

A — "Frijol de postrera" que sigue al "maíz de primera".

En este caso no se recomienda aplicar fertilizantes directamente al frijol. Es más conveniente exceder ligeramente los niveles de aplicación de fertilizantes en el maíz y permitir que el frijol aproveche la provisión residual de los nutrientes.

B — El frijol es el único cultivo en el año.

En este caso los niveles no deben exceder de los siguientes: N 45 Kg/ha; P₂O₅ 90 Kg/ha; K₂O 45 Kg/ha.

Se asume que la siembra es temprana de "primera" o "postrera" y que la variedad mejorada está bien adaptada a la localidad.

CAMBIOS EN EL PATRON DE CRECIMIENTO DEL FRIJOL CAUSADOS POR ALIMENTACION Y OVIPOSICION DE UNAS ESPECIES CENTROAMERICANAS DE CHICHARRITAS EMPOASCA (HOMOPTERA, CICADELLIDAE).

LEONCE BONNEFIL*

En el Centro de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, se están realizando desde hace un año y medio, una serie de pruebas con el propósito de definir y evaluar los daños que ocasionan en el frijol (*Phaseolus vulgaris*), unas especies centroamericanas de chicharritas del género *Empoasca*.

Estas pruebas comprenden una fase a corto plazo y otra a largo plazo. La primera tiende a resolver rápidamente el problema de infestación por chicharritas y lograr unos métodos de combate adecuados. La segunda involucra estudios dirigidos hacia la interpretación de los efectos dañinos que ocasionan los insectos.

Este grupo de insectos constituye indiscutiblemente la plaga del frijol más dañina en la región centroamericana. En efecto, tanto en nuestros ensayos de campo en Costa Rica, como por observaciones en otros países de América Central, se ha visto un alto grado de depredaciones de parte de chicharritas y especialmente en lugares poco altos, calurosos, con fuerte iluminación y precipitación baja.

Dos pruebas de tipo preliminar, cuyos objetivos fueron de reconocer los daños característicos de las chicharritas, de determinar las variaciones de éstas y de establecer su efecto sobre la producción de grano fueron conducidas.

MATERIALES Y METODOS

El género *Empoasca* cuenta con un gran número de especies, las cuales han sido divididas en dos grupos, según la alimentación de los individuos al nivel del mesofilo o de los conductores del floema. Típico del segundo grupo es la *Empoasca fabae*, muy conocida en zonas templadas como plaga de la papa, del frijol, de la remolacha, etc.

Esta especie se alimenta del floema y atrofia, el sistema de conducción de savia elaborada.

Con la excepción de unas pocas, las especies de varios sitios de Costa Rica, se comportan de una manera muy similar a la especie *fabae*. Aunque algunos taxónomos piensan que se encuentran en la región centroamericana razas de *fabae*, los insectos que hemos sometidos han sido clasificados como especies distintas.

* Entomólogo asignado por la FAO al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba.

Para lograr un alto grado de uniformidad en las pruebas, se sacaron de las colonias naturales, probablemente compuestas de varias especies, procedentes de diferentes localidades de Costa Rica, unas líneas puras a partir de parejas en cúpula. Las líneas así desarrolladas recibieron números de clave.

Las especies utilizadas se obtuvieron de una colonia de Alajuela, una zona altamente frijolera de Costa Rica.

Los ensayos se realizaron en un invernadero con paredes de cedazo de 12 mallas por pulgada lineal, y con techo de plástico de 4 mm de espesor.

Las condiciones promedio (mínima y máxima) dentro del invernadero, medidas por higrómetrografo fueron para la temperatura 69-97.5°F y 50-98.5% para la humedad. Las condiciones las más favorables al insecto caben dentro estos rangos y así se anticipó que la cría tenía que ser exitosa.

La cría se llevó a cabo en jaulas cuadradas de 30" de altura por 14" de frente y de lado. Los lados fueron cubiertos de Lumite Shade Cloth (tela para sombrear) de 31 mallas por pulgada lineal. El frente fue de "plexiglas" y el techo de materia plástica transparente. En el lado derecho había una manga de tela de forro para las manipulaciones.

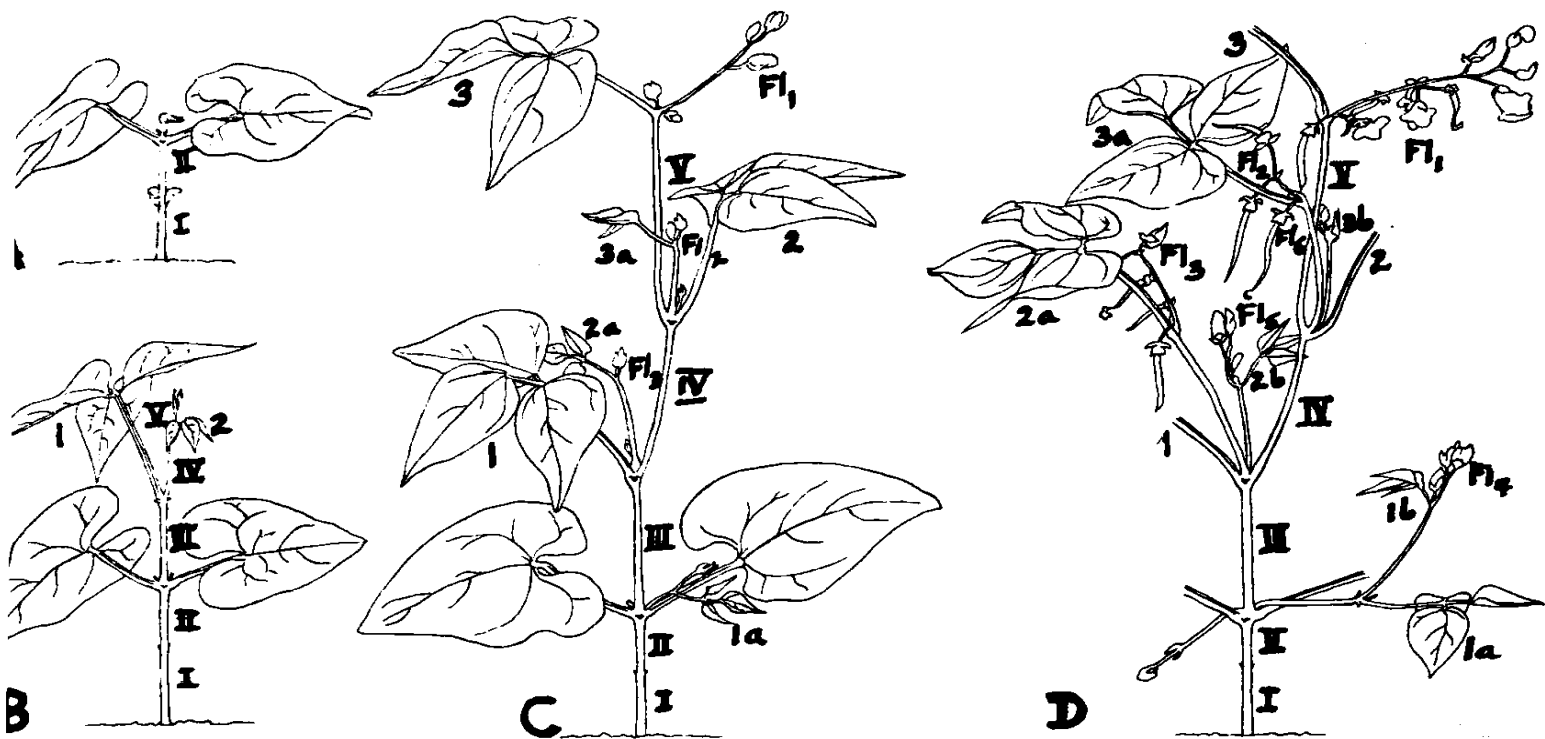
DETERMINACION DE LAS ETAPAS EN EL CRECIMIENTO NORMAL DE LA PLANTA DE FRIJOL EN INVERNADERO

Con el fin de establecer el orden de sucesión y la duración promedio de las diferentes etapas del crecimiento normal de la planta de frijol, se sembraron unas macetas con la variedad French Dwarf y se tomaron notas diarias de los progresos del desarrollo vegetativo.

Las plantas de frijol germinaron 5 días después de la siembra. Las primeras hojas son sencillas (Fig. 1 A) mientras que todas las siguientes son compuestas de tres hojuelas. La primera hoja compuesta (trifoliada) se desplegó 10 días después de la siembra. La segunda y tercera siguieron respectivamente 16 días y 20 días después de la siembra (Fig. B, 1, 2; C, 1, 2, 3). Unas matas exhibieron hasta una cuarta trifoliada.

A los 25 días se desarrolló, el pezón floral terminal, (Fig. 1, C, F1) el cual, a veces, puede tener una

242



Crecimiento normal de una mata de trébol de la variedad French Dwarf en condiciones de invernadero. A: plantita con las dos primeras hojas sencillas. B: planta más desarrollada mostrando las dos primeras hojas trifoliadas (1, 2) intenuados (I, II, III, IV y V) C: planta con hojas sencillas, primera serie de trifoliadas (1a, 2a, 3a, etc.) y primeros pezones florales (F1₁, F1₂, F1₃). D: planta con todas sus hojas y todas sus flores en sucesión.

última hoja trifoliada. El pezón comprendió alrededor de 13 flores.

Estas 4, 5 o 6 hojas trifoliadas constituyen una primera serie bastante distinta en cuanto a su posición, tamaño, tiempo de aparición, etc. Esta primera serie de desarrollo requiere 32 días. Una segunda serie empieza otra vez de abajo hacia arriba, en la axila de las hojas de la primera serie (Fig. 1, C, 1a, 2a, 3a). Estas aparecen a intervalos más cortos de 1 a 2 días. La segunda producción de hojas requiere solamente 15 días y se completa 35 días después de la siembra. La tercera y última serie de hojas sale de la axila de la segunda serie con el tallo, también a intervalos muy cortos (1 a 2 días). (Fig. 1, D, 1b, 2b, 3b).

Las flores, aparecen en orden de arriba hacia abajo en la segunda serie de trifoliadas y luego de abajo hacia arriba en la tercera serie de hojas trifoliadas. Estos pezones florales laterales en general cuentan con un promedio de 6 flores.

Las flores del pezón apical y luego las de las flores axilares se desarrollan en flores perfectas después de 3 a 4 días. Estas son fertilizadas en 2 o 3 días y entonces aparecen las pequeñas vainas. Para desarrollarse en vainas maduras con semillas viables, necesitarán de 3 a 4 semanas.

Los intenuados cuya longitud varía con la intensidad de la luz, fueron en condiciones de invernadero normalmente largos, sobre todo los últimos (Fig. 1,

C, IV, V) midiendo 6.2 cm y 20.8 cm, mientras que los 1^o, 2^o, 3^o midieron 3.5, 4.5 y 6.2 cm (Fig. 1, BCD, I, II, III).

En resumen, la primera serie de hojas trifoliadas es totalmente desarrollada en 32 días, la segunda serie en 35 a 36 días y la tercera en 40 a 42 días. Las vainas se maduran después de más o menos 57 días aunque no estén secas.

DETERMINACION DEL CICLO BIOLÓGICO DEL INSECTO

Las chicharritas, cigarrillas o saltahojas son insectos que miden en promedio 2 a 3 mm.

Son homópteros de la familia Cicadellidae, del género *Empoasca*. El ciclo entero del insecto se pasa en la planta hospedera.

Los adultos de color verde claro, las alas inclinadas en forma de cuña, el cuerpo más ancho en la cabeza, gradualmente afilándose hacia la punta de las alas; se alimentan de líquido alimenticio que extraen de los tejidos de la planta. Según la especie, pueden succionar en el área parenquimática o insertar el rostro en búsqueda de los conductos del floema.

Las ninfas de color verde blanquecino se alimentan al igual de los adultos de jugo vegetal que sacan ellos de los tejidos superficiales. Por consiguiente, mientras que los adultos se alimentan de las nervaduras de las

hojas, del tallo, de los pedúnculos, las ninfas se limitan a las hojas aunque, cuando el follaje decae por edad o cualquier causa, pueden emigrar hacia el tallo y el pedúnculo hasta las vainas tiernas.

Las hembras ovipositan principalmente dentro de la nervadura central de las hojas. La incubación requiere un promedio de 14 días, y las ninfas pasan por las diferentes etapas de su desarrollo en unos 21 días; la duración del ciclo total es de 35 días.

DETERMINACION DE LOS DAÑOS TÍPICOS A LA PLANTA DEL FRIJOL

El primer daño, por orden de importancia, es el crecimiento atrófico. Generalmente, unos de los adultos. Al llegar a la planta de frijol, algunos adultos enseguida succionan el tallo especialmente la parte terminal. Otros se reparten entre las hojas, localizándose siempre en la cara interior.

El crecimiento inmediatamente se suspende tanto en altura de la planta como en tamaño de las hojas trifolidas. Esta acción se limita al internudo donde se ha ido alimentando el insecto y a veces se daña el internudo que sigue. El desarrollo de las hojas trifoliadas inmediatamente arriba del internudo donde uno o más insectos se han alimentado, se atrofia. Cuando la infestación en el campo es alta y temprana y se mantiene por varias semanas, las plántulas de frijol son enanas, raramente logran producir flores que, a su vez, dan vainas raquílicas (Fig. 2, A). Este efecto del insecto es diferente cuando la planta se ha desarrollado más, como se describe ulteriormente.

Un segundo tipo de daño es el arrugamiento del follaje tierno. Parece que este daño lo causa un alto número de adultos que llegan al frijolar cuando ya las plantas tienen hojas en vía de crecimiento. Según el número de insectos que se alimentan de la misma hoja, esta se encorvará (Fig. 2, C, 1) o hinchará (Fig. 2, C, 2). La razón es que la nervadura central es siempre la primera que los insectos usan para su alimentación o su oviposición. Si es poco el número de insectos y que no se incomodan mutuamente, la mayoría de ellas se alimentará de la nervadura maestra. Si el número de insectos es grande y que no todos los individuos caben sobre esta nervadura principal, entonces se distribuirán sobre las nervaduras secundarias con el resultado de que la hoja se pone hinchada.

Las hojas así alteradas nunca vuelven a ser normales, su tamaño permanece reducido y el hinchazón persiste hasta que mueren. Hay indicaciones que la sola alimentación (y no necesariamente la oviposición) puede provocar este daño. El hecho de que solamente las hojas tiernas se hinchan parece indicar que la alimentación en la nervadura impide el crecimiento de ésta.

El último tipo de daño es el amarillento de las hojas. Aunque a veces este síntoma es el más notorio, constituye un criterio de interpretación muy poco confiable. En efecto, el amarillento puede venir de varias causas, como escasez de humedad en el suelo, temperatura atmosférica alta, marchitamiento bacterial, etc. Por otra parte, el amarillento es un síntoma en general, que no se manifiesta espontáneamente, sino con bastante demora. Además, este síntoma varía sensiblemente con el medio, siendo generalmente exagerado en condiciones de baja humedad y alta temperatura.

Finalmente, se debe de diferenciar entre el amarillamiento causado por adultos y por ninfas. Este último se extiende a toda la hoja de manera uniforme, es de intensidad mucho menor y generalmente no se termina por una necrosis. El amarillamiento causado por adultos es muy típico en lo que exhibe un patrón característico, es intenso y se termina en áreas necróticas marginales. Lo que tomamos por coloración, y que, en realidad, es una decoloración por destrucción del clorofilo, se conforma estrechamente con la venación foliar. El área amarillo es ligeramente triangular empezando al punto de alimentación en la nervadura lateral y se extiende hasta el borde de la hoja.

El tejido así descolorido sigue viviendo por largo tiempo y las hojas afectadas permanecen en la planta a veces por todo el período de desarrollo de ésta. Al final, las áreas amarillentas se ponen gradualmente necróticas, del borde hacia el interior de la hoja. Las partes no descoloridas permanecen verdes, hasta que la hoja entera muestre señas de decaimiento, se seca y cae.

RELACION ENTRE EL GRADO DE DAÑO Y EL NUMERO DE INSECTOS

El daño de chicharrita, de cualquiera de los tres tipos anteriormente descritas, es mayor con un número mayor de insectos. Con el objeto de determinar el efecto del número de insectos sobre la extensión de los daños, se estableció un ensayo con varios números de insectos.

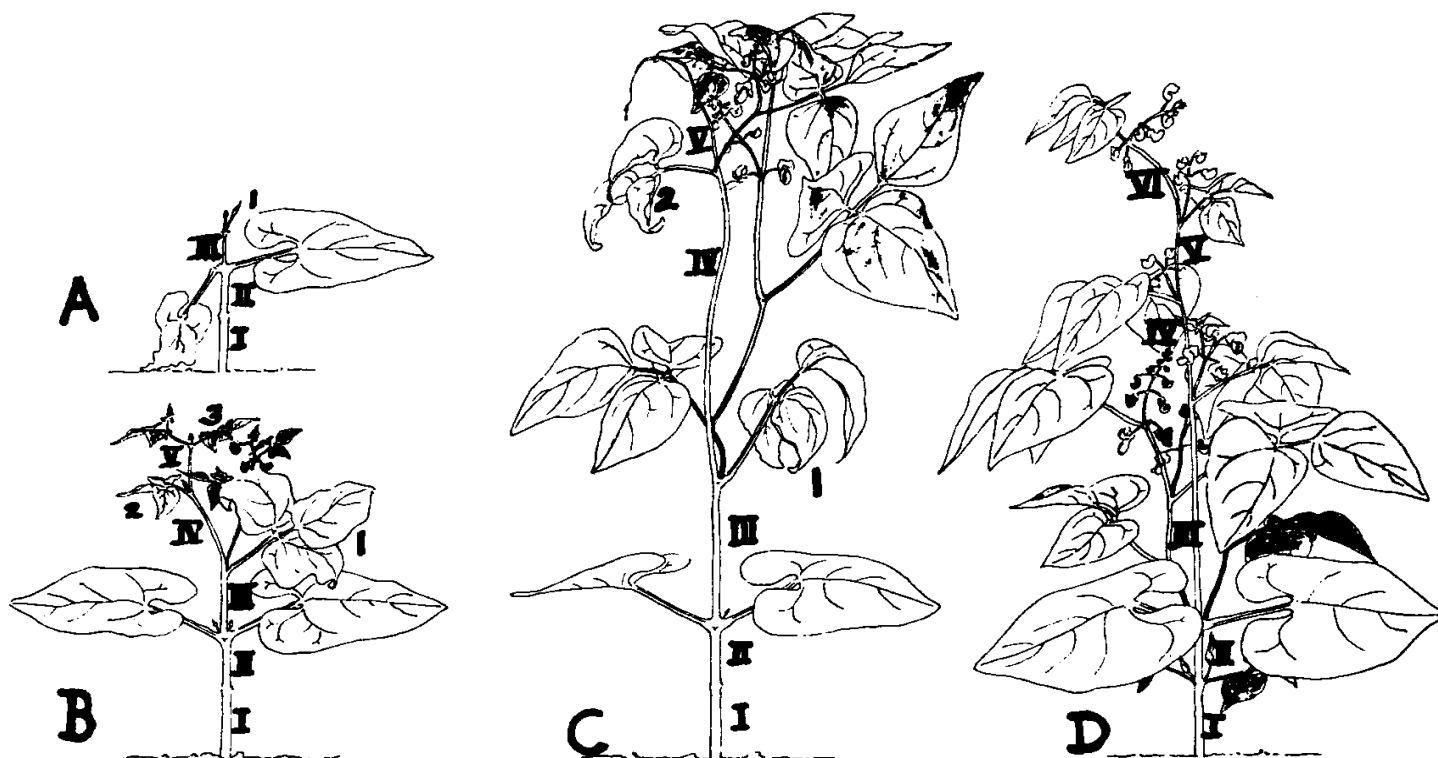
Este ensayo se llevó a cabo en cuatro jaulas de 24" de alto, 12" de ancho y 15" de profundidad. En éstas cabían envases cilíndricos de metal de aproximadamente un galón de capacidad. Estos envases fueron pintados con brea interiormente y recibieron tierra abonada con una fórmula completa. Se sembraron en cada envase 3 plantas de frijol. Los insectos se introdujeron al desplegar la primera hoja trifoliada.

Se tomó como variable el número de insectos por hoja desplegada, con un individuo adicional para el brote terminal del tallo. Se utilizaron concentraciones de 1, 2 y 3 insectos por hoja y el insecto adicional. El total de insectos se repartió igualmente entre los sexos, asumiendo una proporción de sexos de 50:50.

El índice de comparación fue el peso de granos producido. Se verificó que la gravedad del daño es proporcional al número de insectos, pero que a partir de la densidad de 2 insectos por hoja la infestación ocasiona la muerte prematura de las plantas y la aniquilación de toda producción de semillas.

Las plantas así afectadas tuvieron un desarrollo bastante atrofiado, un aspecto matoso, con las hojas arrugadas e hinchadas. También se pudo notar el amarillamiento angular típico.

Después de haber determinado el nivel de infestación para un desarrollo suficientemente visible de los daños sin matar a las plantas, se plantó otro ensayo en el cual se tomó en cuenta el estado de desarrollo de la planta, y en el cual fue igual el número de insectos.



Cambios en el patrón de crecimiento de la planta debidos a la alimentación y oviposición de chicharritas. A: planta decaída por acción de una fuerte población de chicharritas. B: planta que se ha recuperado de un ataque fuerte. Las primeras trifoliadas (1). El crecimiento posterior a la baja de población de insectos es raquítico en los internudos (IV, IV), en las hojas (2, 3) y flores. También es raquítico el brote axilar. C: el resultado del ataque de insectos a un estado más adelantado. El brote terminal se muere y se seca. Los brotes laterales han crecido en la axila de la primera (1) y segunda (2) trifoliadas. D: planta de aspecto matoso por producción de trifoliadas en las axilas de las hojas sencillas, de las hojas trifoliadas de la primera serie y hasta en el punto de unión de los cotiledones

EFFECTO DEL ESTADO DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA SOBRE LA NATURALEZA Y LA IMPORTANCIA DEL DAÑO

Del estado de desarrollo de la planta debe depender la naturaleza y la importancia del daño. Cuatro estados fueron elegidos: 1) plantas con primeras hojas (sencillas) y primera hoja trifoliada apenas desplegada; 2) plantas con 2 trifoliadas desplegadas; 3) plantas con todas las hojas trifoliadas (primera serie) desplegadas; 4) testigos sin insectos. Se eligió la densidad de un insecto por hoja con uno para el brote terminal del tallo.

Los resultados fueron los siguientes:

1. Plantas con primera hoja trifoliada en brote:

El crecimiento apical se detuvo inmediatamente al introducir los insectos y los brotes axilares empezaron a desarrollarse al nivel de las primeras hojas. Después de 4 días, la altura del testigo era doble, en promedio, de la altura de las plantas con insectos.

La primera hoja trifoliada axilar (en la axila de una de las 2 hojas sencillas) se desarrolló rápidamente y emitió otras 2 hojas trifoliadas y un pezón floral en el lapso normal de 25 días. Las trifoliadas de la primera serie se desarrollaron mucho más tarde y alcanzaron un tamaño netamente debajo de lo normal.

En la axila de las trifoliadas de la primera serie se desarrollaron pezones florales con pocas flores (4 a 5), a veces con una trifoliada minúscula en el extremo.

El pezón apical se desarrolló muy tarde tal vez con bastantes flores (8 a 9) pero las vainas que procedieron de ellas fueron muy pequeñas y los pocos granos que lograron formarse fueron muy pequeños, de 2 a 3 milímetros.

En resumen, la planta completamente desarrollada apareció baja y compacta con mucho follaje especialmente en la parte mediana. En la parte terminal, las hojas fueron anormalmente pequeñas. En cuanto a la floración, aparentemente el número absoluto de flores no fue muy inferior al normal; sin embargo, las vainas y granos fueron muy pequeños.

Conviene añadir, que en este elemento del experimento que simulaba un ataque bastante temprano, se debe contar normalmente con el ataque de las ninfas y luego los adultos de una segunda generación.

Numerosas ninfas alimentándose de las hojas impartieron a éstas una coloración amarilla e hicieron que murieran prematuramente. Las ninfas más tardías y los primeros adultos que salieron se unieron para succionar las hojas ya bastante decaídas, el

tallo, los pecíolos y hasta las vainas tiernas. Las vainas no maduraron ni dieron semillas normales.

2. Plantas con dos hojas trifoliadas desplegadas (Fig. 2, C). En estas plantas la acción de los insectos se concentró en los brotes tiernos, matando a la parte terminal del tallo y provocando en las trifoliadas el corrugamiento típico y un cierto grado de hinchazón. (Fig. 2, C, 1, 2).

Pronto empezaron a salir brotes laterales en las axilas de las hojas trifoliadas y más tarde en la axila de las primeras hojas. Estos brotes, en general, produjeron menos follaje en la axila de las hojas trifoliadas que en la axila de las primeras hojas; sin embargo, estas últimas fueron tardías y pequeñas.

Al final del experimento, las plantas ofrecían una forma delgada no matosa, con follaje poco denso y unas pocas flores.

Las ninfas y los adultos de la segunda generación aparecieron a tiempo para succionar todas las partes de las plantas. Las vainas, en general, salieron raquílicas y no dieron granos.

3. Plantas con todas sus hojas trifoliadas de la primera serie y pezón floral en botón. (Fig. 2; D). Los insectos se alimentarán inmediatamente de las partes terminales tiernas, concentrándose en la tercera hoja trifoliada y el pedúnculo del pezón floral apical. Se quedaron en las partes altas de la planta y pocos emigraron a partes medianas y bajas.

El pezón floral terminal permaneció sumamente raquílico. Sin embargo las flores en los brotes axilares se desarrollaron normalmente hasta que se manifestaron las ninfas de los últimos instares y los adultos que dañaron unas de las vainas en la parte mediana. Sin embargo, las plantas lograron producir una cierta cantidad de granos.

DISCUSION

De los dos ensayos que se describieron anteriormente, se pueden sacar las siguientes conclusiones o sugerencias:

1. Parece bastante cierto que el tipo de *Empoasca* que se utilizó, tal como otros que se observaron, pertenecen a la categoría de chicharritas que se alimentan del sistema vascular de las plantas hospedadas.

2. De los diferentes tipos de daño notados, el desarrollo atrófico es el que tiene máximos efectos sobre el patrón de crecimiento del frijol. Una infestación ligera ocasiona una producción foliar axilar intensa que compensa en parte los daños al brote terminal. Infestaciones de medianas a fuertes provocan la formación de hojas pequeñas agrupadas (internudos muy cortos), las vainas son pocas y raquílicas. En el caso de infestaciones muy fuertes las plantitas permanecen enanas (Fig. 2, A) aunque éstas pueden en casos de una baja rápida de la población de insectos, empezar de nuevo a crecer logrando producir hojas nuevas pequeñas y unas vainas anormalmente desarrolladas (Fig. 2, B).

El desarrollo atrófico evidentemente no puede afectar a plantas desarrolladas y, por eso, una siembra temprana es susceptible de sufrir menos o de escapar totalmente los daños de chicharritas.

3. La chicharrita *Empoasca* produce en frijol un amarillamiento característico, diferente de la virosis o de otros tipos de amarillamiento. La importancia de este tipo de daño, sobre la producción de semillas es probablemente poca, llegando muy tarde en el desarrollo vegetativo. Esta presunción tendrá que ser comprobada.

4. En general, los daños por chicharritas son localizados y aparentemente no tienen ningún carácter sistémico; las depreciaciones son proporcionales al número de insectos, y los cambios morfológicos son profundamente distintos en plantas de varios estados de crecimiento.

5. Reacciones tales como estimulación de desarrollo axilar, detención y reanudación de crecimiento, sugieren además de un efecto mecánico de los daños, una acción fisiológica.

Referencias

- Delong, D. M. Biological studies on the leafhopper *Empoasca* as a bean pest. U.S.D.A. Technical Bulletin No. 168. 1938.
- Poos, F. W. Leafhopper injury to legumes. Jour. Econ. Ent. 22:146-153. 1929.
- Putman, W. L. The feeding habits of certain leafhopper. The Canadian Entomologist. 73:40-53. 1941.
- Smith, F. F. & F. W. Poos. The feeding habits of some leafhoppers of the genus *Empoasca*. Jour. of Agric. Res. 43(3):267-285.

ESTUDIO SOBRE DOS COMPUESTOS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)¹

GUILLERMO E. YGLESIAS PACHECO*

La formación de compuestos o variedades con diferentes tipos de resistencia es una forma de evitar la destrucción de variedades que previamente presentaban resistencia al ataque de enfermedades. En efecto,

¹ El presente trabajo fue realizado en la Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit Moreno" de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. Los primeros cinco ensayos son parte de la Tesis de Grado de la Srta. Elsa Sáenz F. Los restantes, fueron realizados por el autor en cooperación con el estudiante Carlos Eduardo Mora Vargas.

* Ing. Agrónomo. Actualmente Ministro de Agricultura de Costa Rica.

dentro de un compuesto es posible mezclar cualquier número de líneas. Si una de ellas fuera afectada por alguna enfermedad, puede ser eliminada y en caso contrario, cualquier nueva línea con las características deseadas puede ser agregada al compuesto, lo que se traduce en mayor variabilidad lo cual es fundamental en un compuesto.

El compuesto asegura al agricultor contra la pérdida total de su cosecha, manteniendo siempre un rendimiento aceptable, pero es lógico suponer que

242