

Centro Internacional de Agricultura Tropical

Serie 04SB-05.04

Noviembre, 1980

EL LORITO VERDE (Empoasca kraemeri Ross y Moore) Y SU CONTROL



GUIA DE ESTUDIO

PARA SER USADA COMO COMPLEMENTO DE LA
UNIDAD AUDIOTUTORIAL SOBRE EL MISMO TEMA

El CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede principal ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia, el cual en su calidad de país anfitrión, brinda apoyo a las actividades del CIAT. La subse de Quilichao, situada cerca de Santander de Quilichao, Departamento del Cauca, tiene una extensión de 184 hectáreas y es propiedad de la Fundación para la Educación Superior (FES), la cual arrienda el terreno al CIAT. El Centro trabaja en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y también con agencias agrícolas a nivel nacional en otros países de América Latina y Asia. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) financian los programas del CIAT. Durante 1980 los donantes son los gobiernos de Australia, Bélgica, Canadá, los Estados Unidos, Holanda, Japón, Noruega, Suiza, el Reino Unido y la República Federal Alemana; también el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional del Desarrollo (IDA), la Comisión de las Comunidades Europeas (CEC) y el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (IFAD). Además, algunos proyectos especiales son financiados por algunas de estas entidades y por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (CIID), la Fundación Kresge, la Fundación Rockefeller, la Fundación W.K. Kellogg y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.



La FUNDACION W.K. KELLOGG ha hecho posible la elaboración de esta Unidad Audiotutorial, mediante la financiación de un proyecto especial para el desarrollo, producción y utilización de materiales de adiestramiento para la difusión de tecnología agrícola mejorada.

CIAT
FAV
SB
608
.84
16
Guía
e3



Serie 04SB-05.04
Noviembre, 1980

GUIA DE ESTUDIO

EL LORITO VERDE (Empoasca kraemeri Ross y Moore) Y SU CONTROL



Coordinación de Producción:

Héctor Fabio Ospina O., Ing. Agr.

Asesoría Científica:

Cesar Cardona M., Ph.D.
Aart van Schoonhoven, Ph.D.
Jorge E. García, Ing. Agr.

52211
8378

Coordinación U. Audiotutoriales-Fríjol:

Carlos A. Flor M., M.S.

- * Copias de esta unidad pueden ser solicitadas a la Oficina de Distribución de Publicaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia - Sur América.**

- ** Información sobre otras unidades audiotutoriales puede solicitarse a la misma dirección.**

Contenido

OBJETIVOS	4
INTRODUCCION	5
IMPORTANCIA ECONOMICA	5
DISTRIBUCION GEOGRAFICA	6
1. SINTOMAS	7
2. HOSPEDANTES	10
3. BIOLOGIA Y HABITOS	12
4. CONTROL	16
4.1 Control cultural	16
4.1.1 Epoca de siembra	16
4.1.2 Uso de cultivos múltiples	17
4.1.3 Empleo de coberturas	17
4.2 Control biológico	21
4.3 Control químico	22
4.4 Control genético (Resistencia varietal)	25
5. METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE RESISTENCIA	28
5.1 Escogencia de fuentes de resistencia	29
5.2 Hibridación de los materiales seleccionados	33
5.3 Selección de progenies resistentes	33
EVALUACION	36
LECTURAS COMPLEMENTARIAS	38

Objetivos

En esta unidad se describen detalladamente las características del daño que causa a las plantas de fríjol el Lorito verde *Empoasca kraemeri*, su biología y hábitos y las diferentes medidas de control, con el objeto de capacitar a los técnicos para que puedan reducir la magnitud del problema causado por esta plaga. En la parte final se incluye la metodología de investigación para la obtención de resistencia varietal, debido a la gran importancia que tiene.

Se habrá logrado el objetivo de esta unidad si el interesado es capaz de:

- Enumerar las razones por las cuales *Empoasca kraemeri* es un insecto importante desde el punto de vista económico.
- Citar la distribución geográfica de la plaga.
- Describir e identificar los síntomas que presentan las plantas afectadas.
- Mencionar las diferencias entre los síntomas causados por *Empoasca* sp. y por el ataque de virus.
- Mencionar los hospedantes del lorito verde.
- Identificar la sintomatología que presentan las otras especies cultivadas del género *Phaseolus* cuando son atacadas por el insecto.
- Describir el ciclo biológico.
- Describir los hábitos principales de esta especie.
- Enunciar las diferentes medidas de control.
- Diseñar una estrategia de control integrado para una zona específica.
- Describir la metodología a seguir para la obtención de resistencia varietal a la plaga.

Introducción

El lorito verde *Empoasca kraemeri*, es la plaga más importante del fríjol en América Latina; su clasificación taxonómica es la siguiente:

Orden: Homoptera

Familia: Cicadellidae

Género: *Empoasca*

Especie: *Empoasca kraemeri* Ross y Moore

Nombres vulgares: Saltahojas, chicharrita, cigarra, cigarrinha verde, empoasca y lorito verde.

IMPORTANCIA ECONOMICA

El lorito verde es una plaga directa que influye en el crecimiento y desarrollo de la planta de fríjol. Como consecuencia de su ataque resultan afectados entre otros, tres de los principales componentes del rendimiento: número de vainas/planta, número de semillas/vaina y peso de la semilla; por lo tanto la disminución de la producción es drástica (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del ataque de *Empoasca kraemeri* en algunos componentes principales del rendimiento en una variedad susceptible (Diacol-Calima) CIAT, 1979A.

Parámetro	con protección química	sin protección química	% de reducción
No. vainas/planta	12,5	8,3	33,6
No. semillas/vaina	2,6	2,3	11,5
Peso de 100 semillas (gr)	40,0	25,7	35,7
Rendimiento (kg/ha)	1.121,6	477,1	57,4

En épocas secas, cuando el daño que causa es mayor que en épocas lluviosas, el empoasca puede ocasionar pérdidas en el rendimiento superiores al 50%, y en variedades muy susceptibles hasta del 100%.

Empoasca se caracteriza también por ser una plaga con un nivel de daño económico muy bajo, es decir, que una población relativamente baja afecta en forma significativa la producción.

En la variedad susceptible Diacol-Calima, por ejemplo, se encontró que una ninfa por hoja puede reducir los rendimientos en un 6,4% (Figura 1). Como en épocas de alta infestación es fácil encontrar seis o más ninfas/hoja, se explica entonces que las pérdidas que causa este insecto sean tan grandes.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA

El lorito verde se encuentra desde la Florida y Norte de México hasta Perú y Brasil. En América Latina también se han hallado las especies *E. fabae*, *E. prona*, *E. arotos* y *E. phaseoli*, pero ninguna de éstas tiene la importancia de *E. kraemeri*.

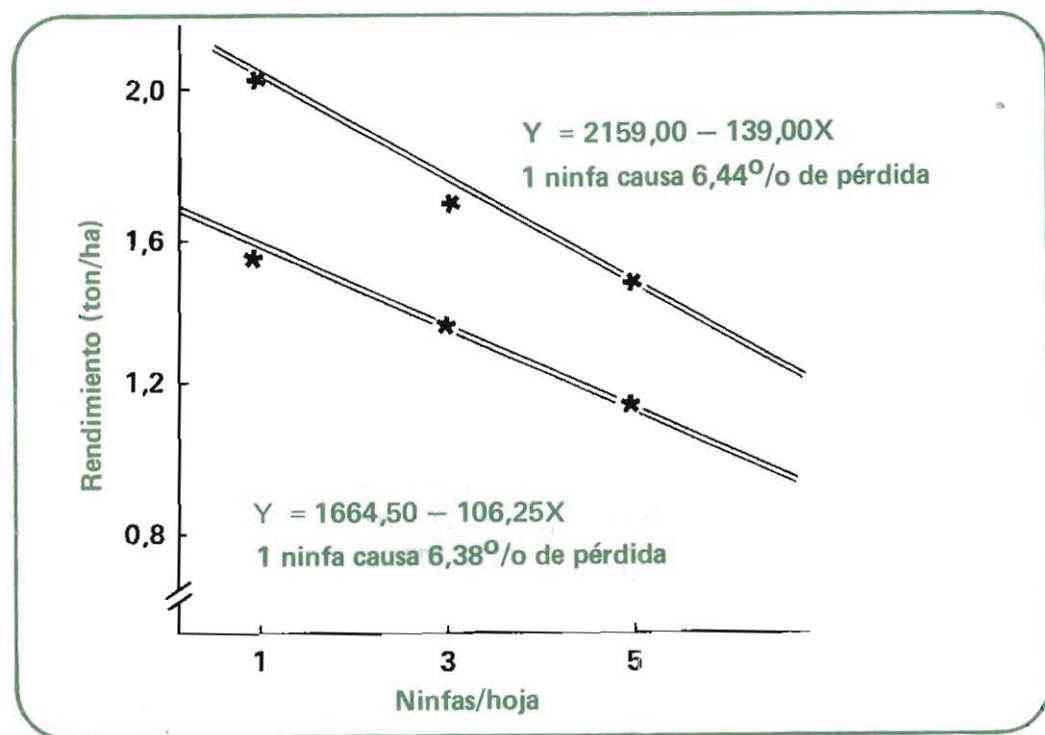


Figura 1. Rendimientos del frijol con diferentes poblaciones de *Empoasca kraemeri* en dos experimentos. Cuando las poblaciones llegaron al nivel de 3 ó 5 ninfas/hoja, se realizaron aplicaciones de productos químicos.

I. SINTOMAS

El daño, causado tanto por las ninfas como por los adultos, parece ser de orden físico, como consecuencia de la penetración del pico o estilete en el floema de la planta, lo cual ocasiona desorganización y granulación de los plastidios de las células y obstrucción de los haces vasculares; los síntomas que ocasiona son similares a los causados por algunos virus. Algunos autores han especulado sobre la posibilidad de que el insecto, al introducir el estilete, inyecte una toxina, pero esto no

ha sido confirmado. SE HA DESCARTADO QUE ESTE INSECTO TRANSMITA ALGUN VIRUS

El insecto inicia su ataque inmediatamente después de la emergencia de las plantas. Lo primero que se nota, en algunos casos, es un curvamiento de las hojas hacia arriba (Figura 2). Y en otros, hacia abajo, como ocurre con mayor frecuencia (Figura 3).

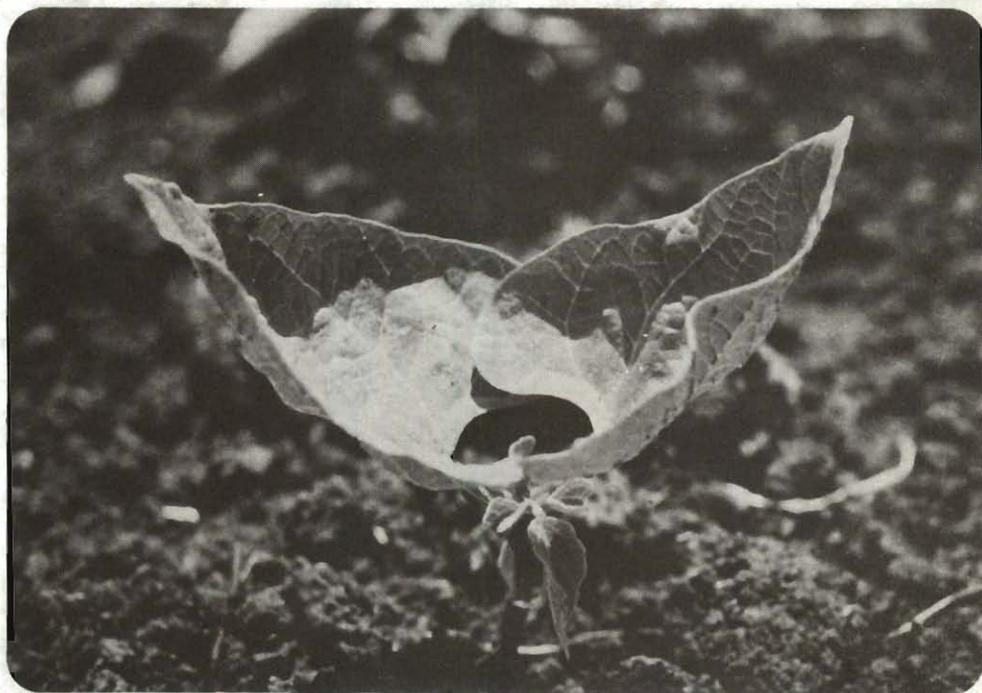


Figura 2. Ataque inicial del empoasca; curvamiento hacia arriba de las hojas primarias.



Figura 3. Encorvamiento de las hojas primarias hacia abajo.

Posteriormente las hojas presentan enrollamiento y amarillamiento de los bordes, lo cual se puede observar en todo el follaje. Luego puede haber necrosis de los ápices y de los bordes de los folíolos; la planta presenta enanismo y un aspecto general achaparrado (Figura 4).

En variedades muy susceptibles, las vainas se deforman y su número se reduce (Figura 5); en algunos casos las plantas mueren.

Existen algunas variaciones en la expresión de los síntomas; por ejemplo, en algunos casos cuando el ataque se presenta en variedades de fríjol voluble puede ocurrir un encorvamiento de las hojas hacia arriba, lo cual no es muy común. En otras variedades muy susceptibles la planta se puede deformar totalmente y "cambiar" su hábito de crecimen-

to, tomando una apariencia de hábito determinado.

Otro síntoma que puede ocurrir es un amarillamiento intenso de los bordes de las hojas.

La expresión de los síntomas depende también de la variedad de fríjol afectada.

Es importante establecer diferencias entre los síntomas que presentan las plantas afectadas por virus y los síntomas que presentan las plantas atacadas por *Empoasca* sp.

...

Una hoja afectada por el virus del mosaico común tiene áreas de diferentes tonos de verde y amarillo, denominadas mosaico, como resultado de la alteración en la distribución normal de la clorofila; estas áreas no se ob-

servan al mirar al transluz la hoja dañada por el lorito verde, la cual presenta un amarillamiento de los bordes. En ambos casos se presenta arrugamiento de la lámina foliar.

Es importante recalcar que el insecto no es portador de ninguno de los virus que afectan el fríjol.



Figura 4. Plantas achaparradas debido al ataque de *Empoasca kraemeri*.



Figura 5. Planta con notoria disminución del número de vainas.

II. HOSPEDANTES

Aunque el frijol común es el principal hospedante del empoasca, el insecto también puede atacar otras especies de *Phaseolus* y otros cultivos, tales como algodón, batata, cebada, maíz, alfalfa, maní, tabaco, caupí, higuierilla, papa y por lo menos 80 especies de plantas no cultivadas, según un reconocimiento hecho en Colombia.

En la Figura 6, se observan los síntomas que presentan las plantas de frijol Lima, *Phaseolus lunatus*, atacadas por el empoasca. Se puede ver un encrespamiento del follaje.



Figura 6. Planta de *P. lunatus* (frijol lima) con síntomas.

Las plantas de frijol ayocote, *Phaseolus coccineus*, atacadas por el lorito verde presentan también un enrollamiento de las hojas (Figura 7).

Las plantas de *Phaseolus acutifolius* o frijol tepari, presentan síntomas similares a los de las plantas de otras especies de *Phaseolus*, principalmente el arrugamiento o encorvamiento de la lámina foliar (Figura 7), el cual va acompañado de un amarillamiento intenso de los bordes.



P. coccineus

A

P. acutifolius



B

Figura 7. Plantas de *P. coccineus* y de *P. acutifolius* con síntomas.

III. BIOLOGIA Y HABITOS

Las hembras insertan los huevos en las hojas paralelos a las nervaduras, en los pecíolos y en los tallos, pero de preferencia en los pecíolos; los huevos son oblongos, translúcidos y muy pequeños. Como están dentro del tejido, solo se pueden ver mediante la utilización de técnicas de clareamiento de tejidos (Figura 8).

Las ninfas son muy pequeñas y de color verde pálido; aunque su forma general es similar a la de los adultos, se pueden diferenciar de éstos porque carecen de alas. El insecto pasa por cinco instares ninfales que generalmente ocurren en el envés de las hojas donde fueron incubados los huevos (Figura 9); las ninfas van aumentando progresivamente en tamaño, intensidad de color y actividad.

Después de la quinta muda aparecen los adultos (Figura 10); los cuales miden entre 3,5 y 4,0 mm. Son de color verde pálido con manchas blancas pequeñas en la cabeza y en el tórax, tienen dos pares de alas translúcidas y un pico o estilete, y poseen patas posteriores largas que les permiten saltar a distancia considerable.

La presencia del ovipositor distingue la hembra del macho (Figura 11).

El estado de huevo dura un promedio de 8,5 días; los 5 instares ninfales: 10 días.

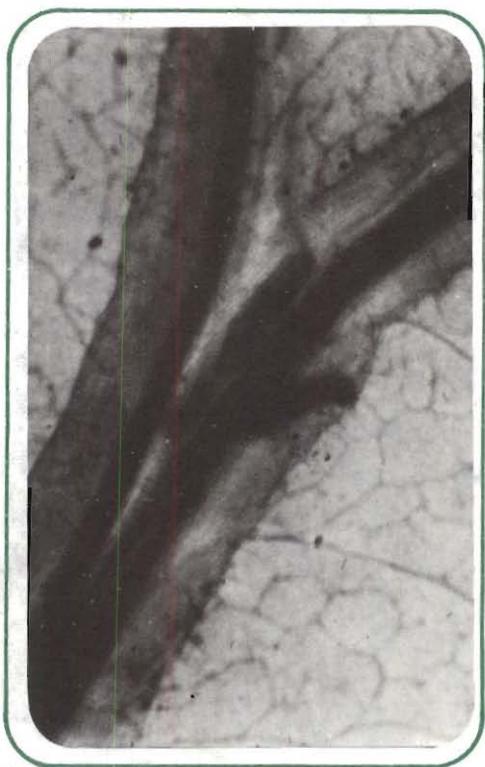


Figura 8. Huevos de *E. kraemeri* dentro del tejido foliar.

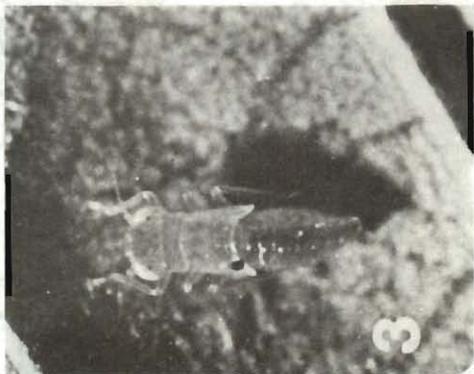
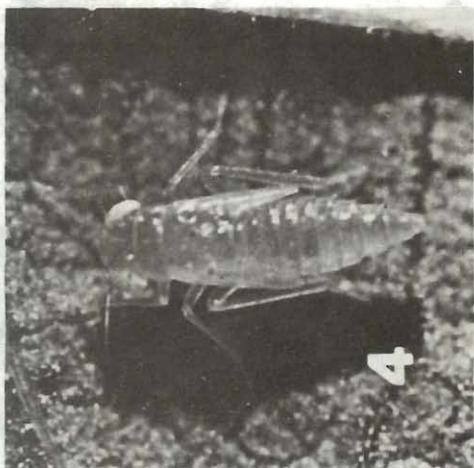
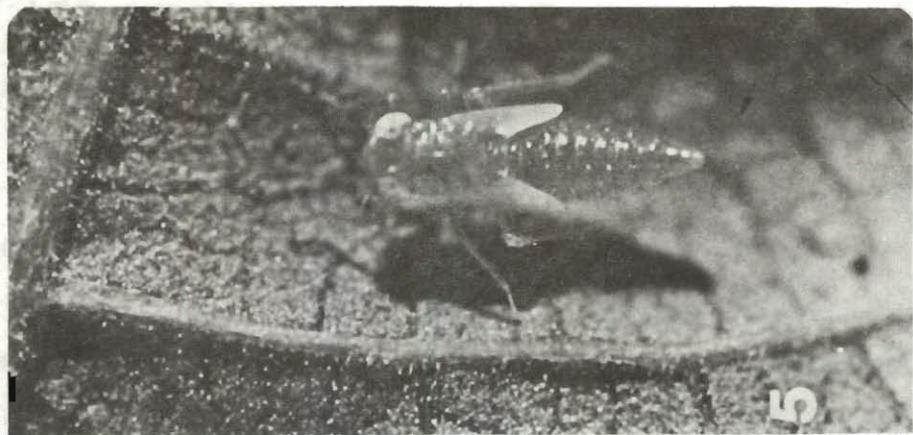


Figura 9. Instares ninfales de *Empoasca kraemeri*.

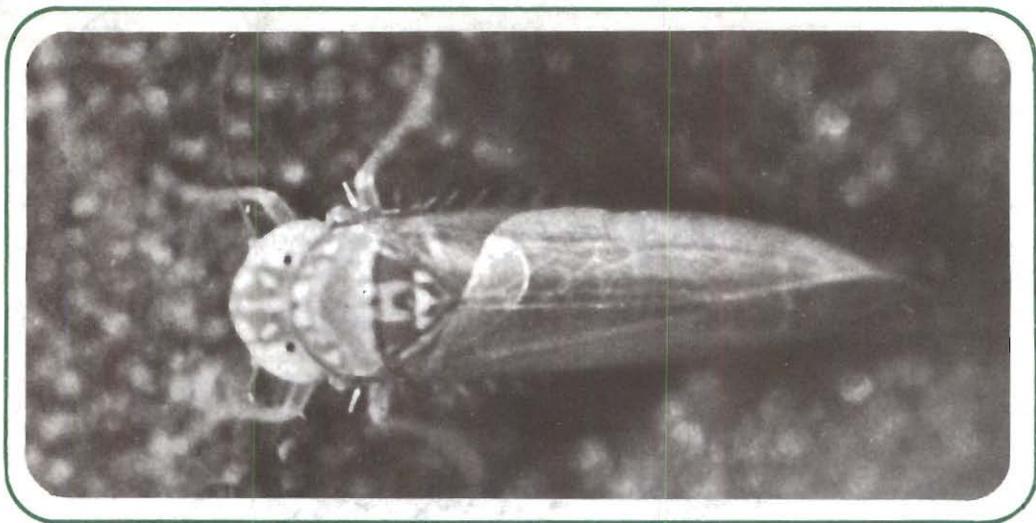


Figura 10. Adulto de *Empoasca kraemeri*.

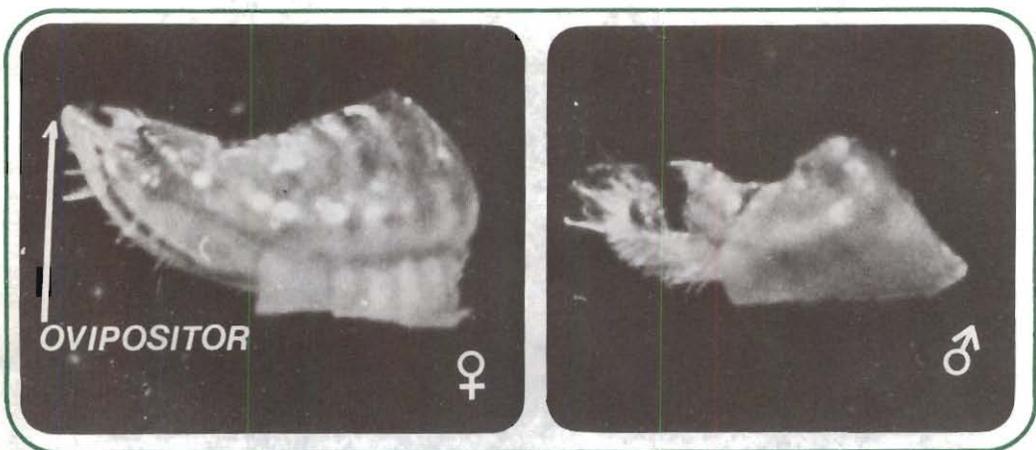


Figura 11. Abdomen de la hembra y del macho.

El tiempo total desde huevo hasta la transformación a adulto es de 18 días (Cuadro 2).

El período de preoviposición de las hembras es de 5 días, aproximadamente, y ovipositan

un promedio de 107 huevos, lo cual indica que ésta es una especie con alta fecundidad. Las hembras viven 65 días y los machos 58 días, en promedio (Cuadro 3).

Cuadro 2. Duración de los estados inmaduros de *Empoasca kraemeri* en condiciones de invernadero.

Estado	Promedio de duración (días)
Huevo	8,5
1o. ínstar ninfal	1,9
2o. ínstar ninfal	1,8
3o. ínstar ninfal	1,2
4o. ínstar ninfal	2,0
5o. ínstar ninfal	3,0
TOTAL	18,4

Cuadro 3. Duración del período de preoviposición, capacidad de reproducción y longevidad de *Empoasca kraemeri* en condiciones de laboratorio.

Estado	Mínimo	Máximo	Promedio
Preoviposición (días)	4	7	5,2
No. huevos/hembra	13	168	107,2
Longevidad (días):			
Hembra	13	86	64,8
Macho	14	80	58,2

IV. CONTROL

El manejo de esta plaga se puede hacer mediante medidas de control cultural, biológico, químico y mediante la obtención de variedades resistentes, es decir, el control genético.

4.1 Control cultural

Como medidas de control cultural pueden considerarse principalmente: la época de siembra, el uso de cultivos múltiples y el empleo de coberturas. La rotación de cultivos no ha sido una práctica eficiente debido a la gran variedad de hospedantes que tiene el insecto y a su capacidad de migración.

4.1.1. Época de siembra

Desde el punto de vista del control cultural, la época de siembra es un factor muy importante, y debe tenerse en cuenta. En el CIAT, las más altas poblaciones de empoasca se han observado durante las épocas secas (de diciembre a marzo y de junio a agosto). En la Figura 12, se puede observar que la mayor infestación ocurrió entre los meses de junio y julio, lo cual coincide con la época de menor precipitación.

En un estudio realizado en El Salvador (Cuadro 4), se obtuvieron rendimientos de 1.182

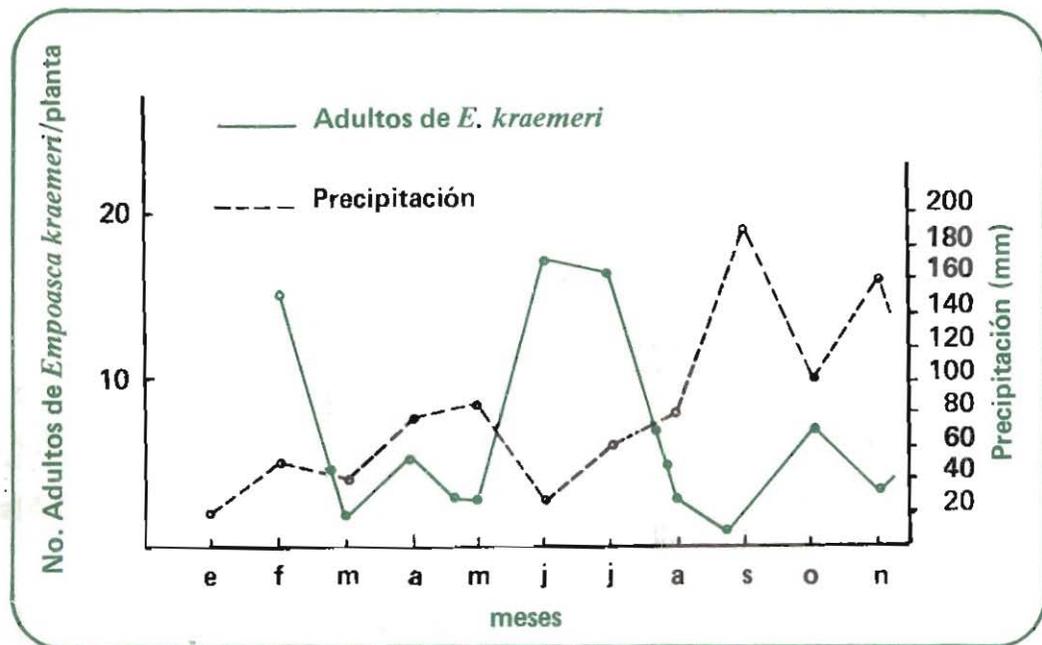


Figura 12. Poblaciones de *Empoasca kraemeri* en plantas de la variedad Diacol-Calima, en diferentes épocas de siembra.

Cuadro 4. Rendimientos de tres variedades de fríjol en cuatro épocas de siembra.*

Variedad	Rendimiento en kg/ha			
	Dic. 6/65	Dic. 21/65	Enero 6/66	Enero 21/66
382-R	636	533	30	0
Tineco 270	788	515	129	30
27-R	1.000	1.182	485	121

* Tomado de Miranda (1967). El Salvador, Centro América.

kg/ha cuando las siembras se realizaron en Diciembre 21, pero sólo de 121 kg/ha cuando se sembró en Enero 21 (una época aún más seca y más caliente). En este experimento se comprobó que la combinación de alta temperatura con sequía agrava el daño causado por *Empoasca* sp.

4.1.2 Uso de cultivos múltiples

Otro modo de disminuir las poblaciones del saltahoja es el uso de cultivos múltiples. Los estudios realizados en cultivos de fríjol en asociación con maíz, yuca y caña de azúcar, indican que las poblaciones del insecto en las asociaciones siempre fueron menores que en el fríjol en monocultivo. A continuación se presentan algunos resultados:

La población de ninfas presente en el fríjol asociado con maíz es generalmente menor que en el fríjol en monocultivo. En la Figura 13 se muestran los resultados de un ensa-

yo en el cual se utilizaron diferentes fechas de siembra y donde se confirmó lo anterior.

La asociación con caña de azúcar también reduce las poblaciones del empoasca. En la Figura 14, se observa cómo en cualquier fecha de siembra del fríjol con respecto a la de la caña se encontraron menos adultos en la asociación. Resultados muy semejantes se obtuvieron para las poblaciones de ninfas.

4.1.3 Empleo de coberturas

El empleo de coberturas es otra medida de control cultural que puede ser utilizada para reducir las poblaciones de empoasca. Se ha encontrado que el color y la capacidad de reflexión de luz del área que rodea la planta influyen en el comportamiento de los adultos de empoasca. Por ejemplo, el papel de aluminio, el plástico blanco, la cáscara y paja de arroz, entre otros, los repelen.

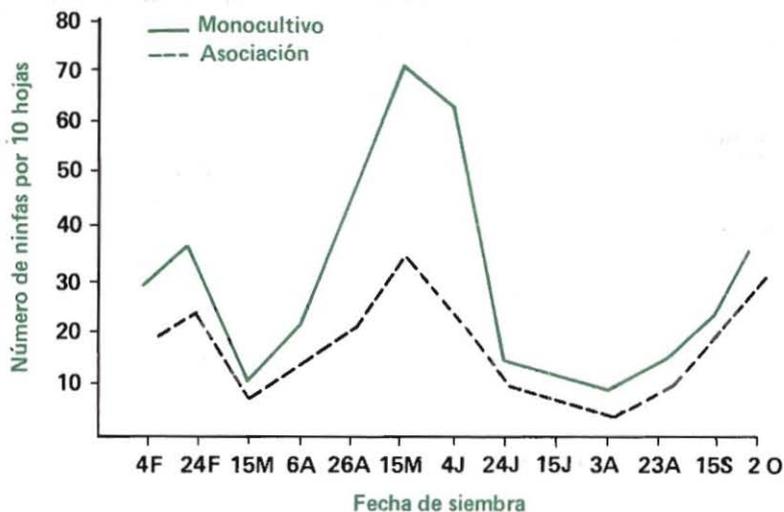


Figura 13. Poblaciones de ninfas de *Empoasca kraemeri* en plantaciones de frijol y de frijol asociado con maíz.

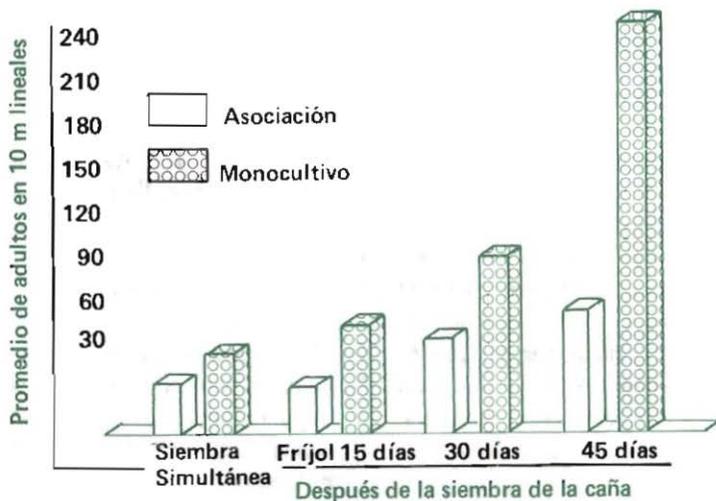


Figura 14. Efecto de la asociación frijol-caña de azúcar en las poblaciones de adultos de *Empoasca kraemeri*.

En la Figura 15, se observa cómo las poblaciones de adultos en las parcelas con cobertura de paja de arroz y de papel de aluminio fueron menores que en el testigo sin cobertura.

Con base en los anteriores resultados, se consideró la posibilidad de estudiar las coberturas como medida de control del insecto.

La paja de arroz y el papel de aluminio, por ejemplo, permitieron obtener rendimientos significativamente mayores que en el testigo,

según los datos que se pueden observar en el Cuadro 5. Esta práctica cultural tiene como ventajas adicionales un mejor control de las malezas y conservación de la humedad del suelo, pero tiene dificultades para su aplicación a nivel comercial.

Por esta razón se estudió el efecto de diferentes malezas como coberturas del suelo. Se encontró que las poblaciones de ninfas y adultos disminuyeron 70 y 43% respectivamente en parcelas con cobertura del 100% con relación al testigo absoluto (Cuadro 6).

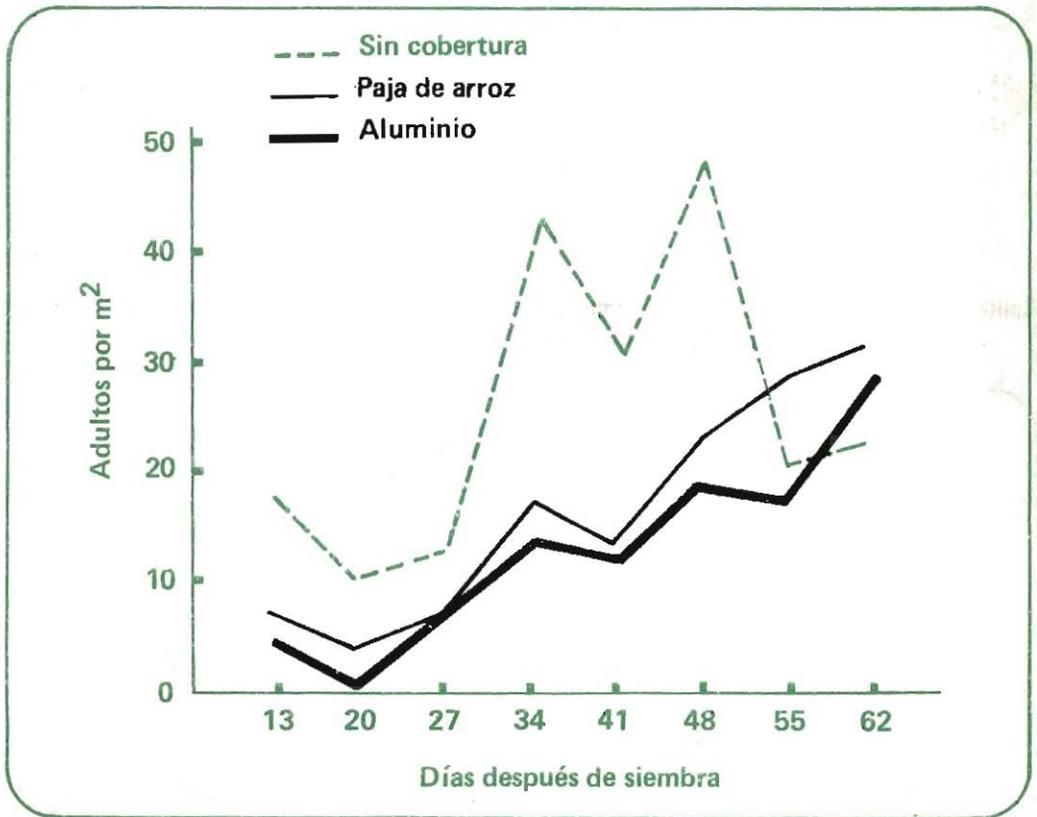


Figura 15. Poblaciones de adultos de *E. kraemeri* en la var. Diacol-Calima con diferentes coberturas.

Cuadro 5. Influencia de diferentes coberturas del suelo sobre los rendimientos de fríjol.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha
Testigo con insecticida	1.574 a*
Con papel aluminio	1.450 a
Con paja de arroz	1.007 b
Testigo absoluto	673 c

* Las cifras seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Duncan).

Cuadro 6. Efecto de la cobertura con malezas en las poblaciones de ninfas y adultos de *E. kraemeri* y en los rendimientos de fríjol.

% de área cubierta	Ninfas/15 hojas	Adultos/80 plantas	Rendimiento kg/ha
0 (testigo)	22,4 a*	52,8 a	1.700
25	13,8 b	37,7 b	1.780
50	10,5 b	29,7 c	1.750
75	11,8 b	28,4 c	1.790
100	6,7 c	30,1 c	1.850

* Las cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Duncan).

En términos de rendimiento, la ganancia conseguida con el control de empoasca por la cobertura se vió compensada por la competencia de las malezas con el cultivo. De allí que no se observen diferencias muy grandes entre las producciones.

Otra alternativa que se ha estudiado es la cobertura de malezas quemadas, la cual se obtiene mediante la aplicación de un herbicida como el paraquat antes de la siembra del frijol. En un ensayo realizado en la época de Junio a Septiembre de 1977, el CIAT encontró que las poblaciones del empoasca disminuyen, y que el efecto desaparece posterior-

mente a causa de la descomposición de la cobertura (Figura 16). Este método podría aplicarse en sistemas de cultivo de mínima labranza y para pequeños agricultores.

4.2 Control biológico

Es otro tipo de control realizado por organismos parásitos de huevos, ninfas y adultos de empoasca. Entre estos organismos el más importante es el parásito de huevos *Anagrus* sp. perteneciente a la familia Mymaridae (Figura 17).

Esta avispa puede llegar a parasitar hasta aproximadamente el 80% de los huevos,

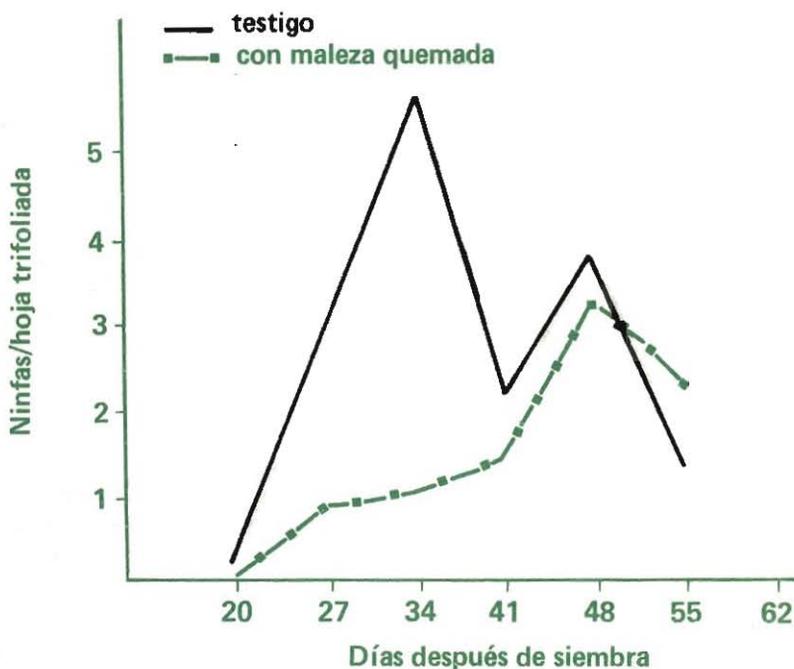


Figura 16. Efecto de la cobertura del suelo con malezas quemadas con herbicidas en las poblaciones de ninfas de *E. kraemeri* en la variedad Diacol-Calima.

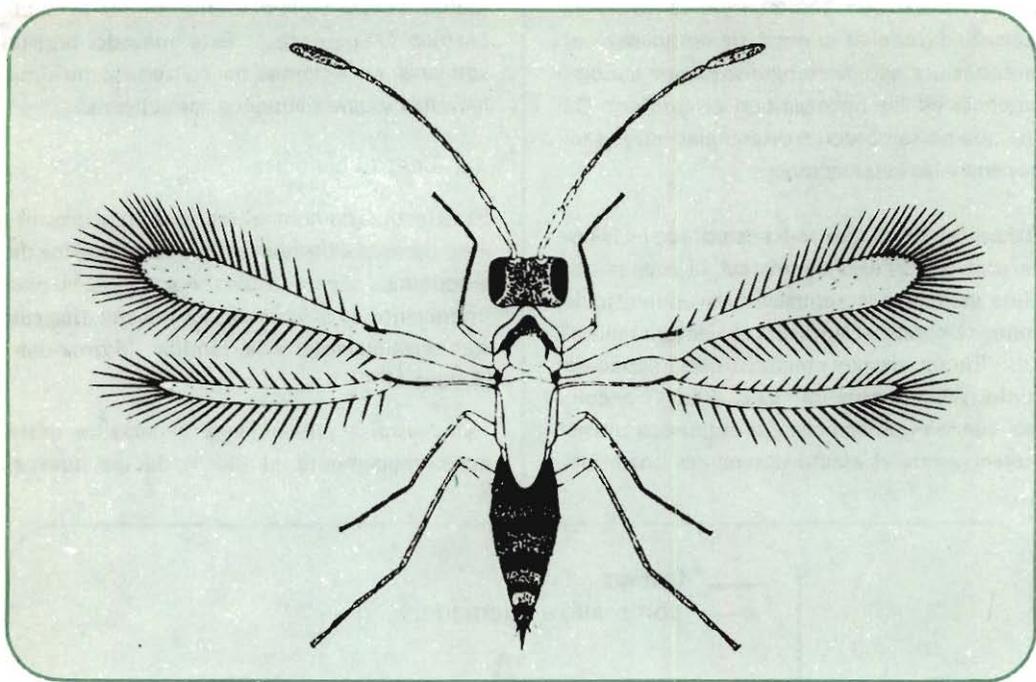


Figura 17. *Anagrus* sp. parásito de los huevos de *E. kraemeri*.

tanto en una variedad susceptible como en una resistente al empoasca (Figura 18). Sin embargo en las evaluaciones de su eficiencia se concluyó que no puede mantener las poblaciones del lorito verde por debajo de los niveles de daño económico aceptables.

4.3 Control químico

El control químico es una medida que en el caso de empoasca resulta bastante eficiente; ya que el control del insecto es relativamente fácil mediante la aplicación de productos químicos.

Existen muchos insecticidas eficientes; entre ellos el monocrotopos en dosis de 0.5 kg i.a/

ha y el carbaril 1 kg i.a/ha aplicados al follaje son muy efectivos. También el carbofuran, producto granulado, en dosis de 1 kg i.a/ha, aplicado al momento de la siembra, protege las plantas por 30 a 40 días.

Respecto al control químico, los estudios han demostrado la necesidad de hacer un uso racional de los productos, teniendo en cuenta para su aplicación los niveles de daño económico y las épocas críticas de control. La Figura 19, resume los resultados de evaluaciones de campo donde se encontró que el máximo rendimiento y ganancia se obtuvieron con poblaciones de 0,81 ninfas/hoja, y que para mantener esta población se requerían 4 aspersiones.

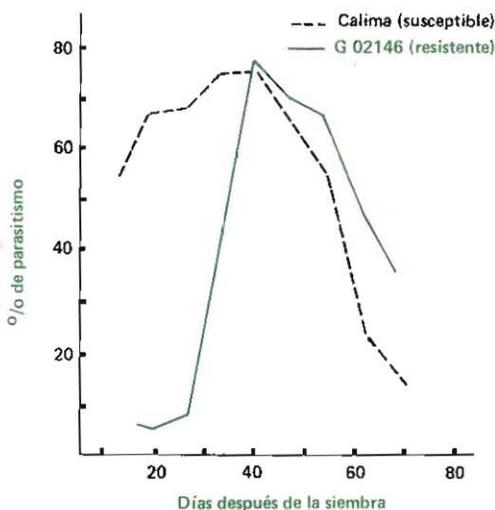


Figura 18. Parasitismo de huevos de *Empoasca kraemeri* por *Anagrus* sp. en dos variedades de frijol.

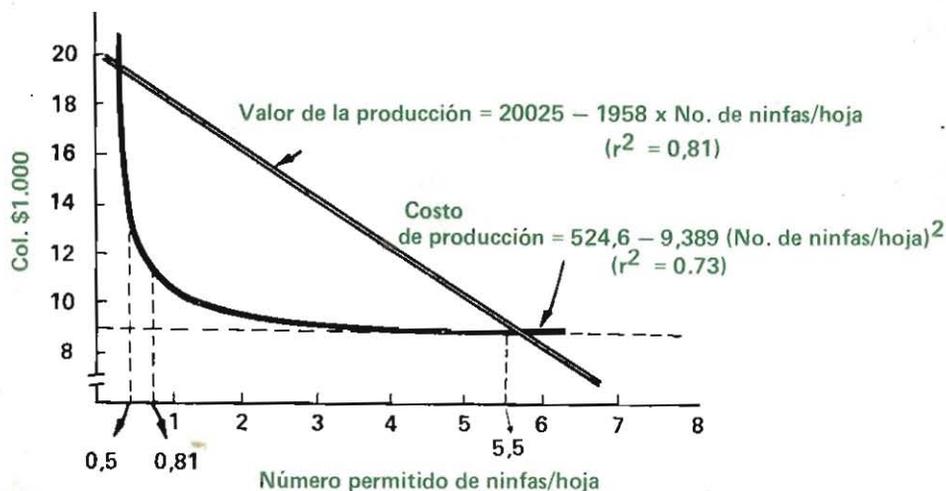


Figura 19. Relación entre la población de ninfas de *Empoasca* sp., el valor de la producción y el costo de producción de frijol.

En otros trabajos el nivel de daño económico se estableció en dos a tres ninfas por hoja para la variedad susceptible Diacol-Calima (Figura 20). En la gráfica se observa que poblaciones superiores a 3 ninfas/hoja disminuyen los rendimientos en más del 50%.

En cuanto a la época crítica o etapa del crecimiento en la cual la planta de fríjol es más susceptible al daño ocasionado por el lorito verde, se ha determinado que es la de la floración; como lo indican los datos conteni-

dos en el Cuadro 7, las mayores producciones se obtuvieron cuando se hizo el control químico del lorito verde entre los 27 y 80 días y los 45 y 80 días, lo cual sugiere que el período más crítico es entre los 27 y 45 días, que coincide con las fechas de floración. Es necesario tener en cuenta que el concepto de época crítica se refiere a aquel período del cultivo en el cual es más importante realizar el control, sin excluir a los otros períodos en los que, debido a la alta población, haya que hacerlo.

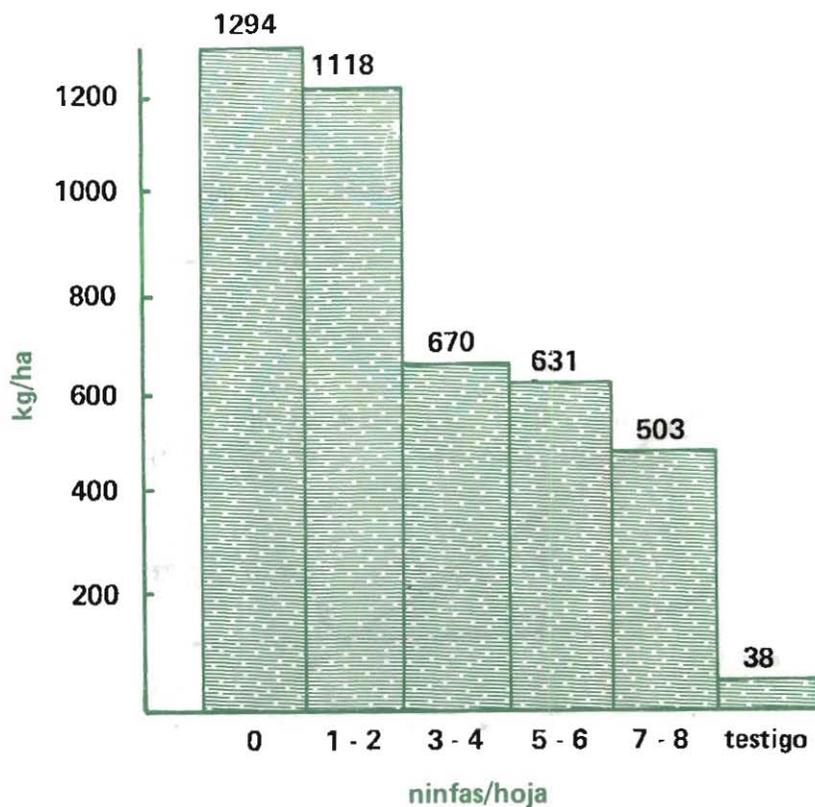


Figura 20. Rendimientos obtenidos con diferentes poblaciones de ninfas de *Empoasca* sp. (Variedad Diacol-Calima).

Cuadro 7. Rendimiento de frijol Diacol-Calima protegido con insecticidas a diferentes edades del cultivo.

Período de protección (días después de siembra)	Rendimiento kg/ha
8 - 80	1.359 bc*
8 - 62	1.385 bc
8 - 44	1.327 bc
8 - 26	1.073 d
Sin tratar	1.002 d
27 - 80	1.655 a
45 - 80	1.549 ab
63 - 80	1.012 d
27 - 62	1.480 ab
8 - 27 y 62 - 80	1.181 cd

* Las cifras seguidas por la misma letra no son significativas al nivel del 5% (Duncan).

Es conveniente aclarar que tanto los niveles de daño económico como las épocas críticas de control dependen de las condiciones ambientales y del estado agronómico del cultivo y que ambos pueden cambiar de una región a otra.

Debido a que el cultivo del frijol en América Latina es realizado por pequeños agricultores

y generalmente asociado o intercalado con otros cultivos, las poblaciones de insectos se encuentran controladas por diferentes factores ecológicos; por lo tanto, debe hacerse un uso racional de los productos químicos para garantizar la estabilidad del equilibrio ecológico, la poca contaminación y como consecuencia una disminución de los costos de producción.

Debe recordarse, además, que la aplicación de insecticidas es una medida temporal que tiene varias desventajas, por esta razón y porque los medios de control biológico y cultural ofrecen soluciones parciales, el CIAT se ha interesado en buscar una alternativa más confiable, segura y económica: la resistencia varietal.

4.4 Control genético (Resistencia varietal)

Se han detectado diferencias importantes entre variedades en cuanto a su reacción al empoasca. Por lo tanto se han llevado a cabo estudios para identificar los posibles mecanismos de resistencia a este insecto, clasificados por Painter como antibiosis, no preferencia y tolerancia.

Antibiosis: es el efecto tóxico que tiene la planta en el insecto.

No preferencia: cuando el insecto puede vivir en la planta, pero si tiene la alternativa, prefiere otro hospedante.

Tolerancia: indica que el insecto puede vivir en la planta sin causar tanto daño.

En los estudios realizados no se ha encontrado un efecto de antibiosis porque las variedades resistentes no afectaron la longevidad.

dad, fecundidad u otra característica biológica del insecto (Cuadro 8). En efecto, no hubo diferencias significativas entre la duración del estado ninfal y la mortalidad del empoasca al comparar su desarrollo en variedades resistentes y susceptibles.

Tampoco se encontró no preferencia, es decir que exista una marcada preferencia del insecto por colonizar determinadas variedades, en las pruebas de escogencia múltiple y de no escogencia que se realizaron (Cuadro 9). Se encontró una pequeña preferencia de oviposición por Diacol-Calima que no fué significativa.

A medida que el cultivo se desarrolla y la población aumenta, la tendencia del insecto a discriminar entre variedades desaparece, de

tal manera que al final del período vegetativo la variedad resistente puede llegar a albergar más insectos que la susceptible. En la Figura 21, se presentan los resultados referentes tanto a la población de ninfas como a la de los adultos en variedades resistentes y susceptibles; se observa cómo se comportan las poblaciones hacia el final del período vegetativo.

Aparentemente el mecanismo de resistencia a empoasca es el de tolerancia, es decir la capacidad de la planta para soportar una población alta del insecto sin resultar muy afectada por su daño. En la Figura 22, se observa que, aunque entre los 40 y 70 días la variedad resistente ICA-Tui alberga más insectos que la variedad susceptible Diacol-Calima, el daño en la variedad resistente es menor.

Cuadro 8. Efecto de 6 variedades de frijol en la duración del estado de ninfa y en la mortalidad de adultos de *E. kraemeri*.^{1/}

Variedad		Duración del estado ninfal (días)	Mortalidad de adultos ^{2/} (o/o)
Diacol-Calima	S*	11,0	6
Brasil 343	R	10,7	21
Brasil 1087	R	11,2	14
ICA-Pijao	I	11,0	6
Brasil 3624	R	10,6	8
ICA-Tui	I	10,7	8

1/ Tomado de Wilde y Schoonhoven, (1976).

* S=Susceptible, I = Intermedio, R = Resistente

2/ F=2.45; no significativa al 5º/o

Cuadro 9. Número de ninfas de *E. kraemeri* emergidas en pruebas de preferencia de oviposición*.

Variedad	Número de Ninfas	
	Libre escogencia	No escogencia
Diacol-Calima	71,7	75,0
ICA-Pijao	46,3	53,7
ICA-Tui	30,3	60,0
Brasil 343	36,3	67,7

* Tomado de Wilde y Schoonhoven, (1976)

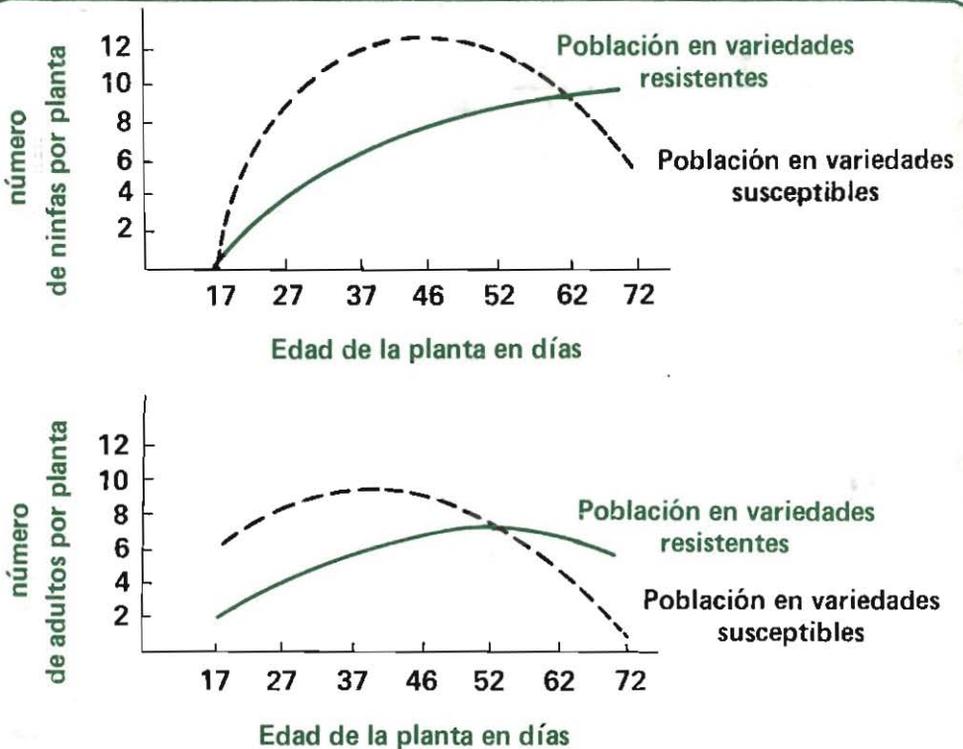


Figura 21. Relación entre el número de ninfas y adultos por planta y la edad del cultivo, ajustada según el modelo matemático $y = a + bx + cx^2$.

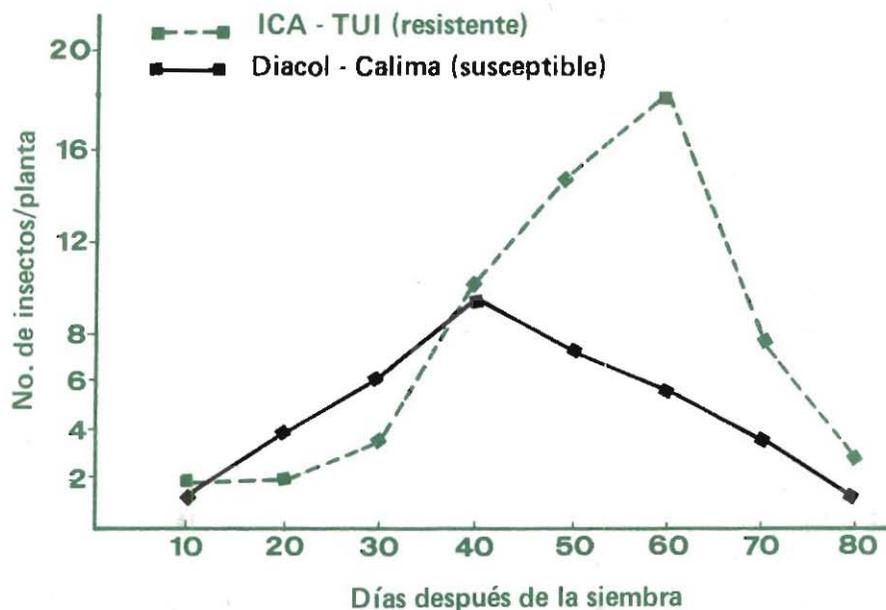


Figura 22. Población de *Empoasca kraemeri* en dos variedades de frijol.

V. METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE RESISTENCIA

Se discutirán a continuación algunas de las metodologías para la obtención de mayores niveles de resistencia del frijol común a *Empoasca kraemeri*. Es conveniente aclarar que no se pretende obtener inmunidad al insecto, sino lograr un aumento en la resistencia que

permita ganancias en rendimientos y disminuya en lo posible la necesidad de utilizar insecticidas. Los materiales seleccionados deben tener características sobresalientes en cuando a otros factores que afectan la producción.

El mejoramiento genético del fríjol en lo que respecta a resistencia a *Empoasca kraemeri* comprende 3 etapas principales que son:

- 5.1 Escogencia de fuentes de resistencia
- 5.2 Hibridación de los materiales seleccionados
- 5.3 Selección de progenies resistentes

5.1 Escogencia de fuentes de resistencia

El primer paso en la búsqueda de resistencia varietal es la escogencia de fuentes de resistencia, lo cual se logra mediante un tamizado

masivo de cultivares de fríjol que comprende por lo menos 3 etapas de selección.

La selección de materiales resistentes a *E. kraemeri* se efectúa en diferentes etapas bajo condiciones de campo, en épocas en que se presenta la mayor población del insecto y en parcelas con surcos de 2 a 3 metros/variedad. Siempre se hacen las siembras de tal manera que un testigo resistente (en el CIAT se ha utilizado ICA-Tui), vaya intercalado cada 10 variedades en prueba para que sirva de patrón de comparación. Todo el ensayo va rodeado de un borde constituido por una variedad susceptible, que también se utiliza como patrón de comparación (Figuras 23 y 24).

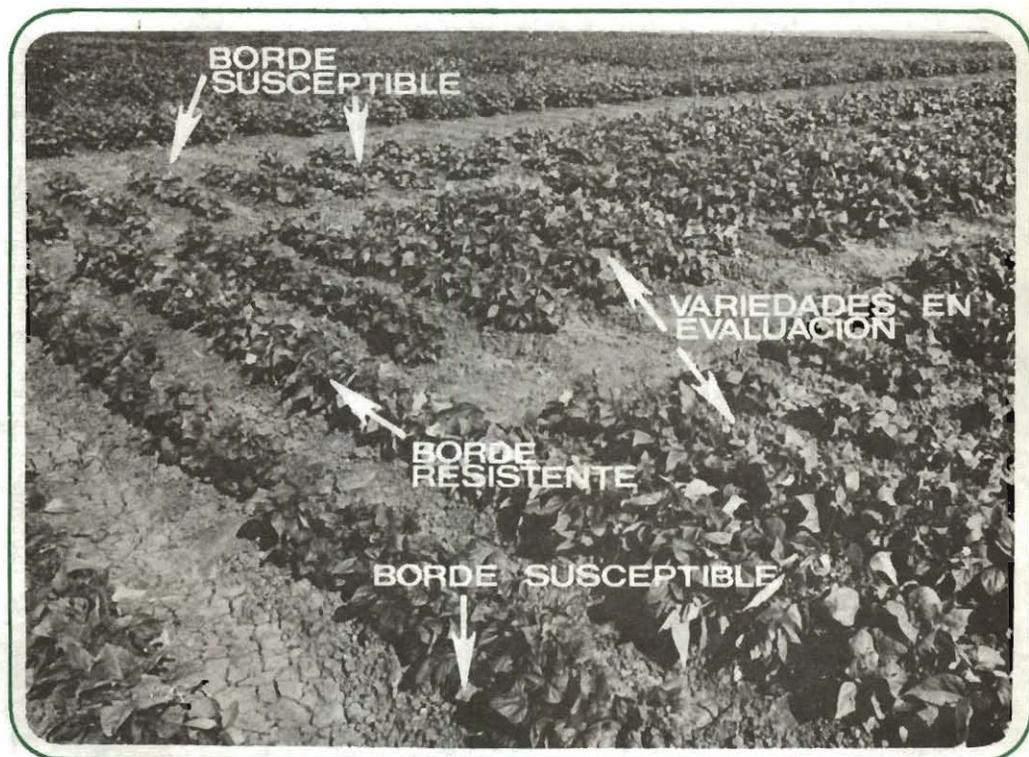


Figura 23. Ensayo para la selección de materiales resistentes a *E. kraemeri*.

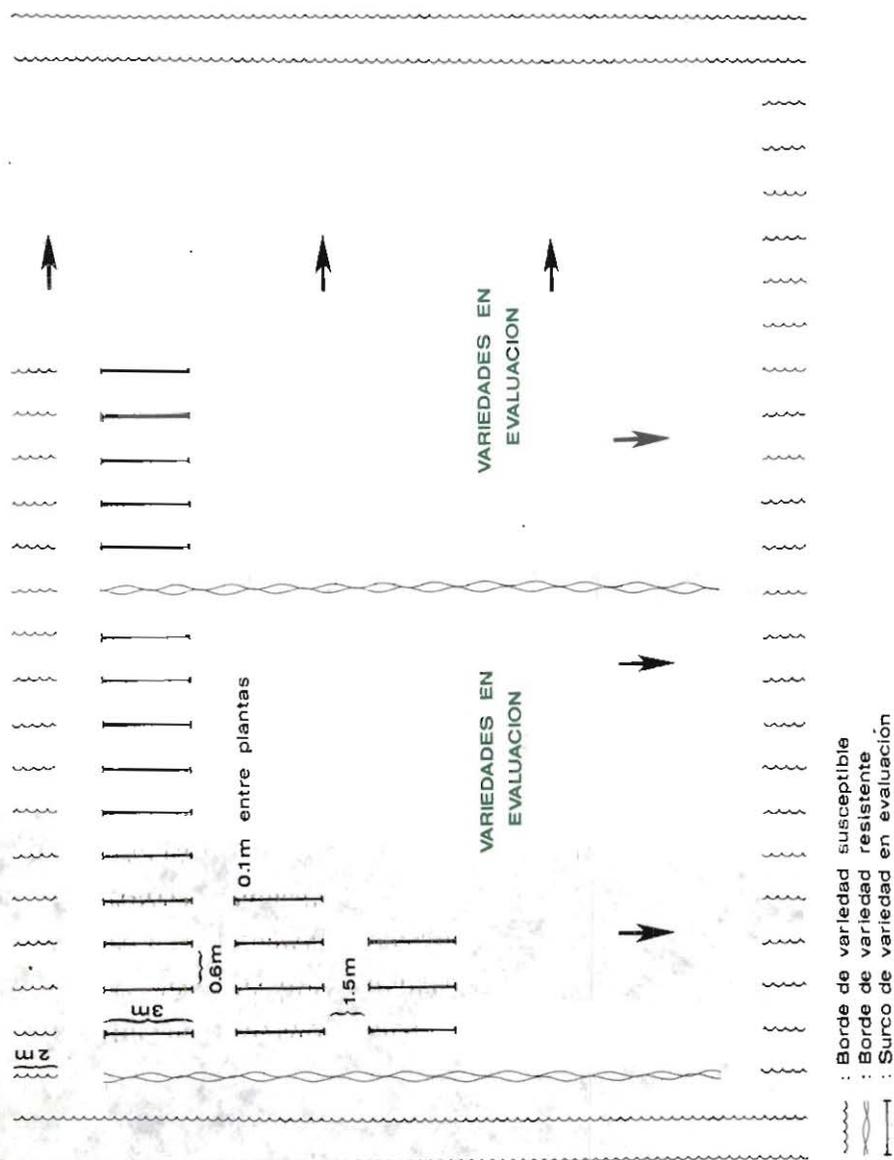


Figura 24. Esquema simplificado de una prueba de evaluación de materiales.

El esquema básico de selección en las primeras etapas consiste en la eliminación de materiales susceptibles mediante una escala de apreciación visual del daño (Figura 25), en lecturas realizadas a los 30, 40 y 50 días después de la siembra; la escala es la siguiente:

- 0 = La planta no presenta síntomas de daño.
- 1 = Daño leve; se presentan pequeñas deformaciones en los bordes de las hojas.
- 2 = Daño moderado: hay ligero encrespamiento de las hojas.
- 3 = Daño moderado; como 2, pero acompañado de atrofiamiento y amarillamiento de los bordes de las hojas.
- 4 = Daño severo; encrespamiento de las hojas, atrofiamiento o enanismo y amarillamiento mayores.
- 5 = Daño muy severo; atrofiamiento severo, no hay producción y frecuentemente muere la planta después de la floración.

También se dan las siguientes clasificaciones intermedias entre los grados antes presentados: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 y 4,5.



Figura 25. Escala de apreciación visual del daño de *E. kraemeri*.

El ICA-Tui, testigo resistente, recibe una calificación de 2 y al testigo susceptible generalmente se le asigna una calificación de 5.



Figura 25. (Continuación.)



Se consideran resistentes los materiales con calificaciones entre 0 y 2; intermedios aquellos con valores mayores de 2, hasta 3; y susceptibles aquellos con calificación superior a 3.0.

Los cultivares seleccionados en la primera etapa pasan a las denominadas segunda y tercera etapa de selección para reconfirmación de su resistencia y su posible escogencia como progenitores. En estos casos se hacen las siembras con más repeticiones y las lecturas son más detalladas.

La selección por apreciación visual del daño es un criterio confiable que correlaciona relativamente bien con el rendimiento pero no con los conteos detallados de ninfas y adultos. En el Cuadro 10, se muestra que no es muy alto el coeficiente de correlación entre el número de ninfas ó el número de adultos y la calificación del daño mediante apreciación visual, mientras que fué mejor, aunque no perfecta, la correlación entre el rendimiento y la selección por apreciación visual del daño. En otras palabras, la variedad más susceptible no necesariamente alberga las mayores poblaciones de ninfas y adultos, mientras que una variedad resistente puede tener muchos insectos y no mostrar un daño severo. Por esta razón los conteos de ninfas y adultos se han descartado, al menos para las primeras etapas de selección.

Un factor importante en un programa de mejoramiento es la identificación de una función discriminante, es decir, de alguna característica morfológica o fisiológica de la planta que permita predecir con cierta precisión su comportamiento frente al insecto.

Cuadro 10. Coeficientes de correlación entre poblaciones de ninfas, adultos de *E. kraemeri*, rendimiento y calificación mediante la apreciación visual del daño (CIAT, 1979).

Correlación entre:	Coefficiente
Ninfas/hoja y Calificación visual	0,3
Adultos/m ² y Calificación visual	0,3
Calificación visual y Rendimiento	0,6

En el CIAT, en 1976, se realizó una investigación para determinar un índice de selección, utilizando 2 épocas de siembra con

cuatro tratamientos de protección y con 10 variedades de fríjol (Cuadro 11).

Cuadro 11. Metodología utilizada para determinar una función discriminante para evaluar la resistencia a *Empoasca kraemeri*.

2 fechas de siembra:	Epoca lluviosa Epoca seca
4 tratamientos:	Sin protección Protección antes de floración Protección después de floración Protección total
10 Genotipos de fríjol:	ICA-Pijao 73 Vul 3622 Jamapa Porrillo sintético 73 Vul 3624 Pl. 215.717 ICA-Tui B-1087 72 Vul 25221 Calima

* F. Camarena, (1976).

Se midieron las diferentes características morfológicas y fisiológicas que a continuación se detallan:

Número de plantas que sobrevivieron
Número de nudos a floración
Número de racimos
Número de vainas
Número de ramas con vainas
Días a floración
Días de floración a madurez
Area foliar
Altura a la iniciación de la guía
Altura de la guía
Grosor del tallo
Masa total a floración
Número de hojas
Número de semillas por vaina
Número de ninfas a 20, 35, 50 y 65 días
Número de adultos a 20, 35, 50 y 65 días
Evaluación del daño a 35, 50 y 65 días
Longitud de las hojas
Anchura de las hojas
Longitud del pecíolo
Masa seca a la madurez (menos semillas)
Pilosidad de la hoja.

Para el caso de empoasca esta clase de función o índice de selección no se halló en el frijol común; por esta razón se ha recurrido a fijar una escala de daño que permite separar los materiales resistentes y los materiales susceptibles.

5.2 Hibridación de los materiales seleccionados

Una vez seleccionados los materiales como fuentes de resistencia, se inicia el proceso de hibridación entre los materiales más resistentes y la posterior selección de progenies resis-

tentes para aumentar el nivel alcanzado e incorporarlo a materiales comerciales.

5.3 Selección de progenies resistentes

En el caso específico de empoasca, se ha escogido el método de selección recurrente con prueba de progenies, esquema flexible que permite introducir nuevo germoplasma en cualquier ciclo de hibridación (Figura 26).

Al cabo de dos o tres ciclos de selección recurrente se adelantan ensayos de rendimiento para medir el progreso obtenido en el aumento de los niveles de resistencia. En esta clase de experimentos se comparan las producciones de materiales mejorados con las de algunos testigos susceptibles en condiciones de protección química y de no protección, es decir en ausencia y en presencia del insecto.

Se seleccionan como mejores aquellos materiales que tengan un alto potencial de rendimiento y menores porcentajes de reducción en la producción como consecuencia del daño causado por el empoasca. En el Cuadro 12, se puede observar que las variedades susceptibles Diacol-Calima e ICA-Bunsi tuvieron pérdidas en rendimiento significativamente mayores que las variedades resistentes estudiadas.

En la (Figura 27), se presenta otro caso donde las variedades EMP 43 y EMP 60 sobresalieron por su buen potencial de rendimiento y por tener el menor porcentaje de pérdidas como consecuencia del daño del insecto. Materiales como éstos pueden usarse como progenitores en el esquema flexible de selección recurrente que se ha escogido para mejoramiento por resistencia a empoasca.

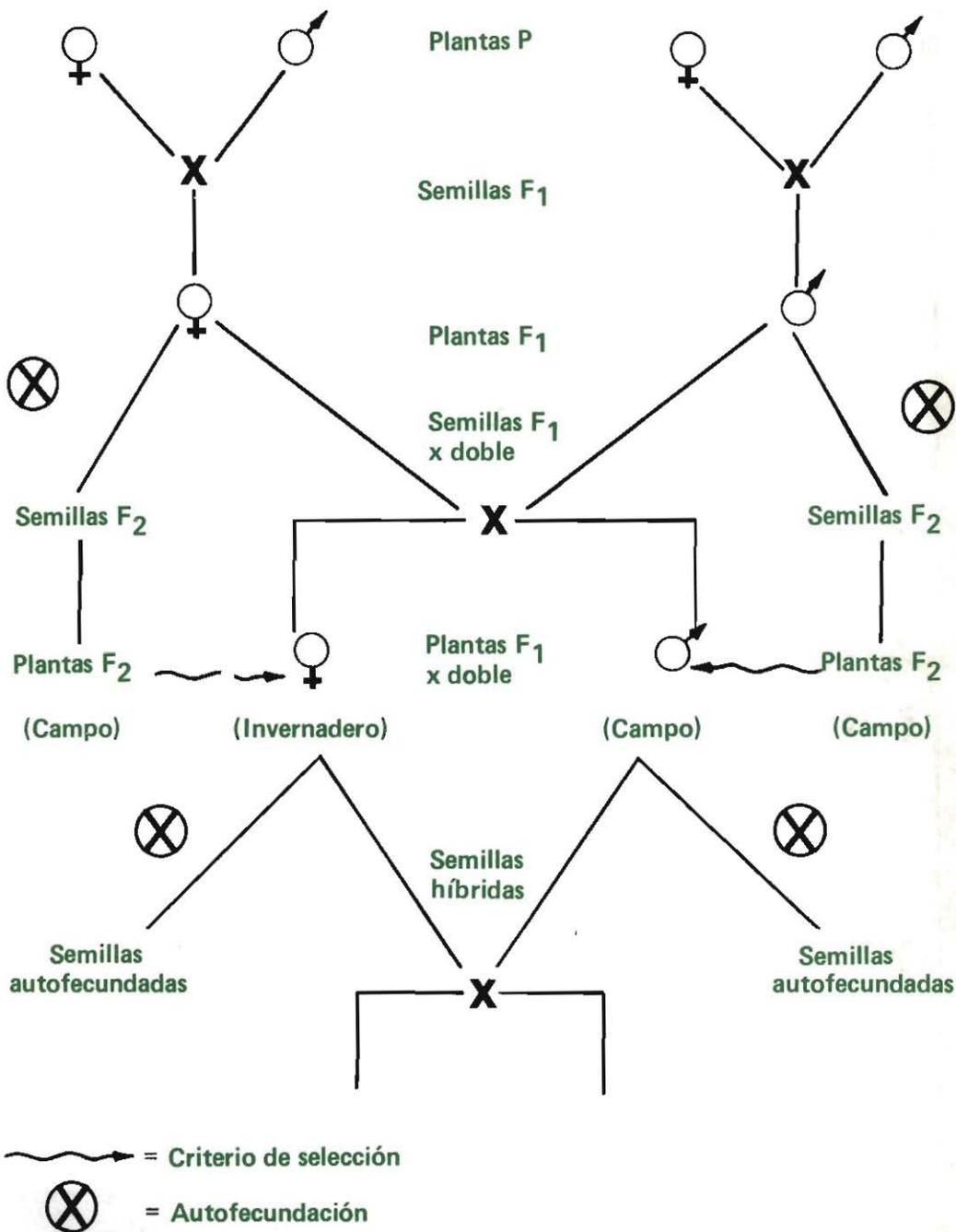


Figura 26. Esquema simplificado de la selección recurrente.

Cuadro 12. Reducción en el rendimiento causado por *Empoasca kraemeri* (CIAT, 1979A).

Variedad	Clasificación	Reducción del rendimiento (o/o)
BAT 2	Resistente	24,2 a*
G 05468	Resistente	32,9 ab
G 00124	Resistente	34,5 ab
Diacol-Calima	Susceptible	57,5 c
ICA-BUNSI	Susceptible	57,7 c

* Las cifras seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 5% (Duncan)

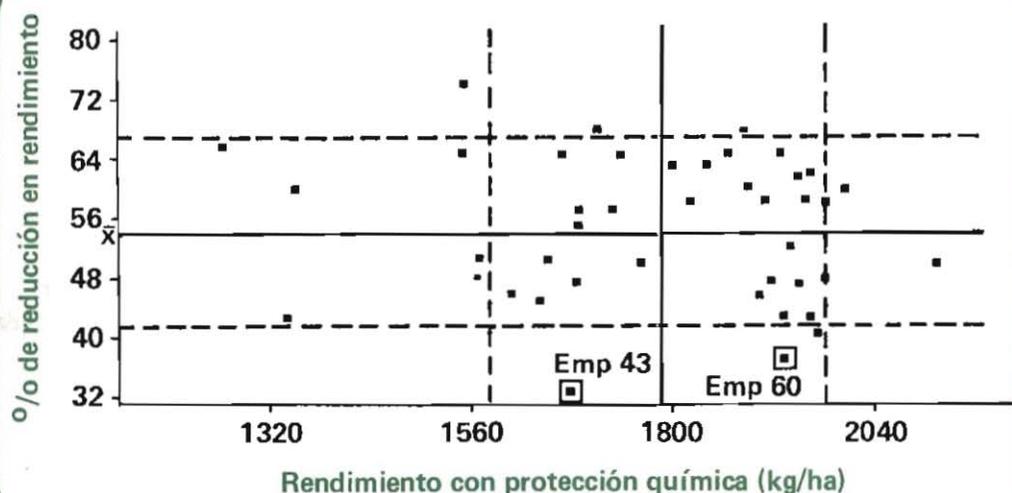


Figura 27. Relación entre el rendimiento con protección y el porcentaje de reducción del rendimiento causado por *E. kraemeri*.

Evaluación

I. FALSO O VERDADERO

De las siguientes frases marque con una X la respuesta apropiada:

	Falso	Verdadero
1. El lorito verde se caracteriza por ser una plaga con un nivel de daño económico alto.	()	()
2. <i>Empoasca kraemeri</i> transmite algunos virus.	()	()
3. Las hojas de las plántulas atacadas presentan curvamiento hacia arriba ó hacia abajo.	()	()
4. Otro síntoma en las hojas es el amarillamiento de los bordes.	()	()
5. La chicharrita pasa por cinco instares ninfales.	()	()
6. Por lo general las mayores infestaciones se presentan en las épocas secas.	()	()
7. En la asociación frijol-maíz se debe esperar una mayor población de ninfas de empoasca.	()	()
8. El insecto es relativamente fácil de controlar con la aplicación de insecticidas.	()	()
9. El mecanismo de resistencia que se debe buscar para el control genético de empoasca es no-preferencia.	()	()
10. La selección por apreciación visual del daño es un criterio confiable que correlaciona relativamente bien con los conteos detallados de ninfas y adultos.	()	()

II. Encierre en un círculo la letra correspondiente a la alternativa correcta.

11. El mejor resultado en cuanto a control de empoasca se esperaría cuando:

- a) Se aplica carbofuran en aspersión
- b) Se asocia frijol con caña de azúcar sembrando primero la caña
- c) Sembrando frijol en épocas húmedas
- d) Haciendo control biológico con *Anagrus* sp.
- e) Haciendo rotación de cultivos.

12. La siguiente es una característica de *Empoasca* sp.

- a) Se alimenta por el envés de la hoja
- b) La hembra inserta los huevos en los tallos
- c) Produce granulación de los plastidios de las células
- d) a y c solamente
- e) Todas las anteriores.

13. El lorito verde causa el siguiente síntoma en la planta.

- a) Amarillamiento de la lámina foliar
- b) Deformación de las vainas
- c) Curvamiento de las hojas primarias hacia arriba
- d) b y c solamente
- e) Todas las anteriores.

14. En general el control de empoasca se puede realizar mediante:

- a) Aplicación de monocrotofos en aspersión
- b) Obtención de variedades tolerantes
- c) Empleo de coberturas
- d) a y c solamente
- e) Todas las anteriores.

15. Antibiosis se define como:

- a) Un efecto de la planta en la fecundidad del insecto
- b) Un efecto de la planta en la longevidad del insecto
- c) Un efecto tóxico de la planta en el insecto
- d) a y b solamente
- e) Todas las anteriores.

III. En el espacio en blanco de la Columna A escriba la letra correspondiente a la Columna B.

Columna A.	Columna B.
___ 16. Antibiosis	a. Método de control cultural
___ 17. Selección recurrente	b. <i>Empoasca kraemeri</i>
___ 18. <i>Phaseolus lunatus</i>	c. Amarillamiento de los bordes
___ 19. Floración	d. Parásito de huevos de <i>Empoasca</i> sp.
___ 20. Lorito verde	e. Eliminación de materiales susceptibles
___ 21. Uso de coberturas	f. Hospedante del lorito verde
___ 22. <i>Anagrus</i> sp.	g. Penetración del estilete
___ 23. Escala visual de daño	h. Efecto tóxico sobre el insecto
___ 24. Desorganización de los plastidios	i. Epoca crítica de control
___ 25. Encorvamiento de las hojas primarias	j. Método de selección de progenies
	k. Síntomas del ataque
	l. Resistencia genética.

Lecturas Complementarias

ALTIERI, M.A., A.V. SCHOONHOVEN AND J.D. DOLL. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. PANS. 23(2): 195-205.

ALTIERI, M.A.; C.A. FRANCIS; A.V. SCHOONHOVEN AND J.D. DOLL. 1978. A review of insect prevalence in maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) polycultural systems. Field Crops Res. 1: 33-49.

- CAMARENA, F. 1976. Respuesta de diez variedades de frijól al ataque de *Empoasca kraemeri* bajo cuatro regímenes de control químico en dos épocas de cultivo. CIAT. 35 pp. (mimeografiado).
- CHALFANT, R.B. 1965. Resistance of bush bean varieties to the potato leafhopper and relationship between resistance and chemical control. J. Econ. Entomol. 58:681-682.
- CIAT, 1976. Sistemas de producción de frijól. *En*, Informe Anual 1975. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, pp. 129-136.
- CIAT, 1977. Sistemas de producción de frijól. *En*, Informe Anual, 1976. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, pp. 15-22.
- GOMEZ, L.A. y A. VAN SHOONHOVEN, 1977. Oviposición del *Empoasca kraemeri* en frijól y evaluación del parasitismo por *Anagrus* sp. Rev. Colombiana de Entomol. 3:29-38.
- Mc FARLANE, J.S. y G.M. RIEMAN. 1943. Leafhopper resistance among the bean varieties. J. Econ. Entomol. 36:639.
- MEDINA R. y L. GUERRA. 1973. Evaluación del comportamiento genético de frijól infestado en forma natural con chicharrita (*Empoasca fabae* Harris), picudo (*Apion godmani* Wagner) y conchuela del frijól (*Epilachna varivestis* en Calera, Zac.) CIANE, 13 p.
- MIRANDA, C. 1967. Fechas de siembra e incidencia de *Empoasca* spp. en frijól. *En*, XIII Reunión PCCMCA, San José, Costa Rica, Febrero 28-Marzo 4.
- PAINTER, R.H. 1968. Insect resistance in crop plants. The University press of Kansas. 520 pp.
- PILLEMER, E.A. y W.M. TINGEY. 1976. Hooked trichomes: a physical plant barrier to a major agricultural pest. Science 193: 482-484.
- ROSS, H.H. y T.E. MOORE. 1957. New species in the *Empoasca fabae* complex (Homoptera: Cicadellidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 50: 118-121.
- ROSSETTO, C.J., L. DE SANTIS, O. PARADELA Y A.S. POMPEU. 1974. Especies de tripses colectados en culturas de feijoeiro. Bragantia 33: 9-14.
- SCHOONHOVEN, A. VAN Y C. CARDONA. 1980. Insectos y otras plagas del frijól en América Latina. *En*: Problemas de producción del frijól. CIAT. 09SB-1. p. 365-412.
- WILDE, G. Y A. VAN SCHOONHOVEN. 1976. Mechanism of resistance to *Empoasca kraemeri* in *Phaseolus vulgaris*. Envirom. Entomol. 5: 251-255.

-
- WILDE, G., A. VAN SCHOONHOVEN Y L. GOMEZ LAVERDE. 1976. The biology of *Empoasca kraemeri* on *Phaseolus vulgaris*. Ann. Entomol. Soc. Amer. 69: 442-444.
- WOLFENBARGER, D. Y J.P. SLEESMAN. 1961. Plant characteristics of *Phaseolus vulgaris* associated with potato leafhopper nymphal infestation. J. Econ. Entomol. 54:705-707.
- WOLFENBARGER, D. Y J.P. SLEESMAN. 1961. Resistance in common bean lines to the potato leafhopper. J. Econ. Entomol. 54: 846-849.
- WOLFENBARGER, D. Y J.P. SLEESMAN. 1961. Resistance to the potato leafhopper in Lima bean lines, interspecific *Phaseolus* crosses, *Phaseolus* spp., the Cowpea and the Bonavist bean. J. Econ. Entomol. 54: 1077-1079.

