

Centro Internacional de Agricultura Tropical

CIAT
BIBLIOTECA

Serie SE-17-81

15 Octubre, 1981

Mejoramiento del Fríjol Común por resistencia a *Empoasca kraemeri*

Jorge E. García

INTRODUCCION

Empoasca kraemeri, un homóptero de la familia Cicadelli dae, es considerada la plaga más importante del fríjol en América Latina.

Las hembras colocan sus huevos insertados en el tejido de las hojas, en los pecíolos y en los tallos. Después de 8 a 9 días emergen las ninfas, que son pequeñas, de color verde pálido y pasan por 5 instares que duran alrededor de 10 días. Luego de la 5a. muda aparecen los adultos de color verde pálido, con pequeñas manchas blancas en la cabeza y alas translúcidas. Los adultos y las ninfas se alimentan en el envés de las hojas.

CIAT
BIBLIOTECA
ADQUISICIONES - CALQUE

Es una especie de alta fecundidad, ya que coloca alrededor de 107 huevos durante su período de vida.

El daño es causado tanto por las ninfas como por los adultos los cuales inician su ataque inmediatamente después de la emergencia de las plantas. Inicialmente se nota un curvamiento de las hojas hacia abajo como ocurre normalmente o hacia arriba en algunos casos; posteriormente las hojas presentan enrollamiento y amarillamiento de los bordes, lo cual puede observarse en todo el follaje. Puede presentarse luego necrosis de los ápices y bordes de los folíolos. La planta presenta enanismo y un aspecto achaparrado. En materiales muy susceptibles, las vainas se deforman y su número se reduce; en algunos casos las plantas mueren. La variación en la expresión de los síntomas depende en muchos casos, de la variedad y especie de fríjol afectada.

Debido a que el *Empoasca* es una plaga directa que influye en el crecimiento y desarrollo de la planta de fríjol, se produce una disminución drástica de la producción, ya que resultan afectados tres de los principales componentes del rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de la semilla.

En épocas secas, cuando el daño que causa es mayor que en época húmeda, el insecto puede ocasionar pérdidas en el rendimiento superiores a 50% y en variedades susceptibles hasta del 100%.

Debido a que los métodos de control cultural y biológico ofrecen soluciones parciales y la protección con insecticidas es una medida temporal, el CIAT se ha interesado en buscar una alternativa más confiable, segura y económica: La resistencia varietal. Mediante este método se busca lograr un

aumento en la resistencia que permita ganancias en rendimiento y disminuir en lo posible la necesidad de utilizar insecticidas. No se pretende en ningún momento buscar inmunidad absoluta al insecto.

MEJORAMIENTO PARA LA OBTENCION DE RESISTENCIA VARIETAL

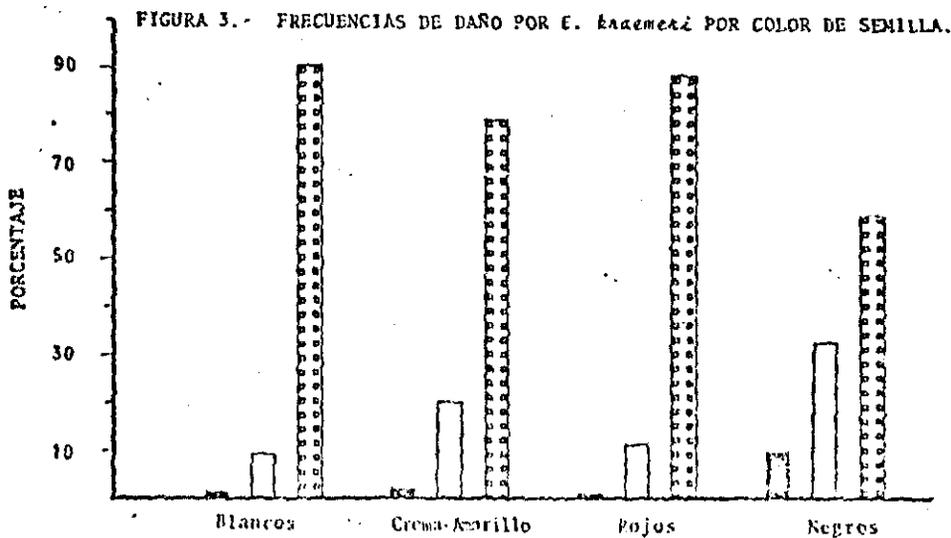
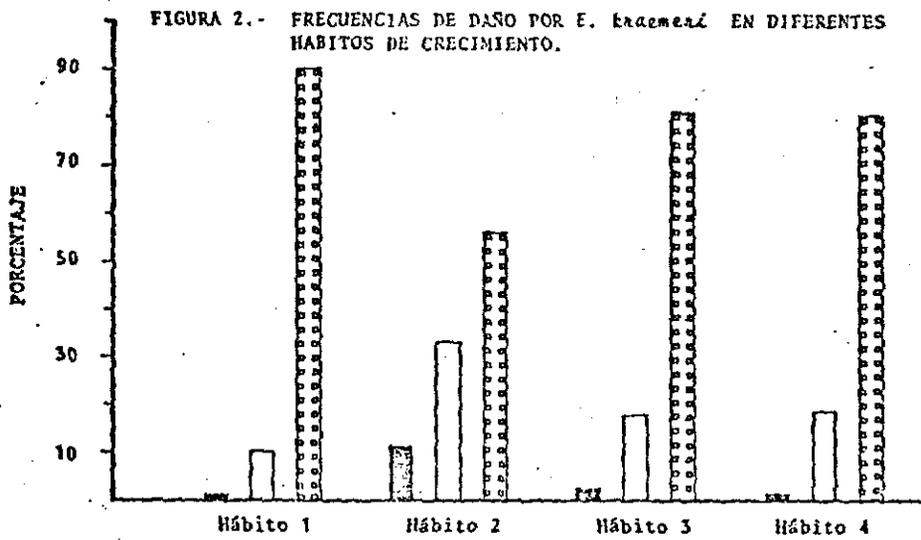
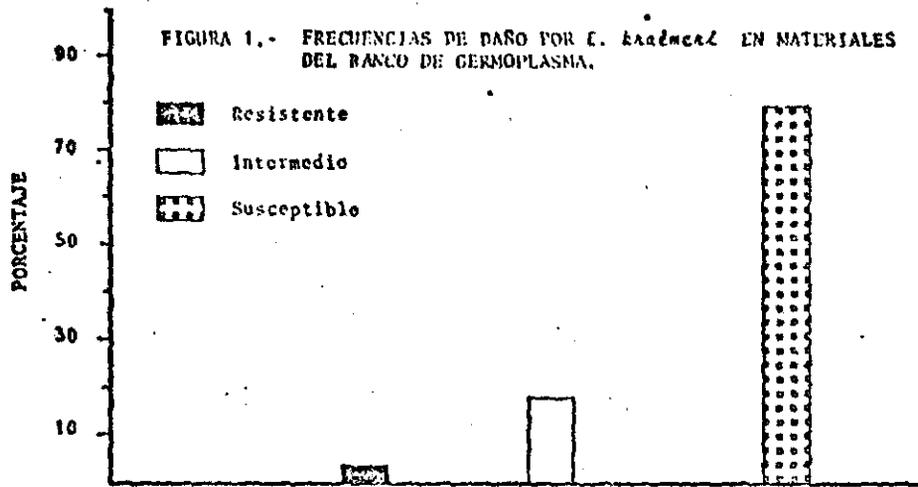
I. METODOLOGIA RESUMIDA

El mejoramiento del frijol para la obtención de resistencia a *Empoasca kraemerii* comprende tres etapas o pasos fundamentales que son: a) Escogencia de fuentes de resistencia; b) Hibridación de los materiales seleccionados, y c) Selección de progenies resistentes.

La escogencia de fuentes de resistencia se logra mediante un tamizado masivo de cultivares en varias etapas de selección, mediante una escala visual de daño (0 = ningun daño; 5 = daño muy severo). No se hacen recuentos de insectos en estas etapas por que no hay buena correlación entre daño y población.

El mejoramiento del frijol común por resistencia a esta plaga ha sido muy difícil, debido a que existen pocas fuentes de tolerancia en los materiales del Banco de Germoplasma hasta ahora evaluados. Es así como al analizar los resultados de las evaluaciones de los 10.000 primeros materiales con número CIAT, encontramos que, solo el 3.3% de ellos son resistentes (calificaciones menores o iguales a 2) y cerca del 80% son susceptibles (Figura 1).

Adicionalmente se puede observar (Figura 2) que son escasas las fuentes de resistencia en los materiales de hábito de crecimiento 1, 3 y 4. Del total de materiales evaluados



mide mejor con base en la capacidad del material para producir en presencia del insecto o sea su potencial de rendimiento; los materiales seleccionados y codificados como EMP son sometidos a dichas pruebas en F_4 . La palabra final acerca del avance realizado en el mejoramiento la dicen los rendimientos y es el porcentaje de pérdida en el que indica dicho avance.

II. AVANCES EN EL MEJORAMIENTO

Durante 1976 se dió comienzo al programa de mejoramiento por resistencia a *Empoasca kraemerii* con 224 cruces simples y dobles entre progenitores iniciales; en 1977 se iniciaron las selecciones y las pruebas de progenie, al igual que los estudios de heredabilidad.

En 1978 se realizó a nivel de campo un ensayo comparativo entre 8 grupos de materiales producidos en diferentes etapas de selección; cada material fué evaluado visualmente por el daño ocasionado por el insecto y se midieron los rendimientos expresandolos en gramos/planta (Tabla 1). Se nota aquí un aumento en la resistencia, ya que tanto la calificación de daño como los rendimientos fueron aumentando a medida que se avanzó en el cruzamiento.

Teniendo en cuenta que los rendimientos por planta obtenidos de parcelas tan pequeñas (1 surco) pueden ser variables y poco confiables, se estimó que el progreso obtenido hasta ese momento podría ser aparente; por esta razón se diseñó el primer ensayo de rendimientos, el cual contenía materiales pertenecientes a las 1as. cruces y I y II ciclos de selección recurrente.

Tabla 1.- Calificación de daño y rendimientos promedios de ocho grupos de materiales.

G R U P O	Calificación de daño	Rendimiento (gr/planta)
Progenitores y cruces simples	2.39	15.4
Progenitores iniciales ¹⁾	2.34	16.3
Cruces dobles	2.44	16.8
Selección masal de cruces dobles	2.16	17.6
Selecciones por pedigri de cruces simples	2.08	17.9
Nuevo germoplasma ²⁾	2.33	14.9
Progenitor masculino para el siguiente ciclo de cruces	2.26	18.6
Progenitor femenino para el siguiente ciclo de cruces	1.91	19.7

1) Población base

2) Nuevas accesiones del Banco de Germoplasma, introducidas al bloque de cruces.

Primeras Cruzas, I y II Ciclos de Selección

Este ensayo (1979) se realizó mediante un diseño de parcelas divididas con y sin protección química, y en él se incluyeron 45 materiales discriminados así: 10 materiales de c/u de los siguientes grupos: Progenitores, las cruces, I y II ciclo de selección, así como también 5 testigos.

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de materiales con respecto a las poblaciones del in-

secto (Tabla 2), aunque la calificación de daño fué significativamente diferente entre grupos; éste parámetro no correlacionó muy bien, ni con las poblaciones ni con los porcentajes de pérdida. Esto sugiere que seleccionar un material solamente por su daño visual no es confiable y podría resultar peligroso dentro de un programa de mejoramiento para ésta característica.

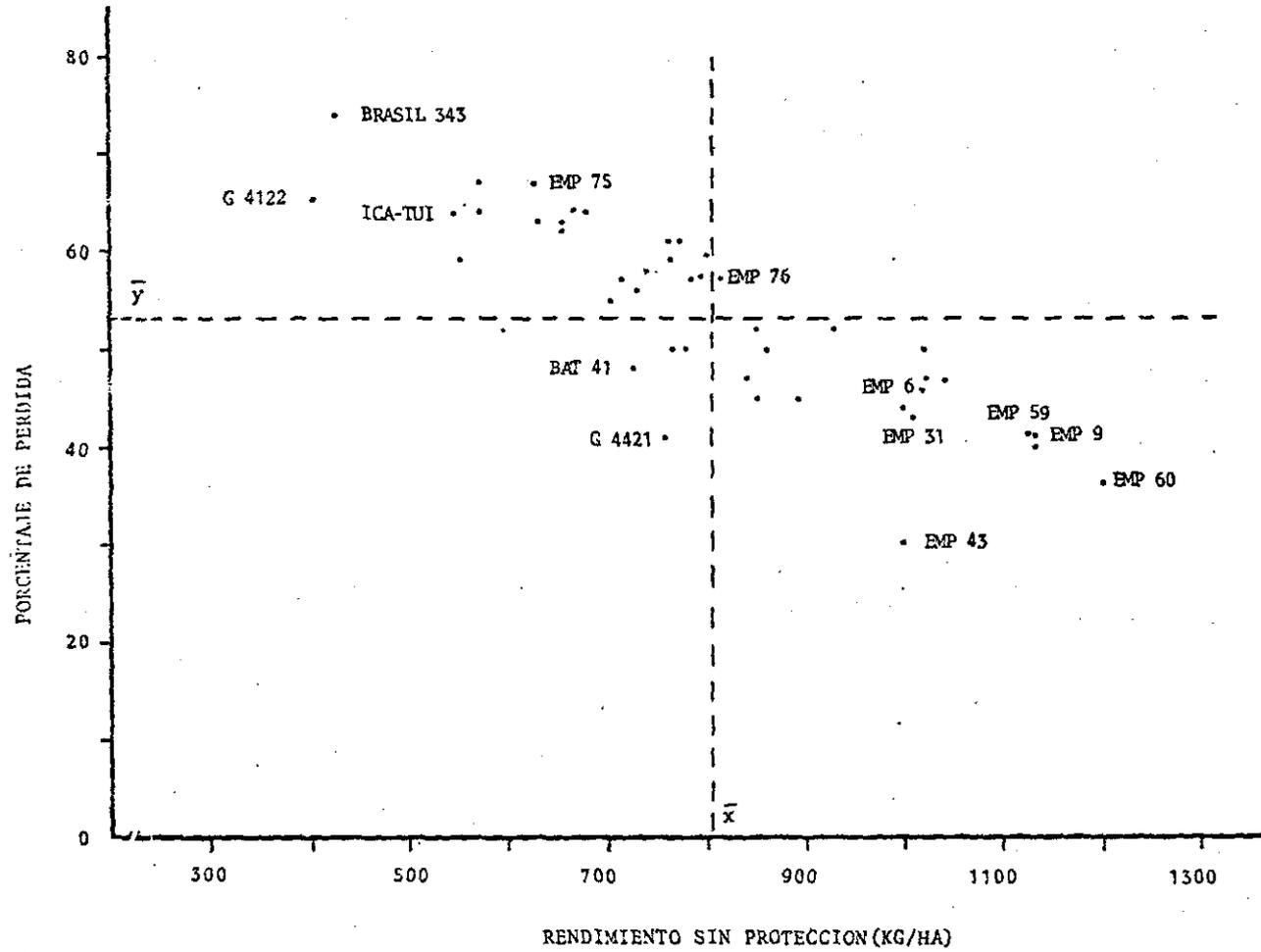
Tabla 2.- Niveles de infestación de ninfas y adultos de *E. kraemerí*, calificación de daño y porcentaje de pérdida.

Grupo	Ninfas/ 10 trif.	Adultos/ 5 m.	Calificación visual de daño	% de pérdida
las. cruzas	24.4 b*	53.8 a	2.4 c	50.1 a
I ciclo	25.2 ab	60.2 a	2.6 c	54.2 a
II ciclo	22.9 b	62.6 a	2.9 b	55.7 a
Padres	23.2 b	51.5 a	3.0 b	56.4 a
Testigos	27.7 a	61.9 a	3.6 a	51.4 a

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

La capacidad de un material para rendir bien, bajo una presión de población del insecto, permite clasificarlo como resistente o tolerante, dicha capacidad está medida por el porcentaje de pérdida. Al graficar éstas dos variables (Figura 4), se encuentra que los mejores materiales son aquellos que poseen buen potencial de rendimiento y bajo por-

FIGURA 4.- RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO SIN PROTECCION Y EL PORCENTAJE DE PERDIDA CAUSADO POR Empasca EN 45 MATERIALES.



centaje de pérdida. Es así como hay 6 representantes de las 1as. cruza (EMP 6, 9, 30, 40, 43 y 51) y sólo tres representantes del II ciclo (EMP 66, 71 y 74).

Se detectó en este ensayo que el progreso en el mejoramiento para incorporar resistencia a ésta plaga no era significativo, ya que se esperaba tener un mayor número de materiales del II ciclo con bajo porcentaje de pérdida y buena capacidad de rendimiento. Tal vez en éste período se prestó mucha atención a otros factores (ejemplo: roya) o las selecciones se realizaron con bajos niveles de infestación del insecto (poca presión de selección).

Con el fin de reconfirmar los resultados del semestre anterior, durante 1980 se realizaron 5 ensayos que incluían los 5 mejores materiales tanto de las primeras cruza como del II ciclo de selección, así como también algunos testigos.

Los resultados que se discutirán en seguida son el producto de un análisis combinado de 6 ensayos (1979 y 1980). Las poblaciones de ninfas y adultos del insecto y la calificación visual del daño en cada ensayo, fueron cada vez mayores y significativamente diferentes entre sí, permitiendo esto observar el comportamiento de los materiales bajo diferentes niveles de población y diferentes condiciones climáticas (Tabla 3).

En todos los ensayos los recuentos de insectos no sirvieron para clasificar materiales por su resistencia; es así como los coeficientes de correlación de rangos entre poblaciones y calificación de daño, y entre calificación de daño y porcentaje de pérdida no fueron significativos (Tabla 4); confirmando ésto que no son mejores los materiales con menor población, ni tampoco aquel material con menor calificación

de daño. Es el rendimiento sin protección y el porcentaje de pérdida ocasionado por el insecto, lo que permite seleccionar mejores fuentes de resistencia.

Tabla 3.- Poblaciones de ninfas y adultos de *Empoasca krae*
meri y calificación visual de daño (6 ensayos con
secutivos).

Ensayo No.	Ninfas por hoja	Adultos por planta	Calificación del daño
2	1.5 d*	0.6 d	2.4 d
1	2.5 cd	1.2 cd	2.9 bc
3	3.1 c	1.8 c	2.5 cd
4	4.8 b	2.9 b	3.7 a
6	4.9 b	3.0 ab	3.8 a
5	7.4 a	3.7 a	3.1 b

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

Tabla 4.- Coeficientes de correlación de rangos (Spearman).

Correlación entre:	r_s
- Ninfas y calificación visual	0.35 N.S.
- Adultos y calificación visual	0.03 N.S.
- Calificación visual y porcentaje de pérdida	0.12 N.S.

Nótese cómo de 6 materiales clasificados como mejores por su menor porcentaje de pérdida, cuatro de ellos pertenecen a las 1as. cruzas (EMP 9, 40, 42 y 43) y solo dos (EMP 68 y 70) al II ciclo de selección (Figura 5).

Al hacer una comparación entre las primeras cruzas y el II ciclo en base a los porcentajes de pérdida para cada uno de los 6 ensayos, se confirma el poco progreso en la incorporación de resistencia (Tabla 5).

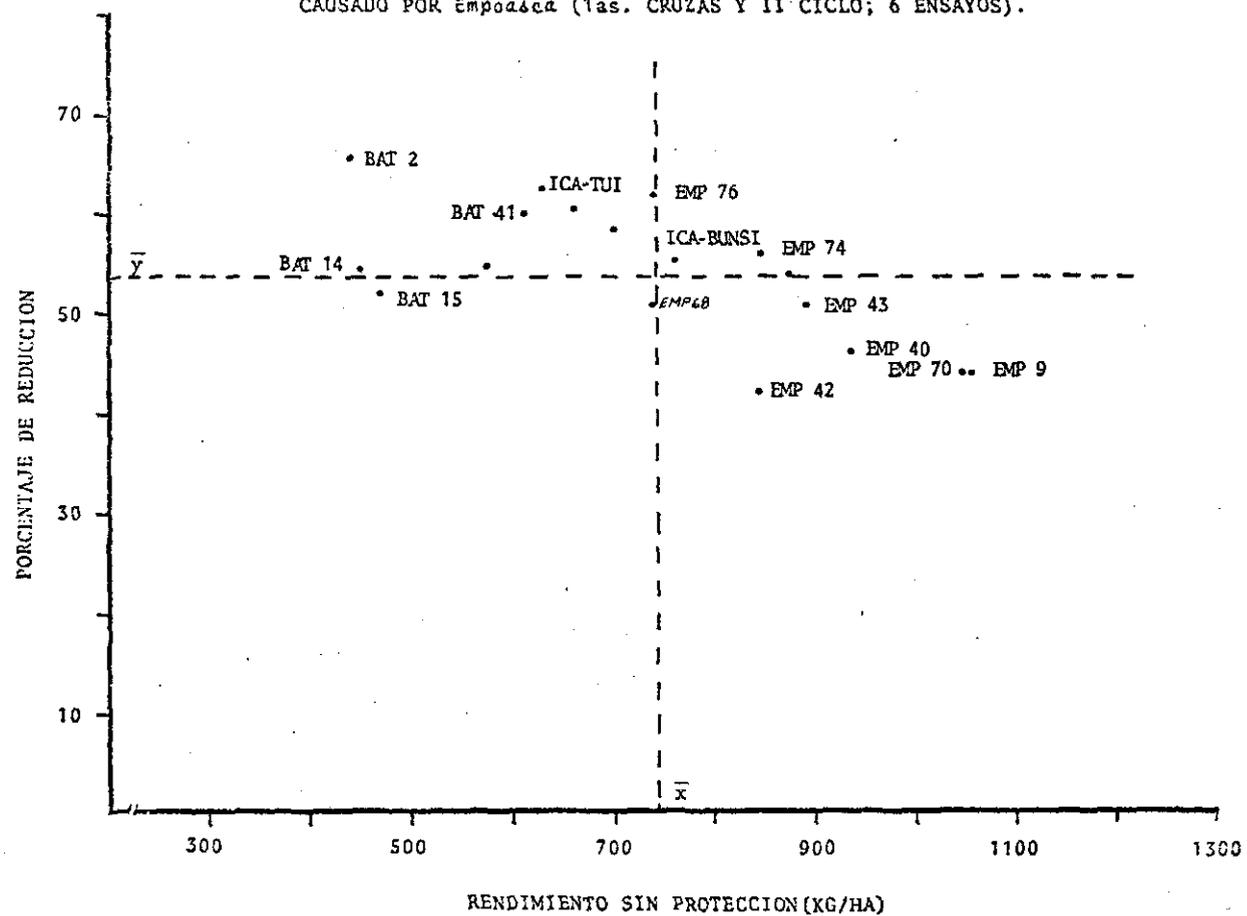
Tabla 5.- Porcentajes de pérdidas en rendimiento causadas por *Empoasca kraemeri* en 6 ensayos consecutivos.

	1979B	1980					Combinado
	45 vars.	1º	2º	3º	4º	5º	(6 ensayos)
1as cruzas	50.1 a*	23.3 a	32.8 a	72.7 b	38.6 b	56.2 b	46.5 a
II ciclo	55.7 a	23.8 a	38.4 a	82.4 a	47.7 a	68.2a	53.8 a

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

A partir de este momento, debido a que los conteos de insectos al igual que la calificación visual de daño eran una medida engañosa para la clasificación de un material como resistente y que el rendimiento no protegido es un mejor criterio de selección, se introdujo la adaptación reproductiva, parámetro éste que nos indica el potencial de producción de un material en presencia de la plaga.

FIGURA 5.- RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO SIN PROTECCION Y EL PORCENTAJE DE REDUCCION CAUSADO POR Empoasca (1as. CRUZAS Y II CICLO; 6 ENSAYOS).



III ciclo de selección

Durante 1980 B y 1981 A se realizaron 3 ensayos de rendimiento con 11 materiales del III ciclo de selección para *Empoasca*.

En la Tabla 6 se muestran los coeficientes de correlación de rangos entre las diferentes variables medidas. Nótese que al igual que en los ensayos anteriores, la correlación entre poblaciones y daño visual y éste parámetro con rendimiento no protegido y porcentaje de reducción, no fueron significativas. Por el contrario la adaptación reproductiva correlacionó muy bien y significativamente con el rendimiento no protegido y el porcentaje de reducción.

Tabla 6.- Coeficiente de correlación de rangos (r_s) III ciclo de selección.

Correlación entre	r_s (análisis combinado)
Ninfas y daño	0.218 N.S.
Adultos y daño	0.088 N.S.
Daño y adaptación reproductiva	0.38 N.S.
Daño y Rendimiento no protegido	-0.116 N.S.
Daño y porcentaje de reducción	0.297 N.S.
Rendimiento no protegido y porcentaje de reducción	-0.733 **
Adapt. reproductiva y rend. no protegido	-0.732 **
Adapt. reproductiva y porcentaje de reducción.	0.586 *

*, ** Significativos al 5 y 1%, respectivamente.

Sabiendo que el porcentaje de reducción es la mejor manera de medir la resistencia de un material, se realizaron las regresiones de éste criterio en base a las variables: adultos, ninfas, daño y adaptación reproductiva. Vemos cómo el mayor aporte para la explicación del porcentaje de pérdida lo hace la adaptación reproductiva; es mínima la contribución de las poblaciones y el daño (Tabla 7).

Tabla 7.- Coeficientes de determinación para las regresiones entre porcentaje de reducción y las variables adultos, ninfas, daño visual y adaptación reproductiva.

Variable	r^2
Adultos	0.0009
Ninfas	0.0024
Daño visual	0.0094
Adaptación reproductiva	0.2103

Adultos + ninfas	0.0032
Daño + ninfas	0.0977
Daño + adultos	0.1000
Adaptación + daño	0.2168
Adaptación + adultos	0.2231
Adaptación + ninfas	0.2262

Daño + adultos + ninfas	0.1006
Adaptación + adultos + ninfas	0.2262
Adaptación + daño + adultos	0.2303
Adaptación + daño + ninfas	0.2113

Adaptación + daño + adultos + ninfas	0.2318

Durante este ciclo de selección se logró dar un gran paso ya que además de obtener un rendimiento promedio de 1482.5 Kg./Ha (sin protección), se encontraron materiales con buen potencial de rendimiento y pérdidas muy bajas como es el caso del EMP 81, un material con semilla de color crema (mula tinho) que pierde solo el 15.8% y rinde alrededor de 1800 Kg/ha sin protección, y del EMP 84 material de color negro muy buen rendidor: 2520 Kg/ha protegido y 1790 Kg/ha sin protección química.

En éste III ciclo la mayoría de los materiales fueron superiores a los testigos susceptibles ICA-BUNSI y BAT 41 y al testigo comercial intermedio ICA-TUI (Figura 6). Es de resaltar que se logró también la adquisición de fuentes de resistencia en materiales con semilla de otros colores (crema, café, blanco) lo cual hasta el momento no se había lo- grado. También se encontraron diferencias significativas entre materiales, con respecto a las poblaciones de ninfas y adultos del insecto (Figura 7).

Basados en estas diferencias se escogieron algunos ma- teriales con los cuales se está llevando a cabo una serie de ensayos a nivel de campo e invernadero, que permitirán de- tectar algún mecanismo de resistencia diferente al de tole- rancia, encontrado hasta ahora.

IV ciclo de selección

Basados en que la adaptación reproductiva bajo "stress" de *Empoasca*, es un criterio importante para la obtención de materiales resistentes, durante este ciclo se introdujo di- cha evaluación desde la escogencia de los progenitores y en cada una de las generaciones siguientes. Además se dió ma- yor énfasis en la escogencia de materiales no negros y no

FIGURA 6.- RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO SIN PROTECCION Y EL PORCENTAJE DE REDUCCION EN MATERIALES DEL III CICLO (TRES ENSAYOS).

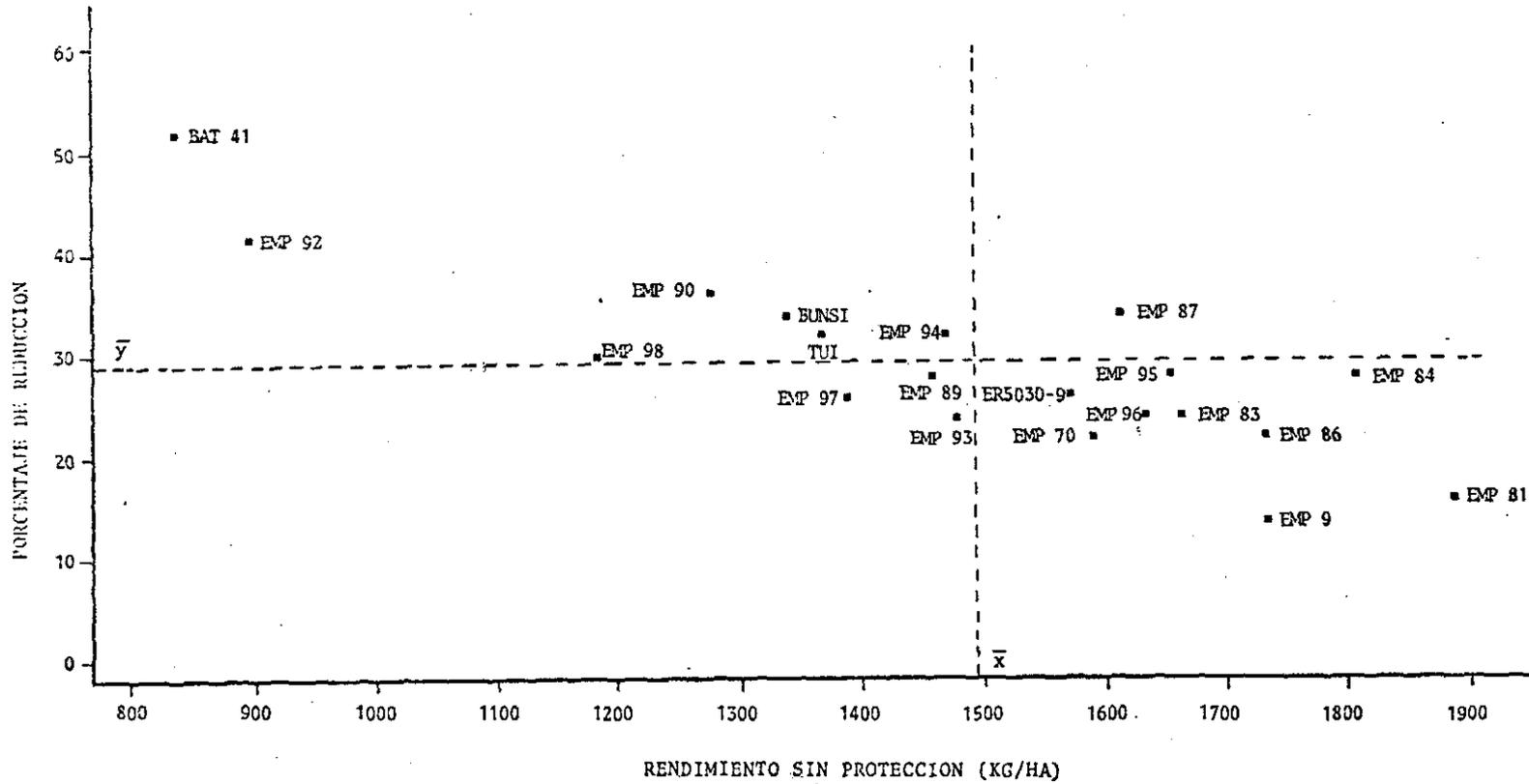
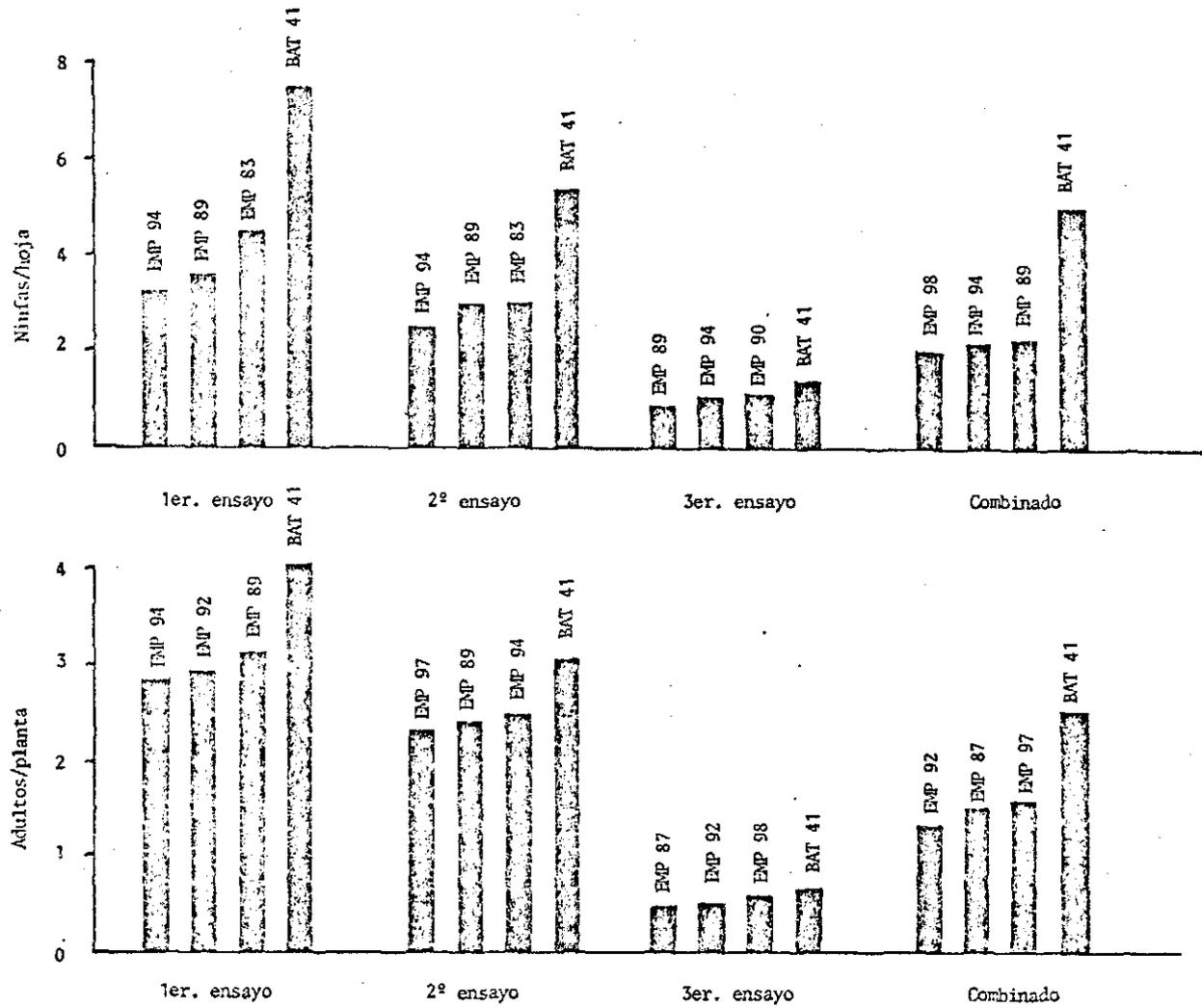


Figura 7.- Poblaciones de ninfas y adultos de *E. kraemeri* encontradas en materiales del III ciclo de seleccion.



mulatinhos. 23 materiales F₄ del IV ciclo además de 6 testigos que incluían 3 materiales representantes del III ciclo de selección (EMP 81, EMP 84, EMP 93) fueron probados en un ensayo de rendimientos con y sin protección química.

En la Figura 8 se puede observar como se comportaron los materiales al comparar el porcentaje de reducción con el rendimiento no protegido; llaman la atención materiales como EMP 104 (crema), EMP 114 (blanco), EMP 121 (negro), EMP 119 (carioca) que poseen buen potencial de rendimiento y un bajísimo porcentaje de pérdida, superando al material EMP 81 (crema) del III ciclo, que hasta el momento era el mejor material obtenido.

En la Figura 9 se resumen los resultados obtenidos en los 4 primeros ciclos de selección recurrente para el mejoramiento del frijol por resistencia a *Empoasca kraemerii*. Se observa claramente la ganancia obtenida en términos de porcentaje de pérdida y de rendimiento bajo presión del insecto en el III y IV ciclos de selección; es así como el porcentaje de pérdida promedio obtenido para las 1as. cru- zas I y II ciclo fué de 53.6% y en el cuarto ciclo fué solo del 23.5%. Solo falta someter estos últimos materiales a diferentes niveles de población y así comprobar su estabilidad. Además de dicha ganancia, se ha obtenido un avance en la incorporación de resistencia a materiales no negros y no mulatinhos.

El programa de mejoramiento en 1982 continuará los ciclos de intercruzamiento haciendo énfasis en materiales de diferentes colores, tamaño de grano y hábito de crecimiento.

FIGURA 8.- RELACION ENTRE RENDIMIENTO SIN PROTECCION Y EL PORCENTAJE DE REDUCCION EN MATERIALES DEL IV CICLO.

