

## RESISTENCIA DE CINCO CULTIVARES DE CARAOTA A *Empoasca kraemeri* (HOMOPTERA: CICADELLIDAE) Y SU RESPUESTA A DIFERENTES DOSIS DE INSECTICIDA \*

Carlos Lozada \*\*, Orangel Borges \*\*\* y Aquiles Montagne \*\*\*\*

### RESUMEN

Se realizaron estudios de campo para evaluar la resistencia de cinco cultivares de caraota, *Phaseolus vulgaris* L., a *Empoasca kraemeri* Ross y Moore y su respuesta a cuatro dosis del insecticida sistémico demeton-s- metil (Metasystox I). Los cultivares evaluados fueron: Emp.-24, Emp.-21, Emp.-17, Emp.-84 y Tacarigua. De los resultados obtenidos en las evaluaciones sobre número de ninfas se desprende que los cultivares responden de manera diferente al efecto de las dosis de insecticida, muy posiblemente por factores genéticos que determinan una mayor o menor resistencia a *E. kraemeri*. El cv. Tacarigua resultó ser muy susceptible y respondió sólo a dosis altas del insecticida. La relación de rendimiento (R.R.), conjuntamente con los valores de área bajo la curva de progreso del daño (ABCPD), permitió clasificar a los cultivares Emp.-17 y Emp.-21 como resistentes y al Emp.-84 como tolerante. De estos cultivares, el Emp.-21 presentó el mayor potencial de producción, razón por la cual se recomienda su inclusión dentro de los programas de mejoramiento genético de la caraota para aprovechar su producción y su resistencia a *E. kraemeri* simultáneamente.

**Palabras claves:** *Phaseolus vulgaris*, caraota, resistencia insecticida

### ABSTRACT

#### Resistance of bean cultivars to *Empoasca kraemeri* Ross y Moore and its response to various insecticide doses

The resistance of five bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) to *Empoasca kraemeri* and their response to decreasing dosages of the systemic insecticide demeton-s-metil (Metasystox I) was evaluated in the field using a split plot design. The evaluation of the number of nymphs per leaflet showed a differential response of the bean cultivars to the insecticide doses, which was probably due to genetic factors determining a given degree of resistance. Tacarigua was a very susceptible cultivar with a good response only to high insecticide dosages. The yield ratio of untreated and treated (highest dosage) plots, and the area under insect damage progress curve (AUDPC) allowed to classify the cultivars Emp.-17 and Emp.-21 as resistant to *E. kraemeri*, and Emp.-84 as tolerant. Emp.-21 presented the highest yield potential and it is recommended to be used in breeding programs designed to increase yield and resistance to *E. kraemeri* simultaneously.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, bean, resistance, insecticide

### INTRODUCCIÓN

La caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye una de las principales fuentes de proteína para la alimentación humana en diversas regiones del mundo, presentando un nivel proteico ligeramente superior al 22 % (Cubero y Moreno, 1983).

Uno de los factores adversos de mayor importancia en la producción del cultivo, lo constituyen los daños ocasionados por los

insectos-plagas, lo cuales muchas veces se presentan en forma de brotes violentos (Clavijo, 1993).

El saltahojas verde (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) es considerado el insecto plaga más importante de la caraota, y las pérdidas en la producción pueden ser totales en ciertas zonas, cuando se presentan condiciones favorables para su desarrollo. Tanto las ninfas como los adultos causan daño a las plantas al alimentarse del tejido del floema, originando los siguientes síntomas:

\* Investigación financiada por el C.D.C.H., UCV.

\*\* Profesor. Departamento de Agricultura. Decanato de Agronomía, UCLA. Apartado 400. Barquisimeto.

\*\*\* Profesor. Instituto de Genética. Facultad de Agronomía, UCV. Maracay

\*\*\*\* Profesor. Instituto de Zoología. Facultad de Agronomía, UCV. Maracay.

clorosis foliar, enroscado de los bordes de las hojas hacia abajo, aspecto y consistencia acartonada de las hojas, crecimiento raquítico, e inclusive pérdida completa del cultivo (Schoonhoven y Cardona, 1980).

Los mayores ataques del saltahoja verde ocurren en las épocas secas y cálidas, y son mínimos durante los periodos de lluvia (Wolfenbarger, 1963). Segnini (1984) considera que los hábitats del saltahoja tienen la característica de temporalidad, donde las poblaciones alcanzan su mayor tamaño durante la época de sequía, mientras que en la época lluviosa las poblaciones se mantienen en sus mínimos niveles.

El método de control más utilizado ha sido el uso de insecticidas sistémicos, práctica que tiene una serie de limitaciones, las cuales se tratan de minimizar mediante el manejo de las plagas, teniendo siempre en cuenta los aspectos económicos, ecológicos y sociales, ya que su filosofía descansa en manejar la población de la plaga más que en eliminarla totalmente (Rabb, 1972).

Otro método es la interacción control genético por control químico, donde se trata de aprovechar la capacidad que tiene una población de plantas de producir respuestas en el insecto de forma tal que éste la rechaza (antixenosis) o de producir efectos adversos sobre su ciclo de vida (antibiosis) o de soportar una población de insectos plagas sin que su rendimiento se afecte económicamente (tolerancia) (Painter, 1968). El uso de estos métodos puede combinarse con el uso de insecticidas a bajas dosis; de esta forma, la presión de selección ejercida sobre el insecto es menor, disminuyendo así las posibilidades de crear resistencia al insecticida e influyendo favorablemente sobre las otras limitantes del control tradicional.

La evaluación de diferentes cultivares puede arrojar información importante para el manejo integral de *E. kraemeri* en caraota. En tal sentido, se realizó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

1. Evaluar la resistencia de cinco cultivares de caraota a *E. kraemeri*.
2. Relacionar la población del insecto con el daño producido y las pérdidas en el rendimiento.

3 Determinar el efecto de diferentes dosis de insecticida sobre *E. kraemeri*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos en el campo experimental del Instituto de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela en Maracay, ubicado a 450 m.s.n.m., durante los periodos de sequía de dos años consecutivos. Esta localidad se ubica en la zona de vida del bosque seco premontano, en transición con los bosques muy seco y seco del piso tropical, según el mapa ecológico de Holdridge (Ewel et al., 1976).

Los cultivares sometidos a prueba fueron: Emp.-24, Emp.-21, Emp.-17, Emp.-84 y Tacarigua. Los cuatro primeros corresponden a materiales provenientes del CIAT (Colombia) y el último a una variedad nacional. Las dosis del insecticida demeton-s-metil (Metasystox I) fueron de 0 (D<sub>1</sub>), 0,19 (D<sub>2</sub>), 0,38 (D<sub>3</sub>) y 0,75 l/ha (D<sub>4</sub>). La aplicación de las diferentes dosis se realizó a los 34 días en el primer ensayo y a los 41 días después de la siembra en el segundo ensayo, mediante una asperjadora integral acoplada al tractor. El umbral económico establecido para efectuar la aplicación fue de 0,33 ninfas promedio por foliolo central, equivalente a una ninfa por hoja (datos no publicados del tercer autor).

Previo al inicio del segundo ensayo, se sembró un área de bordura con el cultivar susceptible Tacarigua.

Se usó un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones y 20 tratamientos en parcelas divididas, donde las parcelas principales estuvieron representadas por los cinco cultivares y las sub-parcelas por las cuatro dosis. Cada tratamiento tenía una parcela constituida por cuatro hilos de cuatro metros cada uno. La distancia entre hilos fue de 0,60 m, mientras que la densidad en las hileras fue de 15 plantas por metro, equivalente a una población de 250.000 plantas por hectárea. El área de cada parcela fue de 9,6 m<sup>2</sup>, mientras que la del bloque o repetición fue de 192,0 m<sup>2</sup>, para un total bajo siembra de 576,0 m<sup>2</sup>. Las observaciones fueron realizadas en los dos hilos centrales de cada parcela (área neta de 4,8 m<sup>2</sup>).

Se evaluó el número de ninfas de *E. kraemeri* por foliolo central, tomando una muestra de cuatro plantas por cada parcela, dos en cada hilo central.

En el segundo ensayo, se evaluó el daño utilizando la escala visual propuesta por el CIAT (1981), modificada en la siguiente forma:

- 0,0 = Ningún daño.
- 0,5 = Ápice de la hoja doblado.
- 1,0 = Pequeñas deformaciones en las hojas.
- 1,5 = Ampollamiento leve.
- 2,0 = Encrespamiento moderado.
- 2,5 = Encrespamiento avanzado. Inicio amarillamiento.
- 3,0 = Amarillamiento avanzado. Atrofia.
- 3,5 = Síntomas de bronceado.
- 4,0 = Daño severo. Mayor encrespamiento. Enanismo.
- 5,0 = Daño muy severo. Falta de producción y frecuentemente mortalidad de la planta después de la floración.

Con los valores obtenidos para cada evaluación, se determinó el área bajo la curva de progreso del daño (ABCPD).

Para estimar pérdidas en la producción, se determinó la relación de rendimiento (R.R.), valor que se obtuvo promediando el rendimiento de la dosis testigo (0 l/ha) entre el rendimiento de la dosis comercial (0,75 l/ha). Este valor es indicativo de la presencia o no de la tolerancia en los diferentes cultivares, y conjuntamente con el ABCPD permitió la detección de la resistencia a *E. kraemeri*.

Debido a que los coeficientes de variación para rendimiento resultaron muy altos en el segundo ensayo, se optó por determinar la relación de rendimiento con el número de vainas por planta que es uno de los componentes del rendimiento que ha mostrado tener mayor correlación con éste.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Población de ninfas de *E. kraemeri* en los cultivares de caraota.

Se presentó una diferencia sustancial entre las poblaciones de ninfas contadas en los dos ensayos, motivado principalmente a la siembra de borduras con material susceptible previo al segundo ensayo, lo cual originó una población de ninfas 2,5 veces mayor en este último. Esto

motivó que a partir de los 30 días y hasta el final de las evaluaciones, dichas poblaciones se mantuvieran por encima del umbral económico (Figura 1).

### 2. Resistencia a *E. kraemeri* y respuesta al insecticida.

Como se explicó anteriormente, en el primer ensayo la población de *E. kraemeri* se presentó en forma disminuida a los 30 días después de la siembra, por lo que no fue posible observar síntomas de daño. En esta sección, se discutirán las evaluaciones realizadas en el segundo ensayo mediante el uso de la escala visual ya descrita.

Con relación a los cultivares, donde se agrupan todas las dosis (Figura 2-A), se observa que a partir de los 46 días, los materiales procedentes del CIAT presentan un daño menor que el cultivar Tacarigua, y dentro de ellos, el Emp.-21 y el Emp.-17 alcanzaron los menores valores.

El mayor incremento en el daño se observa entre los 36 y 46 días, lo cual sería de esperarse ya que las dosis se aplicaron a los 41 días cuando ya habían síntomas iniciales de daño. Luego, los incrementos fueron más bajos debido al efecto del insecticida (entre los 46 y 56 días), situación que se ve modificada hacia los 63 días, como una posible consecuencia de la pérdida de efectividad en las diferentes dosis.

Aplicando el mismo criterio que utiliza el CIAT para las evaluaciones (se consideran resistentes a los materiales genéticos con calificación entre 0 y 2), se podría considerar como resistentes a los cultivares Emp-21 y Emp-17 (Cuadro 1); sin embargo de acuerdo a la escala esta resistencia sería moderada por estar los valores ligeramente por encima de 2.

Respecto a las dosis (Figura 2-B), a los 46 días, cinco días después de haberse realizado la aplicación, los cultivares donde se aplicó la D<sub>3</sub> presentaron un daño mayor que aquellos con la dosis D<sub>2</sub> a pesar de ser una dosis más alta. Esto atribuido a que también el daño inicial a los 36 días era mayor, teniendo en cuenta que el daño es acumulativo. Sin embargo, ya a partir de los 56 y hasta los 63 días el daño producido estuvo en relación inversa con la dosis. La prueba de medias a los 56 días indica que la D<sub>4</sub> fue estadísticamente superior a las demás dosis mientras que entre D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub> no hubo diferencias

significativas. Por su parte el testigo, D<sub>1</sub>, resultó inferior a las demás dosis (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Valores promedio del daño producido por *E. kraemeri* en cada cultivar (según escala descrita).

Cultivar	Número de días después de la siembra			
	36	46	56	63
Emp.-21	1,04 ns	1,62 ns	1,62 a *	2,16 a
Emp.-17	1,08	1,83	1,95 b	2,29 ab
Emp.-24	1,33	1,83	2,08 b	2,54 bc
Emp.-84	1,29	1,87	1,95 b	2,71 c
Tacarigua	1,20	1,95	2,25 b	2,75 c
Promedio	1,18	1,82	1,97	2,49

\* Los cultivares seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5 %.

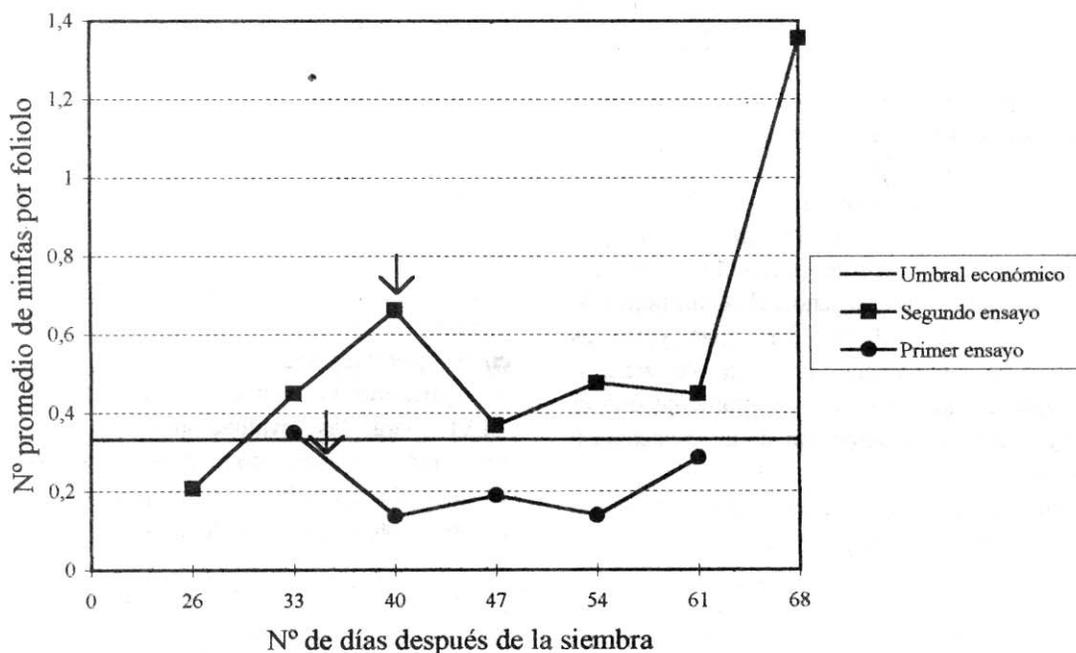
**Cuadro 2.** Valores promedio del daño producido por *E. kraemeri* para cada dosis (según escala descrita).

Dosis de insecticida (l/ha)	Número de días después de la siembra *			
	36	46	56	63
0 (D <sub>1</sub> )	1,13 ns	2,00 a *	2,30 a	2,80 a
0,19 (D <sub>2</sub> )	1,13	1,76 ab	2,03 b	2,53 a
0,38 (D <sub>3</sub> )	1,26	1,90 ab	1,93 b	2,47ab
0,75 (D <sub>4</sub> )	1,23	1,63 b	1,63 c	2,16 b
Promedio	1,18	1,82	1,97	2,49

\* Las dosis seguidas de la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5 %.

### 3. Área bajo la curva de progreso del daño (ABCPD).

En el Cuadro 3 se observan los diferentes valores de ABCPD calculados para cada cultivar.



**Figura 1.** Número de ninfas promedio por foliolo central para cada ensayo. Las flechas indican el momento de la aplicación del insecticida.

El análisis muestra que el cultivar Emp.-21 no presentó diferencias significativas con el Emp.-17, siendo éstos los más resistentes a *E. kraemeri* en relación a los demás cultivares. Una comparación entre ambos cultivares con la variedad Tacarigua se puede observar gráficamente en la Figura 3.

Al comparar los valores de ABCPD solamente en la dosis testigo, es decir, sin aplicación de insecticida (Cuadro 4), se observa que el cultivar Emp-17 presentó mayor resistencia que Emp.-24, Emp.-84 y Tacarigua, aunque fue estadísticamente similar a Emp.-21.

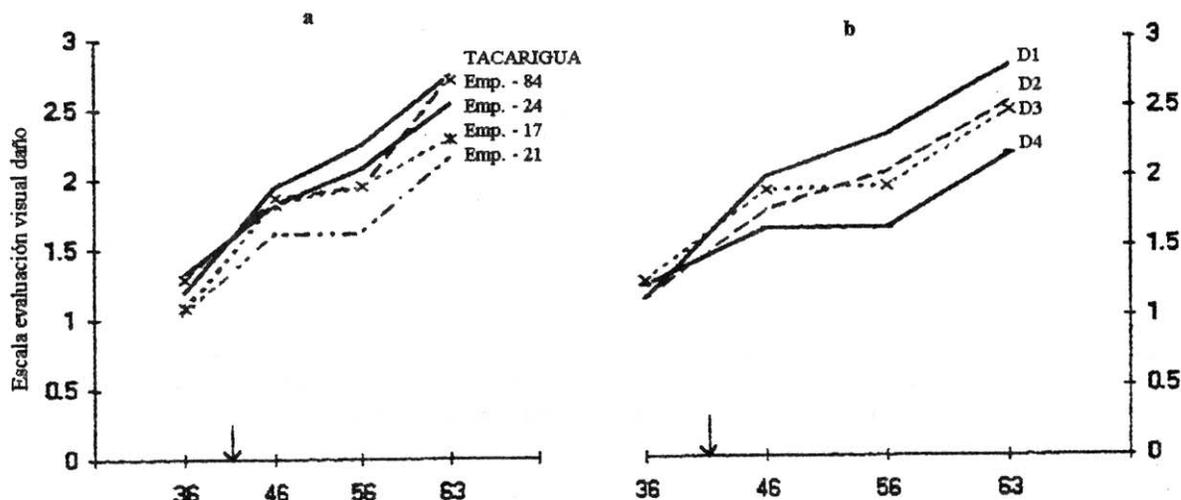


Figura 2. Evaluación visual del daño por cultivar (a) y por dosis (b) en el segundo ensayo. La flecha indica el momento de la aplicación del insecticida.

Cuadro 3. Valores promedio del área bajo la curva de progreso del daño en los diferentes cultivares de caraota.

Cultivar	ABCPD
Emp.-21	42,8 a *
Emp.-17	48,4 ab
Emp.-84	51,3 b
Emp.-24	51,6 b
Tacarigua	54,3 b

\* Los cultivares seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5 %.

#### 4. Efecto de *E. kraemeri* sobre las pérdidas en rendimientos de la caraota.

En el Cuadro 5, se observa que la mejor relación de rendimiento pertenece a Emp.-17, indicando que produjo similares rendimientos con la dosis máxima de insecticida (D<sub>4</sub>) que sin él (D<sub>1</sub>). Además, junto a Emp.-21 presentó los menores valores de ABCPD para resistencia natural (Cuadro 4), por lo cual éstos cultivares se podrían clasificar como resistentes a *E. kraemeri*. Sin embargo, se observó una diferencia en lo referente al potencial de producción, ya que Emp.-21 produjo mayor número de vainas por planta (datos no mostrados).

El Emp.-84, con una R.R. igual a 0,92 y un valor alto de ABCPD para resistencia natural de 57,0 (Cuadro 4) parece ser un caso típico de tolerancia, es decir, capaz de producir en forma económica a pesar de soportar un considerable nivel de daño. Este daño fue aun superior al observado en el cultivar Tacarigua.

Cuadro 4. Valores del área bajo la curva de progreso de daño en los diferentes cultivares de caraota sin aplicación de insecticida.

Cultivar	ABCPD
Emp.-17	49,9 a *
Emp.-21	50,7 ab
Emp.-24	56,1 b
Emp.-84	57,0 b
Tacarigua	61,2 b

\* Los cultivares seguidos de la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5 %.

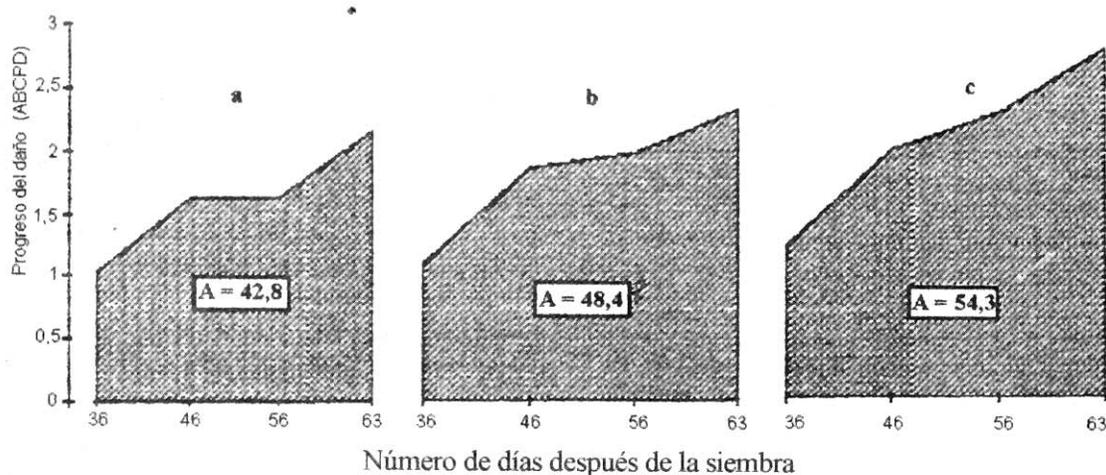
Tacarigua demostró que produce mejor en condiciones favorables como lo muestra su relación de rendimiento igual a 0,73, la más baja de todos los cultivares, por ser un cultivar muy susceptible, sin tolerancia al insecto.

**Cuadro 5.** Valores de relación de rendimiento (R.R.) para determinar resistencia o tolerancia a *E. kraemeri* en cultivares de caraota.

Cultivar	Número de vainas/planta		Relación de rendimiento R.R. = $D_1 / D_4$
	Dosis testigo (D <sub>1</sub> )	Dosis comercial (D <sub>4</sub> )	
Emp - 24	6,00	6,80	0,88
Emp - 21	9,26	10,13	0,91
Emp - 17	8,26	7,53	1,09
Emp - 84	7,80	8,40	0,92
Tacarigua	8,86	12,00	0,73

Los hábitos de preferencia de *E. kraemeri* por algunos cultivares de caraota ya han sido señalados por otros autores. Wilde y Schoonhoven (1976) en una evaluación de seis cultivares de caraota, encontraron que la variedad ICA-TUI fue la menos preferida por *E. kraemeri*, mientras que las variedades Brasil 3624, 1078 y

343, resultaron tolerantes. Schoonhoven et al. (1981) al comparar dos variedades de caraota en Colombia, encontraron pérdidas de hasta el doble en la variedad susceptible Diacol-Calima, con relación a la variedad tolerante G-02146 por ataques de *E. kraemeri*.



**Figura 3.** Estimación del área bajo la curva de progreso del daño en los cultivares Emp.-21 (a), Emp.-17 (b) y Tacarigua (c).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las evaluaciones visuales del daño producido por *E. kraemeri* indican que los cultivares procedentes del CIAT presentan un daño menor que el cultivar Tacarigua y dentro de ellos el Emp.-21 y Emp.-17 son los más resistentes. La estimación del área bajo la curva de progreso del daño (ABCPD) parece confirmar lo anterior.

La relación de rendimiento (R.R.) permitió clasificar conjuntamente con los valores de ABCPD a los cultivares Emp.-21 y Emp.-17 como resistentes a *E. kraemeri*, y a Emp.-84 como tolerante con una R.R. igual a 0,92 pero con un valor alto de ABCPD.

De los dos cultivares clasificados como resistentes, el Emp.-21 presentó el mayor potencial de producción, razón por la cual se recomienda su inclusión dentro de los programas de mejoramiento genético de la caraota para

aprovechar su productividad y resistencia a *E. kraemeri* simultáneamente.

### LITERATURA CITADA

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1981. Curso Internacional de frijol común, *Phaseolus vulgaris* L. resistentes a *Empoasca kraemeri* (Homoptera: Cicadellidae). Evaluaciones. Cali, Colombia Mimeografiado. 3 p.
2. Clavijo, S. 1993. Fundamentos de Manejo de Plagas. Ed. Anauco. Caracas.
3. Cubero, J. y M. Moreno. 1983. Leguminosas de Grano. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
4. Ewel, J., A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. M.A.C. Caracas. 265 p.
5. Painter, R. 1968. Insect resistance in crop plants. The University Press of Kansas. Kansas.
6. Rabb, R.L. 1972. Principles and concepts of pest management. Implementing practical pest management strategies. Proceedings of a National Extension Pest Management Workshop. Purdue Univ., Lafayette, Indiana. pp. 6 - 29.
7. Segnini, S. 1984. Biología y ecología poblacional de *E. kraemeri* Ross y Moore (Homoptera: Cicadellidae) en caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis. Facultad de Agronomía. U.C.V. Maracay. 207 p.
8. Schoonhoven, A. y C. Cardona. 1980. Insectos y otras plagas del frijol en América Latina. In: H. Schwartz y G. Galvez (eds.) Problemas de Producción del Frijol. Enfermedades, Insectos y Limitaciones Edáficas y Climáticas de *Phaseolus vulgaris*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 363 -412.
9. Schoonhoven, A., C. Cardona, J. García y F. Garzón. 1981. Effect of weed covers on *Empoasca kraemeri* populations and dry bean yields. Environmental Entomology 10(6): 901 - 906
10. Wilde, G. y A. Schoonhoven, 1976. Mechanisms of resistance to *Empoasca kraemeri* in *Phaseolus vulgaris* L. Environmental Entomology 5 (2): 251 - 255
11. Wolfenbarger, D. 1963. Control measures for the leafhopper *Empoasca kraemeri* on beans. J. Econ. Entomol. 56 (3): 417 - 418.