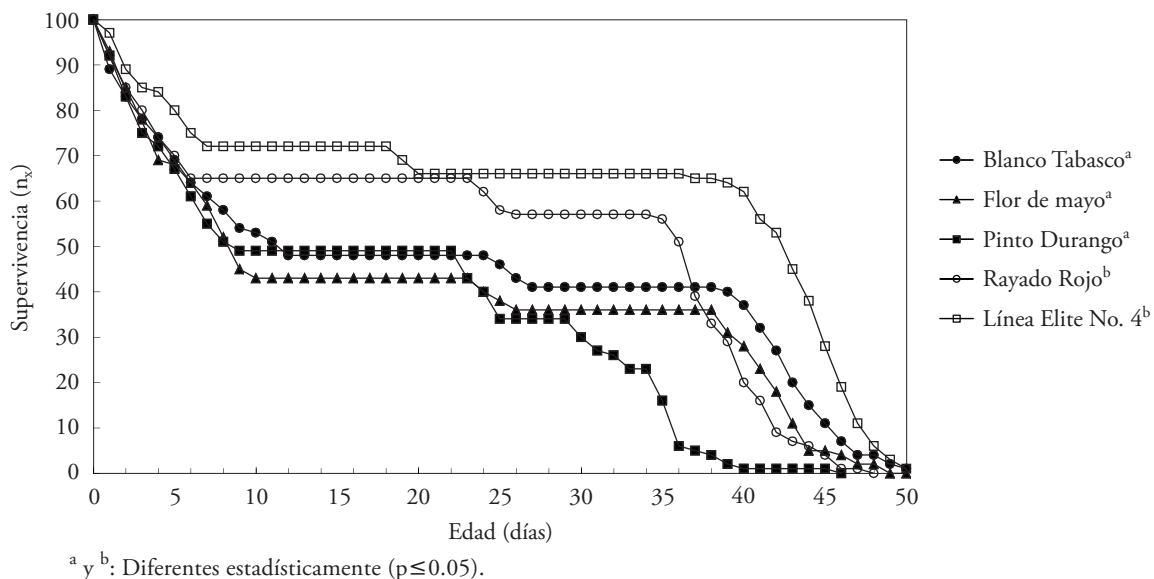


Figura 1. Curva de supervivencia de *Acanthoscelides obtectus* (Say) criado en cinco cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Figure 1. Survival curve of *Acanthoscelides obtectus* (Say) reared in five bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars.

de Mayo y Pinto Durango, pero sí hubo diferencias entre estas tres y Rayado Rojo y Línea Elite No. 4). Esto se debió a que la mortalidad del insecto fue mayor dentro de los granos de los tres primeros cultivares (Cuadro 1), que en Rayado Rojo y Línea Elite No. 4.

En Blanco Tabasco, Pinto Durango y Flor de Mayo el número de adultos emergidos (30 a 31 d de edad) fue menor que en Rayado Rojo y Línea Elite No. 4 (Cuadro 2).

La esperanza media de vida del insecto (e_x), en general, también fue mayor en los dos últimos genotipos (Cuadro 3).

Lo anterior se reflejó en las tasas de reproducción del gorgojo, R_0 y r_m (Cuadro 4); así, las tasas Blanco Tabasco, Flor de Mayo y Pinto Durango fueron las menores. La prueba de Traslape de Intervalos no detectó diferencias significativas ($p > 0.09$) entre Pinto Durango, Flor de Mayo y Blanco Tabasco, y entre Rayado Rojo y Línea Elite No. 4.

Una tasa de reproducción mayor no significa tiempos de generación (T) mayores (Vera *et al.*, 2012). La generación se entiende como el periodo entre el nacimiento de los padres y el nacimiento de los hijos.

Blanco Tabasco fue más dañado porque la tasa de reproducción r_m (que se expresa por individuo d^{-1}) fue menor en T más largo. Lo contrario ocurrió en Rayado Rojo y Línea Elite No. 4, cuyos tiempos de generación fueron cercanos a los de Blanco Tabasco. En consecuencia, sería recomendable cruzar en principio Blanco Tabasco, Flor de Mayo y Pinto Durango con cultivares conocidos por su resistencia

were the lowest. The Overlapping Intervals test did not detect significant differences ($p > 0.09$) among Pinto Durango, Flor de Mayo and Blanco Tabasco, nor between Rayado Rojo and Línea Elite No. 4.

A higher reproductive rate does not mean longer generation times (T) (Vera *et al.*, 2012). Generation is understood as the period between birth of parents and birth of offspring.

Blanco Tabasco was the most damaged cultivar; the reproductive rate r_m (which is expressed as individual d^{-1}) was lower in a longer T. The opposite occurred with Rayado Rojo and Línea Elite No. 4, whose generation times were close to those of Blanco Tabasco. Consequently, it would be recommendable to cross initially Blanco Tabasco, Flor de Mayo and Pinto Durango with cultivars known for resistance to the insect (with $r_m \leq 0.02$), such as Colorado landrace beans and black beans from Chiapas and Tabasco (Bolaños and Vera, 1997). With this, resistant beans can be successfully produced in a short time.

Cuadro 2. Adultos emergidos de *Acanthoscelides obtectus* criados en cinco cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Table 2. Emerged *Acanthoscelides obtectus* adults reared in five bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars.

	Adultos emergidos
Blanco Tabasco	41
Pinto Durango	26
Flor de Mayo	36
Rayado Rojo	57
Línea Elite No. 4	66

Cuadro 1. Mortalidad de larvas de *Acanthoscelides obtectus* criado en cinco cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Table 1. Mortality of *Acanthoscelides obtectus* larvae reared in five bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars.

	Larvas no eclosionadas	Mortalidad				
		Estadios larvales				
		I	II	III	IV	Total
Línea Elite No. 4	4	16	12	2	0	34
Blanco Tabasco	6	26	16	10	1	59
Rayado Rojo	7	13	15	8	0	43
Pinto Durango	6	28	23	9	8	74
Flor de Mayo	5	32	20	7	0	64

Cuadro 3. Esperanza media de vida (ex) de *Acanthoscelides obtectus* criados en cinco cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).
Table 3. Mean life expectancy (ex) of *Acanthoscelides obtectus* reared in five bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars.

Días†	Pinto Durango	Flor de Mayo	Blanco Tabasco	Línea Elite No. 4	Rayado Rojo
0	17.1	19.5	21.8	31.3	32.7
10	21.1	29.5	27.9	32.2	27.4
20	11.1	19.5	20.7	24.3	17.4
30	5.8	12.3	13.3	14.3	9.3
40	5	3.2	3.7	4.6	2.7
50	0	0.5	0.5	0.5	0

† Valores de cada diez días ❖ † Values recorded every 10 days.

Cuadro 4. Tasas de reproducción (R_0 y r_m) y tiempo de generación (T) de *Acanthoscelides obtectus* criados en cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Table 4. Reproductive rates (R_0 and r_m) and generation time (T) of *Acanthoscelides obtectus* reared in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars.

Cultivar	R_0	r_m	T
Blanco Tabasco	3.72	0.0330 a	39.87
Flor de Mayo	3.64	0.0347 a	37.19
Pinto Durango	3.62	0.0363 a	35.41
Rayado Rojo	4.94	0.0402 b	39.72
Línea Elite No. 4	7.36	0.0522 b	38.21

^{a, b} Diferentes estadísticamente ($p \leq 0.09$). r_m (individuo d^{-1}) ❖ ^{a, b} Statistically different ($p \leq 0.09$). r_m (individual d^{-1}).

al insecto (con $r_m \leq 0.02$), como el frijol criollo Colorado, Negro de Chiapas y Tabasco (Bolaños y Vera, 1997). Con esto se tendría éxito en la producción de frijoles resistentes en poco tiempo.

Con respecto a la emergencia de adultos y tasas de reproducción, conviene señalar que las poblaciones con números altos de adultos emergidos podrían no tener tasas mayores de reproducción (Ramírez *et al.*, 2003). Esto se observa con más frecuencia en frijoles criollos (Vera *et al.*, 1998), cuyas capacidades de reproducción (r_m) son iguales o menores a 0.02.

Una relación entre la región del cultivo, la resistencia a roya y el hábito de crecimiento de los frijoles no se identificó con la prueba Traslapo de Intervalos. Esto significa que en condiciones de almacenamiento *A. obtectus* puede parasitar (con mayor o menor intensidad) a cualquiera de los cultivares estudiados.

Regarding adult emergence and reproductive rate, it should be pointed out that the populations with high numbers of emerged adults may not have higher reproductive rates (Ramírez *et al.*, 2003). This is observed more often in landrace beans (Vera *et al.*, 1998), whose reproductive capacity (r_m) is equal to or lower than 0.02.

No relationship between growing region, resistance to rust and growth habit of the beans was identified with the Overlapping Intervals test. This means that in storage *A. obtectus* can parasitize (with higher or lower intensity) any of the studied cultivars.

CONCLUSIONS

No statistically significant differences were detected in the survival curves of *A. obtectus* Say in Blanco Tabasco, Flor de Mayo, Pinto Durango,

CONCLUSIONES

Diferencias estadísticas significativas no se detectaron en las curvas de supervivencia de *A. obtectus* Say, en Blanco Tabasco, Flor de Mayo, Pinto Durango, Rayado Rojo y Línea Elite No. 4, pero sí hubo diferencias entre los tres primeros y los dos últimos.

La susceptibilidad de Rayado Rojo y Línea Elite No. 4 al coleóptero indica que estos cultivares podrían conferir resistencia a cultivares sensibles.

Rayado Rojo and Línea Elite No. 4, but there were differences between the first three and the second two cultivars.

Susceptibility of Rayado Rojo and Línea Elite No. 4 to the coleopteran indicates that these cultivars could confer resistance to sensitive cultivars.

—End of the English version—



LITERATURA CITADA

- Bolaños, G. M., y J. Vera G. 1997. Resistencia de genotipos de frijol criollo *Phaseolus vulgaris* L. (Leguminosae) al ataque del gorgojo *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Folia Entomol. Mex.* 100: 22-33.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1988. Frijoles silvestres, fuentes de resistencia a brúquidos. *CIAT* 7 (1): 6-10.
- El-Achkar, N., B. Domínguez, J. Vera. y R. Garza. 1991. Respuesta de cuatro líneas de frijol *Phaseolus vulgaris* L. a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). *Agrociencia, Ser. Protección Vegetal* 2: 125-135.
- Krebs, C. J. 1985. *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.* 3er ed. Harper Inst. New York, Hagerstown, San Francisco, London, 754 p.
- Méndez R., I., D. Namihira G., L. Moreno A., y C. Sosa M. 1984. *El Protocolo de Investigación.* Trillas. México, D.F. pp: 178-187.
- Quentin, M. E., J. L. Spencer, and J. R. Miller. 1991. Bean tumbling as a control measure for common Bean weevil *Acanthoscelides obtectus*. *Entomol. Experiment. Appl.* 60: 105-109.
- Ramírez S. A., J. Vera G., M. Aguilera P., y R. Garza, G. 2003. Preferencia, supervivencia y fecundidad de *Acanthoscelides obtectus* (Say) en cuatro genotipos de frijol resistentes a *Apion godmani* (Wagner). *Agrociencia* 37: 195-202.
- Sánchez R., A., B. Domínguez R., y J. Vera G. 1997. Resistencia de tres líneas de frijol al ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). *Agrociencia* 31: 209-216.
- Vera G. J., V. M. Pinto, y R. Garza G. 2012. Monografía: Estadísticas poblacionales de *Acanthoscelides obtectus* (Say) y *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleóptera: Bruchidae) en diferentes genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Universidad Autónoma Chapingo. 63 p.
- Vera G. J., V. M. Pinto, y R. Garza G. 2011. Parámetros poblacionales de *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleóptera: Bruchidae) en la variedad Oti de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de almacenamiento. *Agrociencia* 45: 797-800.
- Vera G. J., y D. Sotres R. 1991. Prueba de traslape de intervalos para comparar tasas instantáneas de desarrollo poblacional. *Agrociencia, Ser. Protección Vegetal* 2: 7-13.
- Vera Graziano, J. V. M. Pinto, J. López Collado, y R. Reyna Robles 2002. *Ecología de Poblaciones de Insectos.* Segunda edición. Editorial Colegio de Postgraduados (ISBN-968-839-369-X). 157 p.
- Vera Graziano, J. (ed). 1998. *Temas Selectos sobre Ecología de Poblaciones Naturales.* Segunda edición. Edit. Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 184 p.