

MECANISMOS DE RESISTENCIA VARIETAL DEL FRIJOL *P. vulgaris* L.

AL "LORITO VERDE" *Empoasca kraemeri* R & M. (Hom: Cicadellidae)

Y ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL MISMO

José Manuel Rodríguez B. *

Aart van Schoonhoven **

La resistencia de 6 variedades de frijol se evaluó de acuerdo a la fluctuación de la población de ninfas y adultos del lorito verde por planta para cada variedad. Se efectuaron análisis de varianza simple para 14 lecturas en los 6 tratamientos con 5 replicaciones.

Las poblaciones más altas se encontraron inicialmente en Diacol-Calima, Ica-Gualí e Ica-Duva, las que se clasificaron como susceptibles cuando se compararon con 72 - vul 25096, Ica-Tuí e Ica-Huasanó. Estas últimas hospedaron altas poblaciones 52 días después de la siembra.

Hubo diferencias altamente significativas entre las variedades, excepto para el muestreo de los 52 días, cuando las variedades susceptibles estaban muy dañadas y las resistentes albergaban altas poblaciones del insecto. En las variedades 72-vul 25096, Ica-Tuí e Ica-Huasanó la resistencia se debió en alto grado a los mecanismos de no preferencia y tolerancia. Igualmente, se presentaron manifestaciones de antibiosis.

Como complemento, se observaron aspectos etológicos, y se encontró que su ciclo de vida cubre de 21 a 24 días y que su duración depende de las condiciones climáticas imperantes en el CIAT (Palmira).

Resistance of 6 varieties of bean was evaluated according to the fluctuation of the population of nymphs and adults of the leaf hopper per plant for each variety. Statistically simple analysis of variance was employed elaborated for 14 samples in the 6 varieties in 5 replications.

The greatest populations were found initially on the varieties Diacol-Calima, Ica-Gualí and Ica-Duva. These were susceptible when compared with the varieties 72-vul 25096, Ica-Tuí and Ica-Huasanó. Resistant varieties had higher populations 52 days after planting.

Statistically there were highly significant differences among the varieties, except for the samples made at 52 days, when the susceptible varieties were very damaged and the resistant varieties harbored high populations of the insect. In the varieties 72-vul 25096, Ica-Tuí and Ica-Huasanó there is a high grade of resistance by the mechanisms of no preference and tolerance. Antibiosis was indicated.

As a complement, biological and etological aspects of the insect were observed, and it was found that their life cycle covers a total of 21 to 24 days, with this duration depending upon the predominant climatic conditions in the CIAT (Palmira).

* Candidato a Ingeniero Agrónomo

** Investigador Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. Palmira

Jurado: Silvio H. Orozco I.A., M.Sc., Nelson Castellar P., I.A. y Humberto Guerrero I.A.
Extractó: H. Quintero V.

INTRODUCCION

El "lorito verde" es una de las plagas que más reduce los rendimientos de los pequeños productores de frijól por su amplia difusión, por la intensidad de su ataque y por su deficiente control. La utilización de variedades resistentes puede ayudar a resolver estos problemas entomológicos.

Los objetivos de este ensayo fueron la determinación de variedades de *P. vulgaris* L. resistentes ó susceptibles a *E. kraemeri* R & M y los mecanismos de resistencia varietal. Además, se hicieron observaciones preliminares sobre biología y etología del lorito verde para las condiciones climáticas del CIAT en Palmira.

MATERIALES Y METODOS

Para el ensayo se seleccionaron 3 variedades de frijól de semilla roja-grande (Diacol-Calima, Ica-Gualí e Ica-Duva) y 3 de semilla negra-pequeña (Ica-Tui, Ica-Huasanó y 72-vul-25096*).

A. Determinación del grado de resistencia.

Para determinar el grado de resistencia se contaron en 7 oportunidades las ninfas y adultos presentes en 5 plantas por variedad. Los registros se realizaron con intervalos de 10 días, iniciando cuando las plantas tuvieron 2 hojas trifoliadas (15 días después de la germinación). Los adultos se capturaron utilizando bolsas de polietileno y una aspiradora mecánica.

B. Determinación preliminar de los mecanismos de resistencia varietal.

En los ensayos para determinar los mecanismos de resistencia varietal plantas de frijól de 15 días se infestaron con 100 adultos de *E. kraemeri*.

1. Preferencia

Las plantas se infestaron durante 5 días, se utilizaron 2 materas por variedad y el ensayo se replicó 3 veces. Cada variedad se separó en una jaula para contar el número de ninfas como índice de preferencia del insecto para oviposición, alimentación y albergue. También, se registró el número de adultos para compararlo con los datos de campo.

2. Tolerancia

Se emplearon 9 materas por variedad y la evaluación se realizó según el grado e intensidad del daño. Los resultados se agruparon en 6 categorías modificando la escala de Wolfembarger (10).

* Año de siembra, género y número de parcela en CIAT.
Origen: 12 e I-947 de Venezuela. Sin P.I.

3. Antibiosis

Se utilizaron 9 materas por variedad. Se infestaron durante 24 horas y se registró el número de ninfas a los 5, 6 y 8 días. Para determinar la longevidad de los adultos se realizaron conteos diariamente hasta los 6 días cuando se presentó un alto porcentaje de mortalidad.

C. Determinación de los aspectos biológicos y etológicos.

Para determinar la duración de los 5 instares ninfales y del estado adulto se infestaron hojas de frijol con 5 ninfas en su primer instar. El ciclo de vida se obtuvo promediando las lecturas registradas en la casa de malla.

Las observaciones de campo y de la casa de malla sirvieron para hacer algunas anotaciones sobre el comportamiento del insecto.

D. Análisis estadístico.

Para determinar las diferencias y el nivel de significancia de los resultados obtenidos se efectuaron los siguientes análisis estadísticos:

1. Coeficiente de correlación entre el número de ninfas y adultos por planta en cada conteo y en las 6 variedades.

2. Análisis de varianza simple en cada conteo para ninfas y adultos. Con el fin de encontrar las diferencias entre cada una de las variedades se aplicaron pruebas de Duncan al 1 y 50/o para cada caso.

3. Regresión total para variedades susceptibles y resistentes y para el total de los promedios de la población ajustando las curvas al modelo matemático:

$$Y = a + bx + cx^2 \quad (\text{Chung, 2 y Steel and Torrie, 8}).$$

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Grado de resistencia.

En las variedades de grano rojo las poblaciones de ninfas y adultos fueron más altas que en las variedades de grano negro hasta la quinta lectura (52 días), período en el cual ya se han formado la mayoría de las vainas. A partir de éste conteo, las variedades tipo caraota que se encuentran en mejores condiciones son más apetecibles por el insecto (Tabla I).

En las variedades susceptibles de semilla roja, la población de ninfas es mínima hasta los 27 días y luego aumenta pronunciadamente hasta los 46 días. El cruce de las curvas indica el desplazamiento de los insectos hacia las plantas sanas (Figura 1). Las poblaciones de adultos están representados (Figura 2) por curvas similares separadas cuantitativamente.

TABLA I

NINFAS Y ADULTOS DE *E. kraemeri* POR PLANTA DE FRIJOL *P. vulgaris* L.

VARIEDADES	EDAD DEL CULTIVO EN DIAS															
	17		27		37		46		52		62		72		Promedio	
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
DIACOL-CALIMA	0.6	8.4	1.6	10.0	7.4	13.6	21.8	7.6	15.4	7.0	4.8	4.0	1.2	0.2	7.54	7.26
ICA-GUALI	0.0	5.2	0.8	7.2	10.2	12.6	20.8	7.6	13.4	9.2	4.8	5.0	0.6	0.2	7.22	6.71
ICA-DUVA	0.4	5.8	0.8	9.6	13.8	11.2	21.4	8.8	15.4	10.2	5.2	3.2	0.6	0.4	8.22	7.03
Promedio	0.3	6.5	1.1	8.9	10.4	12.5	21.4	8.0	14.7	8.8	4.1	4.1	0.8	0.3	7.54	7.01
72-Vul-25096	0.6	2.4	0.8	3.8	6.2	2.8	10.0	3.4	11.2	7.6	8.4	7.4	7.6	6.6	6.40	4.68
ICA-TUI	0.0	1.8	0.4	4.2	5.0	5.0	11.0	4.2	13.2	7.6	9.6	6.8	4.4	5.6	6.20	5.03
ICA-HUASANO	1.4	2.2	0.6	4.0	4.8	6.0	10.0	4.2	9.6	7.0	8.6	6.8	7.0	5.8	6.00	5.14
Promedio	0.6	2.1	0.6	4.0	5.3	4.6	10.3	3.9	11.3	7.4	8.0	7.0	6.3	6.0	6.06	5.01

N = ninfas

A = Adultos

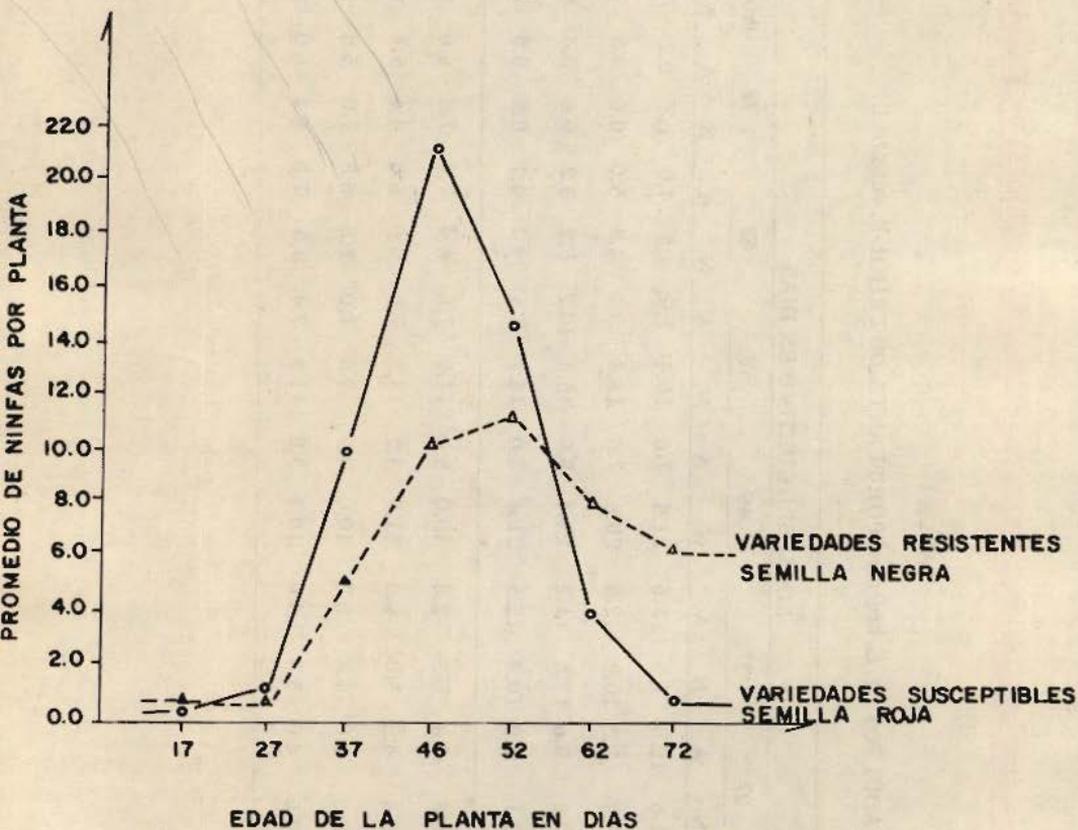


FIG. 1.— Promedio de ninfas por planta de frijol *Phaseolus vulgaris* L. resistentes y susceptibles al "lorito verde."

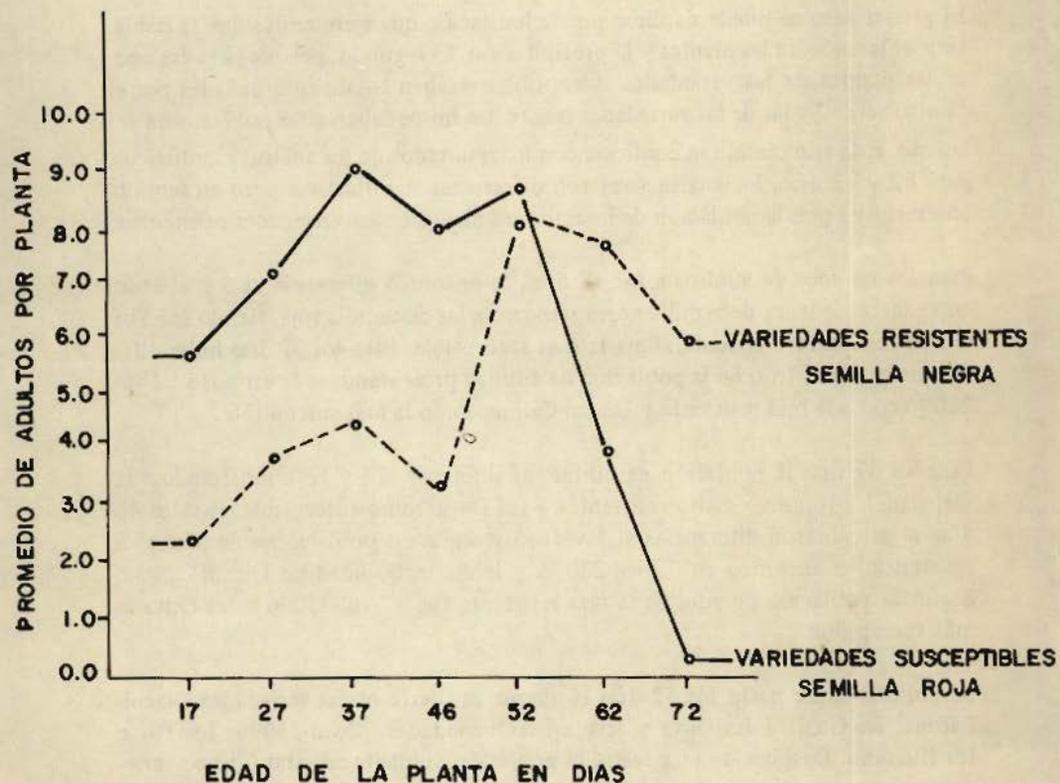


FIG. 2.— Promedio de adultos por planta en variedades de frijol Phaseolus vulgaris L. resistentes y susceptibles al "lorito verde."

En las variedades de semilla negra la población aumenta desde los 46 hasta los 52 días, donde se cruzan las 2 curvas.

Al comparar el número promedio de ninfas (Figura 1) y de adultos (Figura 2) con la precipitación (Figura 3), se aprecia que el período 30 a 50 días de poca lluvia correspondieron altas poblaciones de "lorito verde".

Se encontraron diferencias altamente significativas entre las 6 variedades, excepto para las poblaciones de ninfas a los 17 y 27 días y para la población de ninfas y adultos a los 52 días.

El primer caso se puede explicar por la limitación que ejercieron sobre la población el tamaño de las plantas y la precipitación. El segundo, porque para esa época las plantas de las variedades susceptibles estaban totalmente dañadas por el "lorito verde" y las de las variedades resistentes hospedaban altas poblaciones del insecto. Esta apreciación se confirma con los resultados de los análisis estadísticos para 62 y 72 días, los cuales arrojaron diferencias significativas pero en sentido contrario ya que la población de insectos era mayor en las variedades resistentes.

Para los conteos de adultos a los 17 días, se encontró diferencia al 5 y al 10/o entre las variedades de semilla negra respecto a las de semilla roja, siendo Ica-Tuí la más resistente y Diacol-Calima la más susceptible. Para los 27 días hubo diferencias al 5 y al 10/o en la población de adultos presentándose la variedad 72-vul-25096 como la más resistente y Diacol-Calima como la más susceptible.

Para los 37 días la población de ninfas fué diferente al 5 y 10/o mostrándose la variedad Ica-Huasanó como resistentes e Ica-Duva como susceptible. Para los 46 días se presentaron diferencias al 5 y 10/o y según las poblaciones de ninfas la resistencia se encontró en 72-vul-25096 y la susceptibilidad en Diacol-Calima. Según la población de adultos la más resistente fué 72-vul-25096 e Ica-Duva la más susceptible.

Se concluye que hasta los 52 días el ataque es fuerte en las variedades Diacol-Calima, Ica-Gualí e Ica-Duva y leve en las variedades 72-vul-25096, Ica-Tuí e Ica-Huasanó. Después de esta fecha la población aumenta en estas últimas variedades.

Por lo tanto se denominan variedades resistentes a la 72-vul-25096, Ica-Tuí e Ica-Huasanó comparándolas con las variedades Diacol-Calima, Ica-Gualí e Ica-Duva que se catalogaron como susceptibles al "Lorito verde".

Estadísticamente la variedad más resistente fué la 72-vul-25096 y la más susceptible fué la variedad Diacol-Calima. Se determinaron estos extremos de resistencia y susceptibilidad por el número de veces que aparecieron como la más resistente y la más susceptible, en las fechas de conteos.

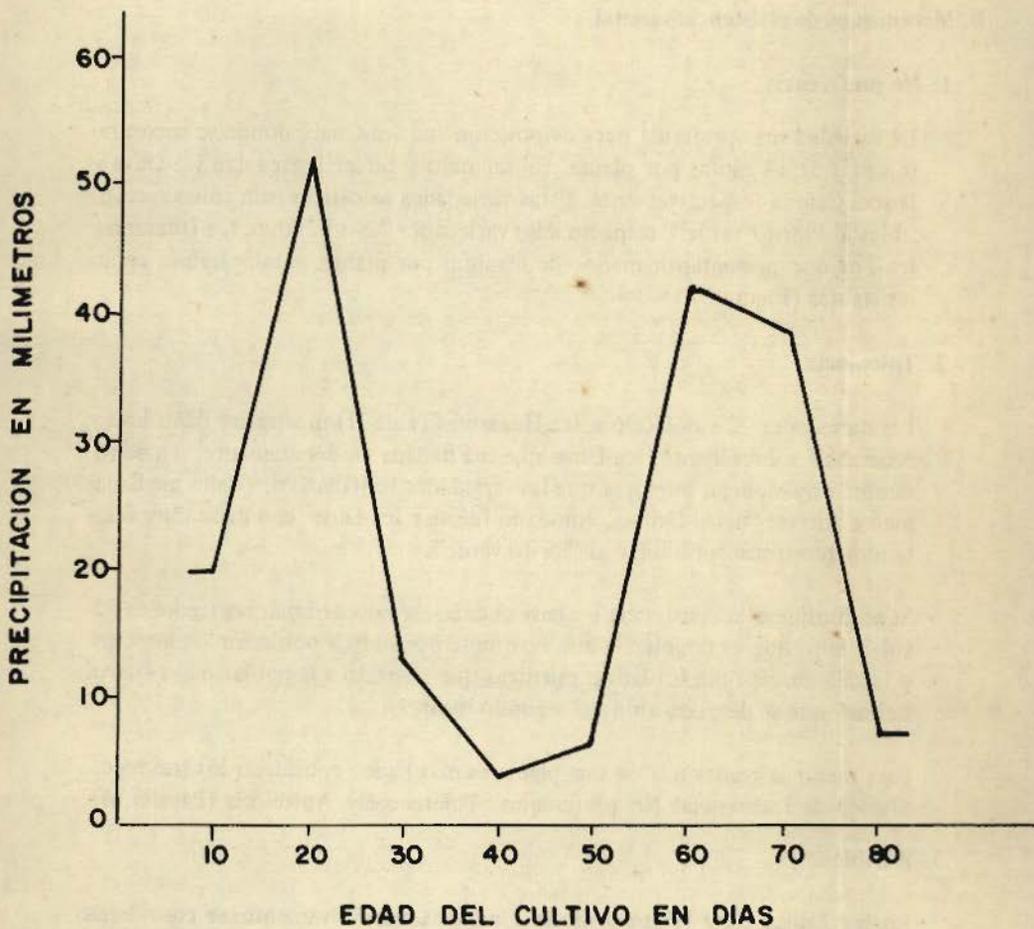


FIG. 3.— Precipitación en milímetros durante el cultivo.

En la curva ajustada de población de ninfas (Figura 4) en variedades susceptibles, se nota que el ataque es más fuerte entre los 37 y 52 días y la máxima población se observa a los 49 días.

En la curva de población de adultos en variedades susceptibles, el ataque es más severo desde antes de los 14 días hasta después de los 46 días y se observa la máxima población a los 40 días.

B. Mecanismos de resistencia varietal.

1. No preferencia

La variedad más preferida para oviposición fué Ica-Gualí, donde se encontraron más de 14 ninfas por planta. En segundo y tercer lugar están Ica-Duva y Diacol-Calima respectivamente. Estas variedades se catalogaron como susceptibles al "lorito verde", respecto a las variedades 72-vul-25096, Ica-Huasanó e Ica-Tuí que presentaron menos de 8 ninfas por planta, catalogándose como resistentes (Figura 5).

2. Tolerancia

Las variedades 72-vul-25096 e Ica-Huasanó (Tabla II) mostraron daño leve y resistencia sobresaliente; Ica-Duva que fué dañada moderadamente mostró también resistencia, mientras que las variedades Ica-Gualí, con daño medianamente fuerte; Diacol-Calima, con daño fuerte e Ica-Duva, con daño muy fuerte mostraron susceptibilidad al "lorito verde".

Si se considera la resistencia en base al daño, la variedad más resistente es 72-vul-25096, que es también la más resistente por su baja población de insectos, y la más susceptible Ica-Duva, mientras que respecto a la población es Diacol-Calima, que se desplaza ahora al segundo lugar.

Para medir la resistencia de una planta es más lógico considerar los tres mecanismos de resistencia: No preferencia, Tolerancia y Antibiosis (Painter, 4).

3. Antibiosis

En las Tablas III y IV, para ninfas y adultos respectivamente, se consideran los porcentajes de mortalidad relativos, ya que ésta puede ser causada por diversos factores independientes de la antibiosis. Sin embargo se destaca un porcentaje de mortalidad más alto en las variedades catalogadas como resistentes, lo que puede indicar la presencia de antibiosis.

La resistencia del hospedante medida en la forma adversa como afecta los diferentes factores de la población del insecto, es la más lógica medida y no basándose solo en el daño que presenta el hospedante, puesto que una variedad que presenta daños de alguna consideración, puede ser la que más factores antibióticos tiene para el insecto.

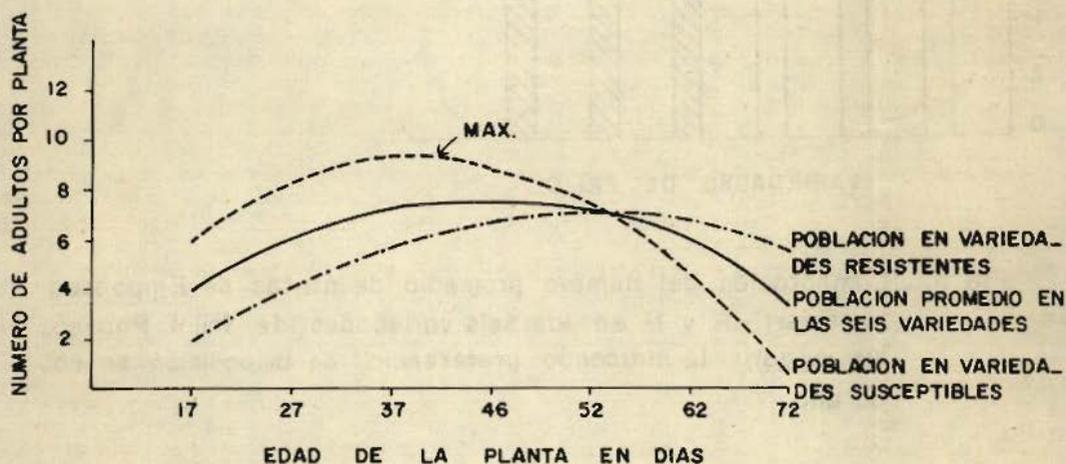
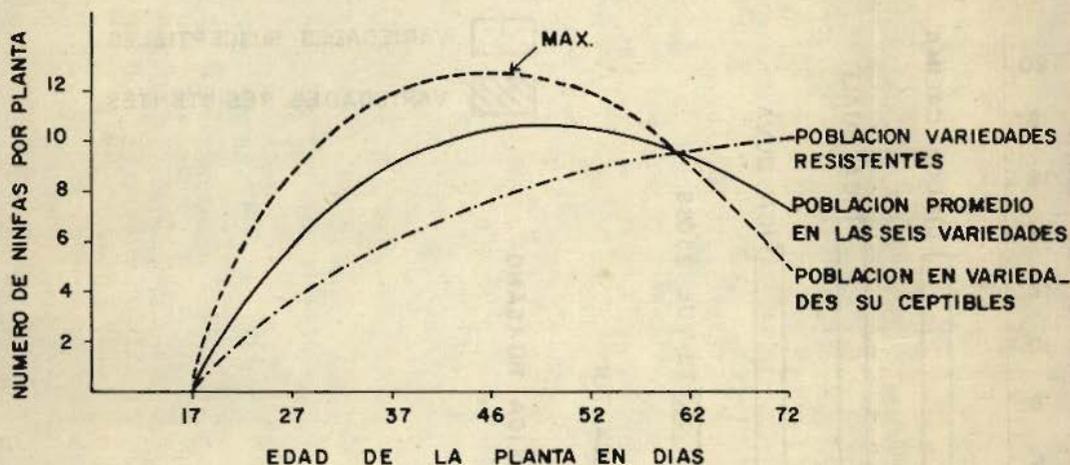


FIG. 4.— Relación entre el número de ninfas y adultos, por planta y edad del cultivo ajustada según el modelo matemático $y = a + bx + cx$

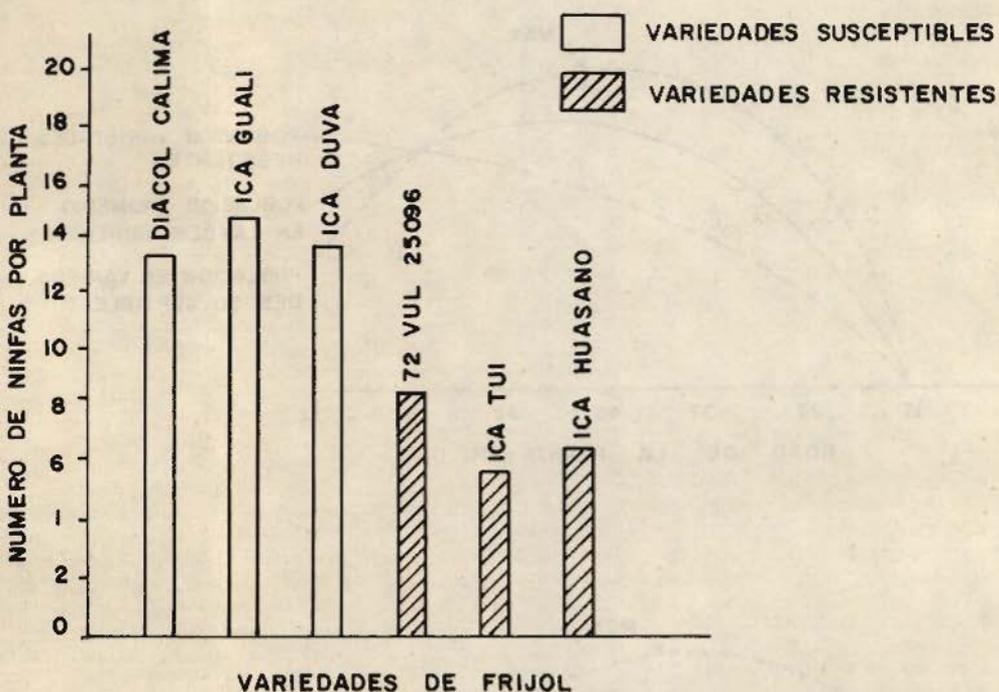


FIG. 5.— Comparación del número promedio de ninfas de Empoasca kraemeri R y M en las seis variedades de frijol Phaseolus vulgaris L. indicando preferencia de oviposición en cada una.

TABLA II

ORDEN DE RESISTENCIA DE LAS SEIS VARIEDADES DE FRIJOL
P. vulgaris L. AL LORITO VERDE *Empoasca kraemeri* R. & M.
 SEGUN EL MECANISMO DE TOLERANCIA

Variedad	Grado	Intensidad del daño	Clasificación
72 Vul-25096	1	Leve	R
Ica-Huasanó	1	Leve	R
Ica-Tuí	2	Moderado	R
Ica-Gualí	3	Mediano	S
Diacol-Calima	4	Fuerte	S
Ica-Duva	5	Muy fuerte	S

R = resistente

S = susceptible

TABLA III

PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE NINFAS ENTRE EL PRIMER Y EL QUINTO
 INSTAR EN 2 PLANTAS DE LAS SEIS VARIEDADES DE FRIJOL

VARIEDADES	NINFAS			Adultos 10 días	Porcentaje de Mortalidad
	5 días	6 días	8 días		
DIACOL-CALIMA	15.22	29.87	28.33	8.33	27.88
ICA-GUALI	11.33	21.11	12.78	7.11	33.68
ICA-DUVA	13.78	20.78	14.44	8.45	40.66
72-Vul-25096	6.22	14.22	8.11	6.78	47.67
ICA-TUI	8.00	15.74	9.22	6.89	43.77
ICA-HUASANO	7.44	13.00	9.00	6.66	51.23

TABLA IV

PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE ADULTOS DE *Empoasca kraemeri* R. & M. EN SEIS VARIEDADES DE FRIJOL, A LOS SEIS DIAS.

VARIETADES	No. Adultos	Indice	o/o de Mortalidad
DIACOL-CALIMA	75	100	25o/o
ICA-GUALI	64	100	36o/o
ICA-DUVA	76	100	24o/o
72 vul-25096	61	100	39o/o
ICA-TUI	62	100	38o/o
ICA-HUASANO	60	100	40o/o

C. Aspectos biológicos y etológicos de *E. kraemeri*.

Los resultados preliminares sobre el ciclo de vida del insecto se resumen en la Tabla V.

TABLA V

Ciclo de vida del *Empoasca kraemeri* Roos & Moore

	Duración del Estado			Longitud en mm.		
	Mín.	Med.	Máy.	Mín.	Med.	Máy.
Huevo	5.0	5.5	6.0	—	—	—
I Instar	2.0	2.1	2.2	1.0	1.3	1.5
II Instar	2.0	2.1	2.2	1.5	1.6	1.8
III Instar	2.0	2.1	2.2	1.8	2.0	2.2
IV Instar	2.0	2.1	2.2	2.2	2.4	2.6
V Instar	2.0	2.1	2.2	2.6	2.8	3.0
Adulto	6.0	7.0	8.0	2.8	3.1	3.5
TOTAL	21.0	23.0	25.0	—	—	—

El insecto es delicado pero muy activo, su habito de saltar hojas hace que vuele muy rapidamente entre las plantas, cuando se le molesta. Tanto ninfas como adultos corren de lado velozmente. Los adultos miden hasta 3,5 milímetros de largo, son delgados y su color varia desde verde crema hasta verde pálido.

Para su oviposición, comida y algue prefieren el envés de la lámina foliar. Las hembras depositan muchos huevos en forma aislada en el interior de las hojas, pecíolos y tallos jóvenes.

El ataque de ninfas y adultos causa intoxicación, debilitamiento, clorosis y necrosis de los tejidos de la planta. Los sintomas son muy similares a los causados por virus de mosaico común de fríjol, sin embargo, para no confundirlos, el daño se ha catalogado como enfermedad toxicogénica causada por el efecto fitotóxico de la saliva del insecto (Costa et al, 1).

CONCLUSIONES

1. Los resultados de esta investigación son preliminares, ya que en este tipo de ensayos hay muchas variables. Son la base y comienzo de futuros experimentos.
2. En las variedades Diacol-Calima, Ica-Gualí e Ica-Duva se presenta un fuerte ataque de "Lorito verde" antes de los 50 días, mientras que en las variedades 72-vul-25096, Ica-Tuí e Ica-Huasanó el ataque es leve; después de ésta fecha hospedan una alta población del insecto.
3. Las variedades 72-vul-25096, Ica-Tuí e Ica-Huasanó presentan resistencia al "Lorito verde", respecto a las variedades Diacol-Calima, Ica-Gualí e Ica-Duva que se catalogaron como susceptibles.
4. Los mecanismos de resistencia varietal que se presentan en las variedades catalogadas como resistentes son: No preferencia y Tolerancia. Se presentaron indicaciones de Antibiosis.
5. Estadísticamente la variedad menos preferida por el insecto es la 72-vul-25096, mostrándose como la más resistente y la más preferida es la Diacol-Calima, siendo la más susceptible.
6. La variedad más tolerante al daño causado por el "Lorito verde" es la 72-vul-25096 y la menos tolerante es la Ica-Duva.
7. La variedad que muestra los mejores rendimientos por planta es la Ica-Tuí, mientras que la variedad Ica-Duva tiene el menor rendimiento.
8. El cálculo de la población y el daño son los mejores sistemas para medir la resistencia de las plantas. La variedad con mayor resistencia será la que tuvo menor población de insectos, menor preferencia de oviposición y mayor tolerancia al ataque y al daño del *Empoasca kraemeri* R & M.

9. Según los tres mecanismos de resistencia, el orden de la resistencia es el siguiente: 72-vul-25096, Ica-Tui, Ica-Huasanó, Ica-Gualí, Ica-Duva y Diacol-Calima; catalogando las tres últimas como susceptibles al "Lorito verde".
10. Por sus hábitos, costumbres y daños causados, el "Lorito verde" *Empoasca kraemeri* R & M. (Homoptera: Cicadellidae) es considerado como la plaga del frijol más importante en el Valle del Cauca. Bajo las condiciones climáticas de CIAT (Palmira), la hembra ovíparita dentro del tejido foliar donde después de 5 a 6 días eclosionan las ninfas apteras que entre 10 y 12 días pasan por cinco instares ninfales. Los adultos viven de 6 a 8 días. El ciclo de vida total cubre de 21 a 25 días, dependiendo de las condiciones climáticas de la región.

BIBLIOGRAFIA

1. COSTA, A.S. et al. Amarelecimiento terminal de foliofo de amendoin causado por cigarrinha. *Brahantia* 19: 173-178. 1960.
2. CHUN LI CHING. Introducción a la Estadística experimental. Traducido por Griselda Ribó. Barcelona, Omega, 1969. 496 p.
3. Mc FARLANE, J.S. and RIEMAN, G.H. Leafhopper resistance among the bean varieties. *J. Econ. Entomol.* 36: 639-641. 1943.
4. PAINTER, H.R. Insect resistance in crop plant. 11. Ed. Kansas the university Press of Kansas, 1968. 520 p.
5. _____ Resistance of plant to insects. *Ann. Rev. Entomol.* 3:267- 290.
6. _____ Some ecological aspects of the resistance of crop plants to insects. *J. Econ. Entomol.* 47: 1036-40. 1954.
7. SCHOONHOVEN, A.V. Influencia de la fecha de siembra y variedad sobre poblaciones de *Empoasca kraemeri* en frijol en el Valle, Colombia. In: IX Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Resúmenes. Panamá, 1974. v.1 108 p.
8. STEEL, R.G. and TORRIE, J.H. Principles and procedetures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. pp: 142-145.
9. WOLFENBARGER, D. and SLEESMAN, J.P. Resistance in common bean lines to the popato leafhopper. *J. Econ. Entomol.* 54(5): 846-49. 1961.
10. _____ Resistance to the potato leafhopper in lima bean lines, interspecific *Phaseolus* crosses, *Phaseolus* spp, the cowpea and the bonna vist bean. *J. Econ. Entomol.* 54(6): 1077-79. 1961.

11. WOLFENBARGER, F.W. and SLEESMAN, J.P. Plant characteristic of *Phaseolus vulgaris* associated with potato leafhopper nymphal infestation. J. Econ Entomol. 60(5): 1320-23. 1967.