

## NIVELES PREVIOS DE DAÑO ECONOMICO PARA *Empoasca kraemo* EN EL CULTIVO DEL FRIJOL EN EL VALLE DEL CAUCA

Valencia, Vallenato, H. C.

Entomología, 2022

1

### INTRODUCCION

En todo agroecosistema existe una estrecha relación entre las comunidades animales y vegetales que se mantiene debido a la influencia de diversos factores climáticos y biológicos, siguiendo curvas de población estables en el tiempo. El rompimiento de esta relación por una alteración biótica o abiótica, produce desequilibrios que se manifiestan en el incremento acelerado de la población de cualquiera de los componentes. En el caso de insectos fitófagos al producirse un incremento exagerado en su población y romperse así el equilibrio existente, el insecto se considera plaga.

Históricamente la Entomología Económica ha tenido que ver con la aplicación de los conocimientos entomológicos en la obtención de beneficios económicos ya sea por la utilización de insectos benéficos, o por la prevención del daño originado por insectos plaga. En cuanto al último aspecto, se ha hecho énfasis en el establecimiento del nivel de daño económico (Headley, 1972).

El concepto de umbral económico ha recibido mucha atención y su definición no es exactamente rigurosa, tornándose en algunos casos ambigua. Edwards y Heath (1964), citados por Headley (1972), dicen que una plaga alcanza el umbral económico cuando la población es tan alta que el valor del daño causado es igual al costo del control práctico. Bierne (1966) sugiere que el umbral económico es un nivel crítico de daño por encima del cual no se debe tolerar más daño. Por otro lado, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1969) define el umbral económico como "el nivel en el cual el daño es tan alto que no debe tolerarse y en donde es deseable iniciar las actividades de control", agrega que "la definición puede reformularse para considerarse como densidad de población más crítica de la plaga aquella en donde las pérdidas causadas por la plaga son iguales en valor al costo de las medidas eficaces de control". Judenko (1972) y Stern (1973) definen el nivel de daño económico como la más baja densidad de población de una plaga que puede causar daño económico. Headley (1972) definió el umbral económico en base a las variables: daño, población de la plaga y tiempo. Consideró el daño como una función de la población de plaga y a ésta como una función del tiempo. Manifiesta que por medio de las actividades de control la población se puede mantener en un determinado nivel y que la producción está afectada por la

1. I.A. Asistentes de Investigación. Entomología de frijol, CIAT
2. I.A. Entomólogo proyecto frijol. CRIA-I La Molina (Perú). Becario en adiestramiento en Entomología de frijol, CIAT
3. Ph. D. Entomólogo Asistente. Programa de Producción de frijol, CIAT. A.A. 67-13 Cali, Colombia.

población del insecto plaga. Finalmente establece una función que relaciona los costos de control y la población y define el umbral económico como el nivel de población de una plaga asociado con el punto en que la tasa de cambio en la función del valor de la producción es igual a la tasa de cambio en la función del costo de control, por lo que el umbral económico viene a ser la población que produce incrementos en daño iguales a los costos de prevenir ese daño; además, el umbral económico de la población así definido, viene a ser también la población crítica (óptima) en un sentido económico.

Existe también el umbral económico de advertencia que se define como "la densidad de población sobre la cual, la medida de control que se aplique tenderá a prevenir el incremento de la población de plaga, no permitiendo que alcance el nivel de daño económico (Judenko, 1972).

Los umbrales se consideran elementos fundamentales en todo programa de control integrado de plagas, así lo discuten Smith (1967), Wilde (1975) y la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1969), porque permiten maximizar las ventajas de los parasitos, predadores, patógenos de insectos y la tolerancia de las variedades seleccionadas, basadas en una restricción adecuada del uso de plaguicidas, pero sin que por eso se llegue a una reducción del rendimiento o de la calidad del producto. En este sentido DeBach (1974) dice que un 50% de las aplicaciones químicas son efectuadas sin necesidad y presenta ejemplos del uso irracional de insecticidas y de las graves consecuencias que esto acarrea.

La presencia de la plaga en un porcentaje tal que no ocasione daño económico es conveniente, aún en cultivos de corto período vegetativo, (Silveira — Guido, 1964). El dominio de esta técnica, así como saber el momento oportuno de aplicar los medios de control, solo pueden ser posibles cuando se conocen los umbrales de daño económico.

Enkerlin (1964), Smith (1967) y Stern (1973) recomiendan que en la determinación de estos umbrales se deben considerar, además de las variables económicas, los siguientes factores: La especie y la variedad del cultivo, el país o región del país, el período del año, la especie de la plaga, el estado vegetativo de la planta, el propósito o finalidad del cultivo, las condiciones climáticas locales y las prácticas culturales empleadas. Sin embargo, estos umbrales necesitan continuos ajustes a través del

tiempo para que tengan valor y puedan aplicarse (Stern, 1973). La literatura cita ejemplos de estos umbrales (Silveira — Guido, 1964; Stern, 1973; van den Bosch, 1974). Un aporte trascendente fue el umbral recomendado por van den Bosch (1974) para *Heliothis zea* Boddie, quien estableció inicialmente una población de 4 larvas por 100 plantas de algodón para iniciar las aplicaciones de productos químicos, modificándolo posteriormente a 15 larvas (1° y 2° instar) por 100 plantas e indicó que no se incluían las larvas de los últimos instares por no ser afectadas por los productos químicos.

En lo que respecta al frijol, se pueden citar los niveles recomendados por González (1967) para *Empoasca kraemeri* Ross y Moore en el Perú, quien sugirió un nivel hasta de 5 adultos o ninfas por planta para iniciar las aplicaciones de productos químicos. Días, citado por Mancía (1975), recomienda en cambio iniciar las aplicaciones cuando se encuentren de 1 a 2 ninfas/hoja para las condiciones del bajío en México. Por otro lado, Deras (1975), obtuvo los mayores rendimientos de frijol var. Diacol-Calima en Palmira (Colombia), cuando la infestación de ninfas registraron un nivel dentro del rango de 1 a 4 individuos por hojas durante el período Julio a Septiembre de 1975. Avalos (1975), para las condiciones del Perú y durante el período Enero a Marzo de 1975, encontró mejores resultados con niveles de 3 a 5 ninfas/planta, en la variedad Panamito Sanilac.

En base a los antecedentes expuestos y fundamentalmente a lo expresado por Deras (1975), los objetivos que se persiguen con este estudio son: a) Determinar el nivel de ninfas de *E. kraemeri* que causan daño en frijol var. Diacol-Calima para decidir acerca de las aplicaciones de productos químicos. b) Determinar la importancia económica de *E. kraemeri* en la producción de frijol var. Diacol-Calima en condiciones experimentales de campo.

## MATERIALES Y METODOS

### a.— Generalidades

El presente ensayo se llevó a cabo a nivel de campo en el lote 0-1-N del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ubicado en Palmira, Valle del Cauca, a 1,006 metros sobre el nivel del mar y con una precipitación media anual de 1,200 milímetros.

La siembra se efectuó el 31 de Mayo de 1976 y para prevenir el ataque de enfermedades fungosas, las semillas se trataron previamente con Arazan en la dosis de 1 gramo por kilogramo de semilla. Para la siembra se utilizó una sembradora de bastón, colocando dos semillas por sitio a fin de asegurar una buena germinación y, más tarde con el raleo se dejó establecido una distancia de 10 cms entre plantas en las hileras (2 hileras/cama). Las camas tenían 7 m de largo y 1 m de ancho.

Antes de la siembra se usó un fertilizante de fórmula 15-15-15, a razón de 100 kg/ha. más elementos menores. Posteriormente se hicieron dos aplicaciones foliares de elementos menores (Coljap) una se aplicó al iniciar la floración y la otra 8 días después.

En cuanto a las labores culturales relacionadas con riegos y desyerbas, éstas se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo.

Cabe señalar que a los 10 días después de la siembra se observaron síntomas de fitotoxicidad en las plántulas recién germinadas, siendo más acentuados en ciertas áreas; las plántulas se marcaron para efectos de evaluación. En los días siguientes los síntomas se pronunciaron aún más, para luego de dos semanas ir desapareciendo y unificarse posteriormente el aspecto del campo.

## b. Tratamientos

Se estudiaron seis niveles o rangos de población de ninfas de *E. kraemeri* por hoja para efectuar las aplicaciones:

- A Control completo (0 ninfas)
- B 1 a 2 ninfas
- C 3 a 4 ninfas
- D 5 a 6 ninfas
- E 7 a 8 ninfas
- F Testigo sin aplicación

## c. Metodología

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. El tamaño de parcela fue de 7 m de largo por 5 m de ancho, comprendiendo cinco camas de dos hileras cada una. Entre parcela y parcela se dejó una separación de un metro en ambos sentidos, totalizando el lote una superficie de 1085 m<sup>2</sup>.

Ocho días después de la siembra, se iniciaron las observaciones continuas para detectar la presencia de adultos de *Empoasca* y poder mantener con-

venientemente los niveles esperados de ninfas. Cuando se observaron las primeras infestaciones de ninfas, se empezaron las evaluaciones, revisando el número de ninfas en 10 hojas por parcela. Las parcelas en las cuales el nivel de ninfas estaba próximo al nivel esperado, se revisaron de nuevo al día siguiente con el fin de no dejar pasar el límite establecido para realizar las aplicaciones.

El producto empleado fue monocrotofos 60 CS en la dosis de 0,025o/o. Se usó una dosis baja a fin de reprimir el incremento de las poblaciones sin reducirlas completamente.

Se evaluaron los rendimientos en grano seco por parcela, cosechando los 12 metros cuadrados centrales de cada parcela. Luego de corregir los pesos al 14o/o de contenido de humedad, se transformó a kg/ha.

Para efecto del análisis económico y considerando la fluctuación tanto de los precios del frijón en el mercado como de los costos de producción, se establecieron los siguientes supuestos: 1) Precio de un kg. de frijón de \$16.00 (\$16.000. ton.). 2) Costos de una aplicación \$315,00/ha (mano de obra + valor producto) y 3) Otros costos de producción calculados en 9.000,00/ha. (Constante).

El valor básico del nivel de daño económico (NDE) se determinó relacionando las curvas de valor de la cosecha/ha (VP) = f (ninfas/hoja) (1) y de costos/ha (CP) = f (ninfas/hoja) (2), ya que  $\text{costos/ha} = f(\text{No. de aplicaciones} + \text{constante})$  y  $\text{No. de aplicaciones} = f(\text{ninfas/hoja})$ . Se estableció un nivel de ninfas/hoja en donde se obtuvo un beneficio económico máximo. Para esto, a partir de la curva (1) y (2) se formó una nueva curva de utilidades (U) restando (2) de (1) o sea:

$$U = VP - CP \quad (3)$$

El punto en el cual se lograron los mayores beneficios se obtuvo igualando a cero la primera derivada de la función  $U = f(\text{No. ninfas/hoja})$ . Estos es:

$$\frac{dU}{d \text{ ninfas/hoja}} = 0$$

También se averiguó la población de ninfas/hoja que permiten obtener la mayor rentabilidad (R) por unidad monetaria invertida. O sea:

$$R = \frac{VP - CP}{CP} \quad (4)$$

Para obtener el punto en el cual se obtiene la mayor rentabilidad, se igualó a cero la primera derivada de la función (4). Esto es:

$$\frac{dR}{d \text{ ninfas/hoja}} = 0$$

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los registros de las poblaciones ninfales a través del ciclo vegetativo del cultivo y los días en los cuales se hicieron las aplicaciones. La infestación empezó a los 23 días después de la siembra; un día después los niveles A y B alcanzaron los rangos esperados. A esta edad las plantas tenían 2 hojas trifoliadas. La infestación fue elevándose rápidamente hasta alcanzar su máximo nivel de 8,7 ninfas/hoja (F) a los 44 días después de la siembra. Hubo necesidad de evaluar las poblaciones en las parcelas diariamente o con intervalo de 2 días, a fin de mantener las poblaciones del insecto dentro del rango esperado para el correspondiente tratamiento.

Las primeras aplicaciones se efectuaron en A y B a los 24 días después de la siembra y 9 días más tarde se diferenciaban los daños entre los diferentes tratamientos, lo cual fue pronunciándose cada vez más.

En las Figuras 1a y 1b se pueden observar las variaciones que experimentaron las poblaciones en los 6 tratamientos, el momento de la aplicación, los descensos de la población después de cada aplicación, así como el número de veces que llegaron al rango esperado. El número de aplicaciones realizadas para mantener las poblaciones en el nivel esperado fue: 5 para el tratamiento A (control completo), 4 para el B (1-2 ninfas/hoja), 2 para el C (3-4 ninfas/hoja), 1 para los tratamientos D (5-6 ninfas/hoja) y E (7-8 ninfas/hoja). En el tratamiento F (testigo) no se realizaron aplicaciones.

La relación entre rendimiento, costos, valor de la producción y utilidad con respecto al número de ninfas/hoja se observa en la tabla 2. Para los rendimientos se detectaron diferencias significativas al nivel del 50/o para un coeficiente de variación del 140/o.

En la figura 2 se aprecian los rendimientos que se alcanzaron en los diferentes tratamientos y se indican los promedios de ninfas observados antes de las aplicaciones. Se ve que entre los niveles A (0,63 ninfas/hoja) y B (1,22 ninfas/hoja) hubo una diferencia de aproximadamente una ninfa, mientras que entre los niveles B y C (3,55 ninfas/hoja) la diferencia fue superior a dos ninfas; el incremento en el número de ninfas se traduce en diferencias significativas en el rendimiento (tabla 2).

TABLA 1. NUMERO PROMEDIO DE NINFAS DE *Empoasca kraemeri* POR HOJA POR TRATAMIENTO DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL (1).

C L A V E	Tratam. (No. de ninfas)	DIAS DESDE LA SIEMBRA																
		23	24	25	27	29	31	33	35	36	37	40	44	49	51	53	60	67
A	CONTROL	0,14	*	0,47	0,62*	0,62	0,80*	0,52	0,05	0,61*	0,05	0,05	0,05	0,10	0,35	0,62*	0,12	0,05
B	1 a 2	0,10	1,42*	0,50	0,75	1,37*	0,82	1,10*	0,05		0,15	0,05	0,10	0,60	0,75	1,10*	0,25	0,02
C	3 a 4	0,05		1,67	3,72*	0,55	0,75	0,72	0,17		0,25	0,17	0,27	2,17	3,37*		0,42	0,30
D	5 a 6	0,07		1,27	3,10	5,07*	1,25	2,57	1,07		0,85	0,47	1,32	1,55	1,85		1,70	1,70
E	7 a 8	0,10		1,72	3,57	5,42	6,42	5,15	6,10	7,40*	0,60	0,70	0,37	0,97	1,05		0,85	0,75
F	TESTIGO	0,12		1,27	2,92	4,92	6,72	5,10	4,27		6,40	7,65	8,67	4,75	3,22		0,35	0,10

(1) Sobre una muestra de 40 hojas por tratamiento

\*Aplicación

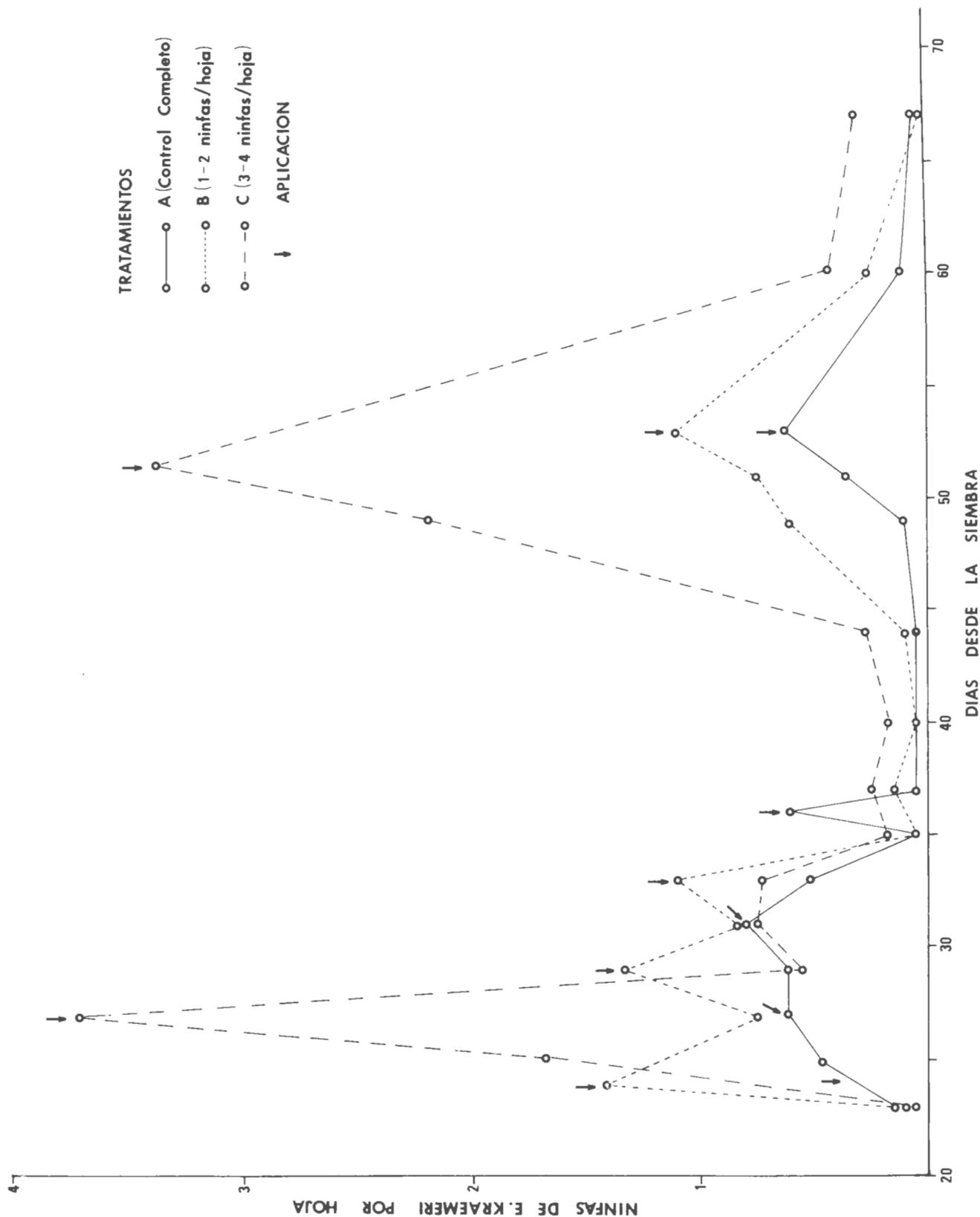


FIGURA 1 FLUCTUACIONES DE POBLACIONES DE NINFAS DE *E. kraemeri* EN TRES TRATAMIENTOS SOBRE FRIJOL

NINFAS DE E. KRAEMERI POR HOJA

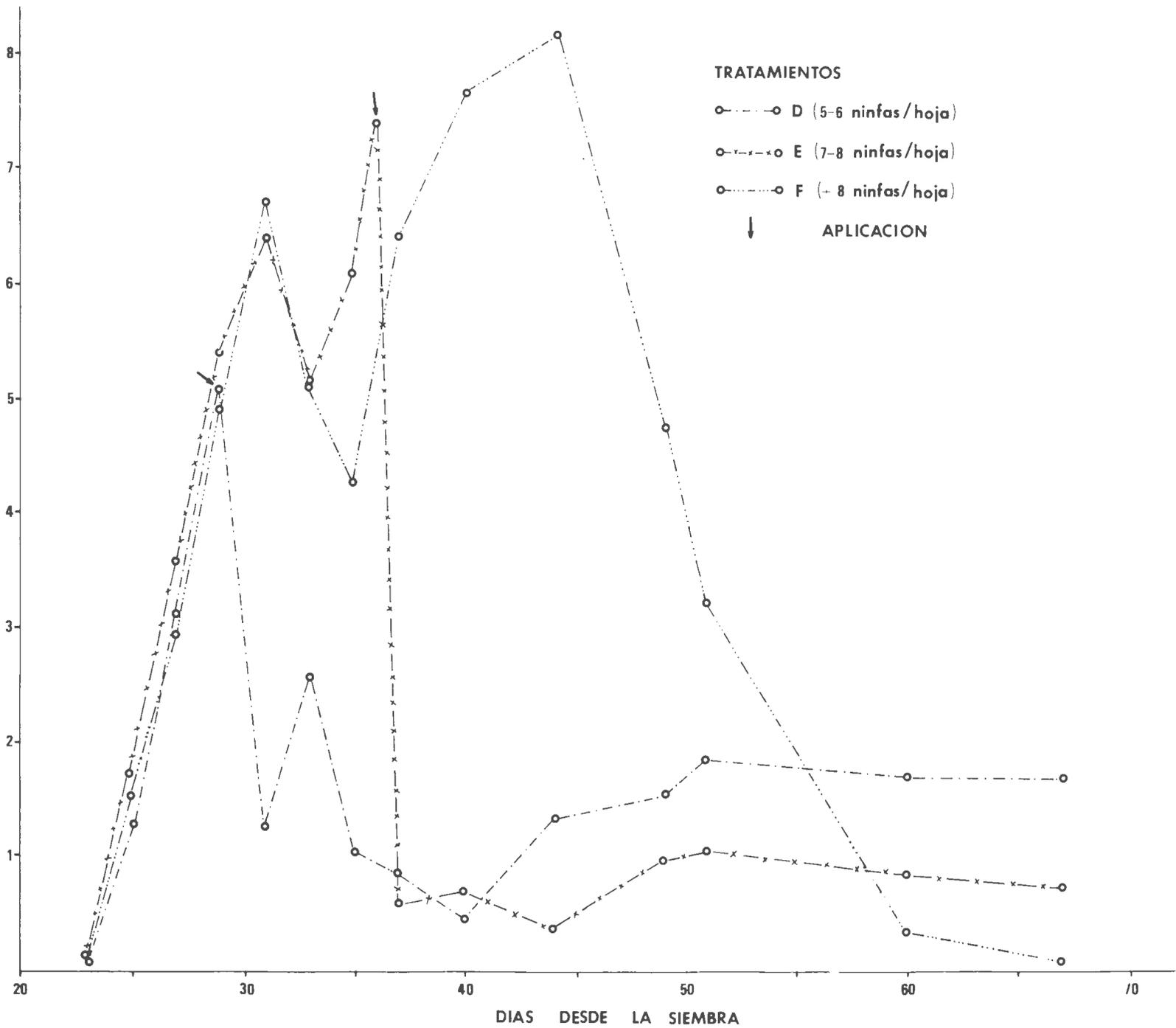


FIGURA 1b. FLUCTUACIONES DE POBLACIONES DE NINFAS DE E. kraemeri EN TRES TRATAMIENTOS SOBRE FRIJOL

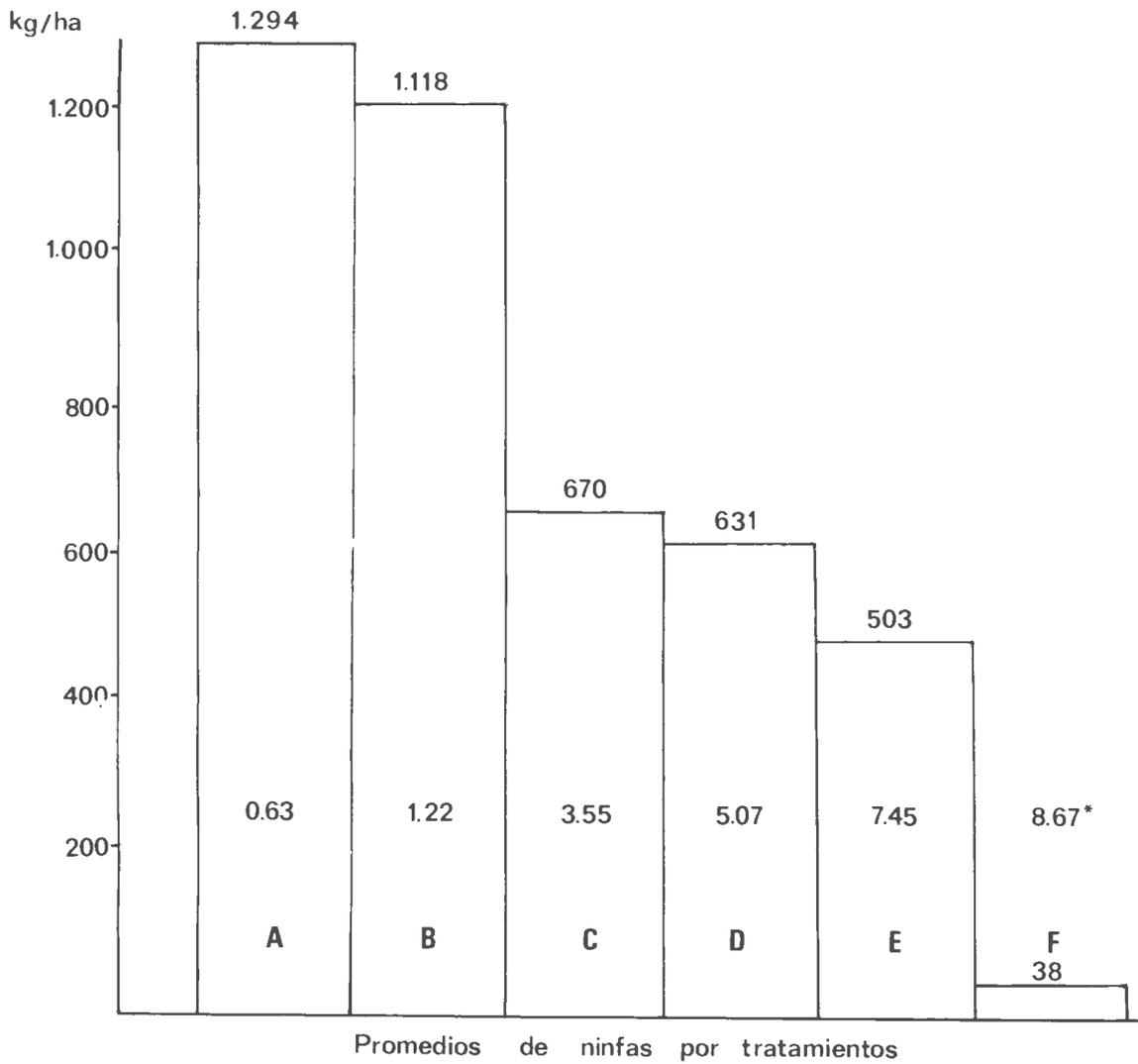


FIGURA 2. RENDIMIENTO ALCANZADOS POR LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO INDICANDOSE LOS PROMEDIOS DE NINFAS ANTES DE LAS APLICACIONES.

\* Máximo nivel de población alcanzado en el tratamiento.

TABLA 2. Relación entre número de ninfas de *E. kraemeri* hoja con respecto al rendimiento, costos, valor de la producción y utilidad en la variedad de frijol Diacol-Calima.

No. Ninfas		No. Aplicaciones	Rendimiento kg/ha <sup>2</sup>	VALOR (\$)			
Esperado	Observado A.P. <sup>1</sup>			Aplicaciones <sup>3</sup>	Producción <sup>4</sup> VP.	Costos CP <sup>5</sup>	Utilidad U <sup>6</sup>
0	0,63	5	1.294 a	1.571,75	20.704	10.571.75	10.132.25
1-2	1,22	4	1.118 b	1.257,40	17.888	10.257.40	7.630.60
3-4	3,55	2	670 c	628,70	10.720	9.628.70	1.091.30
5-6	5,07	1	641 cd	314,35	10.096	9.314.35	781.65
7-8	7,45	1	503 d	314,35	8.048	9.314.35	- 1.266.35
+8	8,67		38 e	—	608	9.000.00	8.392.00

<sup>1</sup> Antes de las aplicaciones.

DMS (5o o) 154 kg/ha. Coeficiente de variación 14o o. Valores con letras semejantes no mostraron diferencias estadísticas.

<sup>3</sup> Valor prod./ha + costo mano de obra (\$154,35 + \$160,00).

<sup>4</sup> 1 Kg de frijol: \$16,00.

<sup>5</sup> Costo de las aplicaciones + \$9.000,00

<sup>6</sup> Valor producción - Valor costos.

La disminución en rendimiento ocasionada por el ataque de ninfas de *E. kraemeri* puede apreciarse en las figuras 2 y en la tabla 2. Al tomar el máximo rendimiento como 100o/o, el rendimiento obtenido en el testigo es solo de 2,93o o, lo que representa una disminución del 97,07o/o.

En la figura 3 se observa la relación entre el valor de la producción (VP) y los costos de producción (CP) por ha, de acuerdo al número de aplicaciones realizadas, con respecto al número de ninfas/hoja observado. U<sup>o</sup> indica los costos de producción/ha (\$9.000,00) excluyendo los costos de las aplicaciones. Para establecer las curvas se consideraron los promedios de ninfas observadas antes de las aplicaciones, puesto que expresa una situación más real de la población que si se hubiera considerado el promedio general incluyendo las observaciones después de las aplicaciones; VP se ajustó de acuerdo a un modelo lineal. La ecuación obtenida fue:  $VP = 20.625,28 - 1.958,24 NF$  (NF = número de ninfas). El R<sup>2</sup> fue de 0,81.

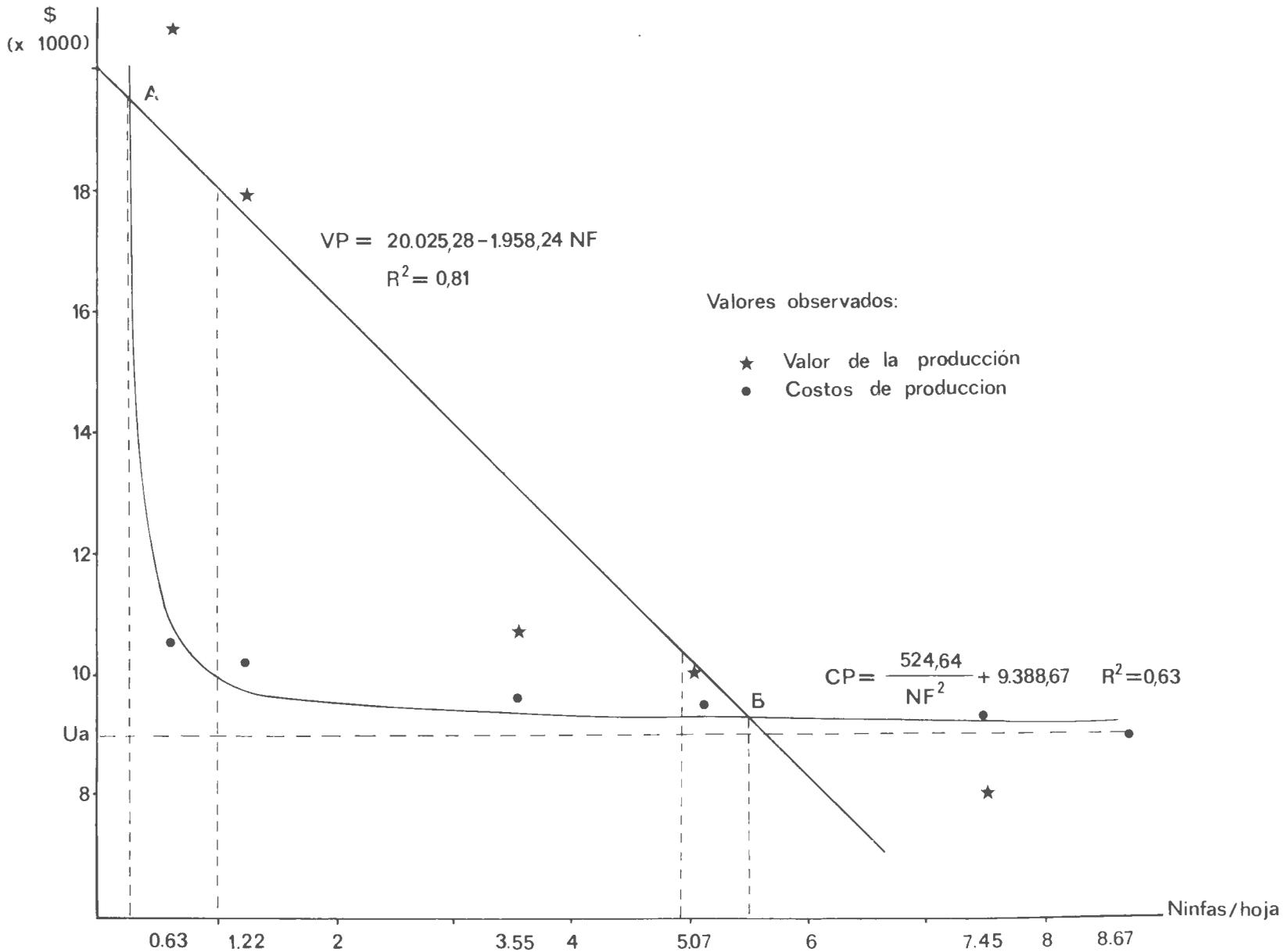
Para establecer la curva CP, los puntos observados se ajustaron a un modelo lineal ( $Y = a + bx$ ) donde el R<sup>2</sup> fue de 0,87. Se utilizó también un modelo de la forma  $Y = \frac{a}{X^2} + b$ ; El R<sup>2</sup> para este caso fue de 0,73.

A pesar de que matemáticamente el ajuste lineal explica mejor la variación del costo de producción originado por el número de ninfas, se adoptó el segundo modelo porque, especialmente en el rango 0 a 1 ninfa/hoja, la disminución del número de ninfas no varía en forma directamente proporcional al número de aplicaciones, que es lo comúnmente observado en la práctica. La ecuación de los costos entonces es:

$$CP = \frac{524,69}{NF^2} + 9.368,67$$

La curva CP corta a la curva VP en dos puntos (figura 3): El punto A indica que para llegar a una población de NF<sub>1</sub> hoja, los costos serán tan altos que igualan al valor de la producción. (\$21.000 - para 0,5 ninfas/hoja aproximadamente). El punto B indica la población máxima de ninfas/hoja permitida para que el valor de la producción cubra los costos (5,5 ninfas/hoja aproximadamente); una población de ninfas inferior a este punto permitirá que haya ganancia.

La Figura 4 muestra la utilidad de función del No. de ninfas/hoja, expresada matemáticamente por:



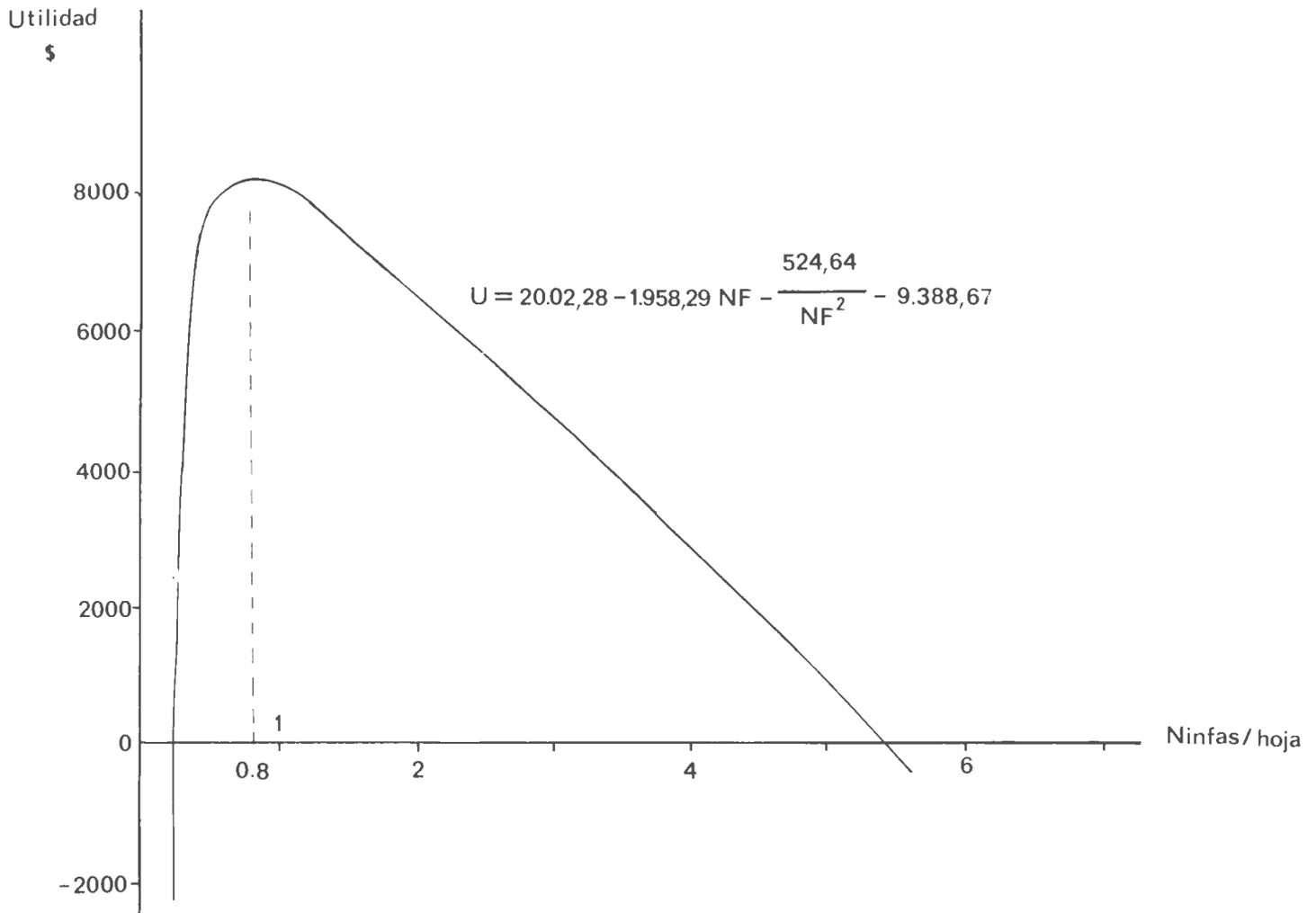


FIGURA 4 EXPRESION GRAFICA DE LA UTILIDAD EN FUNCION AL NUMERO DE NINFAS POR HOJA.

$$U = VP - CP \quad (3)$$

O sea:

$$U = (20.025,28 - 1.958,24 \cdot NF) - \left( \frac{524,69}{NF^2} - 9.388,67 \right) \quad (3)$$

De acuerdo a la ecuación (3) se deduce que la curva presenta un máximo de utilidad, el cual se puede calcular al igualar a 0 la primera derivada de la ecuación (3), esto es:

$$\frac{dU}{dNF} = 1.958,24 - (-2) \frac{524,64}{NF^3} = 0$$

de donde:

$$NF^3 = \frac{1.049,68}{1.958,24} = 0,53$$

$$NF = \sqrt[3]{\frac{0,53}{0,81}}$$

El valor 0,81 ninfas corresponde al punto en donde las derivadas de las curvas VP y CP (Fig. 3) son iguales. Esto indicaría que al permitirse una población aproximada de una ninfa/hoja, se obtendrá el máximo de ganancia. De acuerdo con los datos de la tabla 2, este nivel se obtendría con cuatro a cinco aplicaciones durante el desarrollo del cultivo.

Otra forma que ayuda a determinar la población permitida bajo la cual se obtendría el mayor beneficio es averiguando a que nivel de infestación se obtendría la mayor rentabilidad por unidad monetaria invertida. Matemáticamente esto sería:

$$R = \frac{VP - CP}{CP} \quad (4) \text{ o sea:}$$

$$R = \frac{(20.025,28 - 1.958,24 \cdot NF) - \frac{524,69}{NF^2} - 9.388,67}{\frac{524,69}{NF^2} - 9.388,67}$$

Al igualar a 0 la primera derivada de la ecuación (4) se obtendrá dicho punto, esto es:

$$\frac{dR}{dNF} = \frac{18.385.269,14 \cdot NF^3 - 3.082.406,83 \cdot NF - 21.014.128,82}{NF^2 \cdot (524,69 - 9.388,67)^2} = 0$$

donde NF = 0,99

Este resultado concuerda plenamente con el obtenido mediante el método anterior, puesto que ambos valores están muy cercanos a 1 ninfa.

### DISCUSION

Un aspecto importante que ha de ser previamente discutido es el tipo de muestreo que se empleó a lo largo de este ensayo. El No. de ninfas/hoja es ante todo una medida sencilla y fácil de determinar, en contraposición con otros métodos de muestreo (adultos 10 pases dobles de jama, adultos planta, etc.) más complicados. Además, es quizás esta la forma en que se va a medir población de *E. kraemer* en condiciones de agricultura comercial. Sin embargo, esta forma de medir la población implica ciertos riesgos: en términos generales, se ha observado un coeficiente de variación muy alto para este tipo de medida, lo cual se traduce en una menor precisión de las observaciones y en no poder manejar los límites establecidos con un alto grado de confianza.

De la misma forma, este tipo de medida puede conducir a otro tipo de error, si no se tiene en cuenta la dinámica de la población de ninfas. En la figura 1b, en el tratamiento F (testigo), se observa un descenso de la población de ninfas/hoja a los 33 días después de la siembra, aproximadamente 10 días más tarde de la aparición de ninfas en el cultivo. Jaramillo y Vega (1976) encontraron un descenso a la población ninfal hacia los 10 días después de la aparición de ninfas. Otros ensayos del Programa de Entomología de frijol del CIAT muestran este descenso, el cual ha sido interpretado como el momento en que las ninfas de la primera generación se transforman en adultos. En este momento, la medida ninfas/hoja es algo deficiente para estimar la población de *E. kraemer*, pues se está subestimando al no tener en cuenta el incremento de la población de adultos en este lapso de tiempo.

### Umbral económico

Como se observa en la figura 3, el punto B indica cuando el valor de los costos es igual al valor de la producción y que recae sobre el rango 5-6 ninfas/hoja.

El punto de corte de Uo y VP, recae también dentro de este rango: Con un incremento en el valor de la producción a partir de los respectivos puntos de corte, se obtendrán ganancias; sin embargo

esta gráfica no expresa la cantidad de dinero que se obtendría al utilizar el monto de los costos de producción en otro tipo de actividad económica; por lo tanto, no será suficiente recuperar el valor de los costos de producción, sino que será necesario recuperar además una cantidad adicional correspondiente a la tasa alternativa de inversión (24o/o anual) que se estimó en este estudio en \$1.100,00/ha (12o/o del capital invertido). Nótese en la figura 3 que para esta nueva situación el rango de ninfas/hoja permitido será de 4 a 5. Teniendo en cuenta la alta variación al muestrear la población de *E. kraemeri* a través de ninfas/hoja, se adoptó el valor mínimo de 4 ninfas/hoja como el umbral económico, puesto que es el nivel crítico de daño, por encima del cual no se puede tolerar más daño (Bierne, 1966). Cualquier incremento en la población de ninfas a partir de este punto originará pérdidas económicas. En el nivel 3 a 4 ninfas/hoja (C) se obtienen utilidades, pero debido a la alta variación del conteo de ninfas y para eliminar el riesgo de subestimar la población real, se aconseja el nivel 2-3 ninfas/hoja como el umbral de advertencia, en el cual

las medidas de control que se apliquen prevendrán que la población alcance el umbral económico (Judenko, 1972). Por otro lado, cuando se presentan altas infestaciones de plaga, es prácticamente inútil tratar de reducir a cero la población, habiéndose encontrado que 1 ninfa/hoja es la población en la cual se obtiene el óptimo económico (figura 4); de acuerdo a lo observado, para mantener esta población hubo necesidad de efectuar entre 4 a 5 aplicaciones.

En una curva típica del valor de la producción, (VP) (Headley, 1972), es decir cuando los insectos empiezan a reducir el rendimiento después de llegar a cierto nivel, se puede observar que a niveles de población cercanos a cero VP permanece constante, aún cuando se aumente los costos de control (número de aplicaciones) y por lo tanto no sería razonable hacer aplicaciones para tratar de mantener la población en este nivel, pues los costos de control y la cantidad de producto serían demasiado altos (Figura 5A), con los subsecuentes problemas de contaminación ambiental que ello implica. La cur

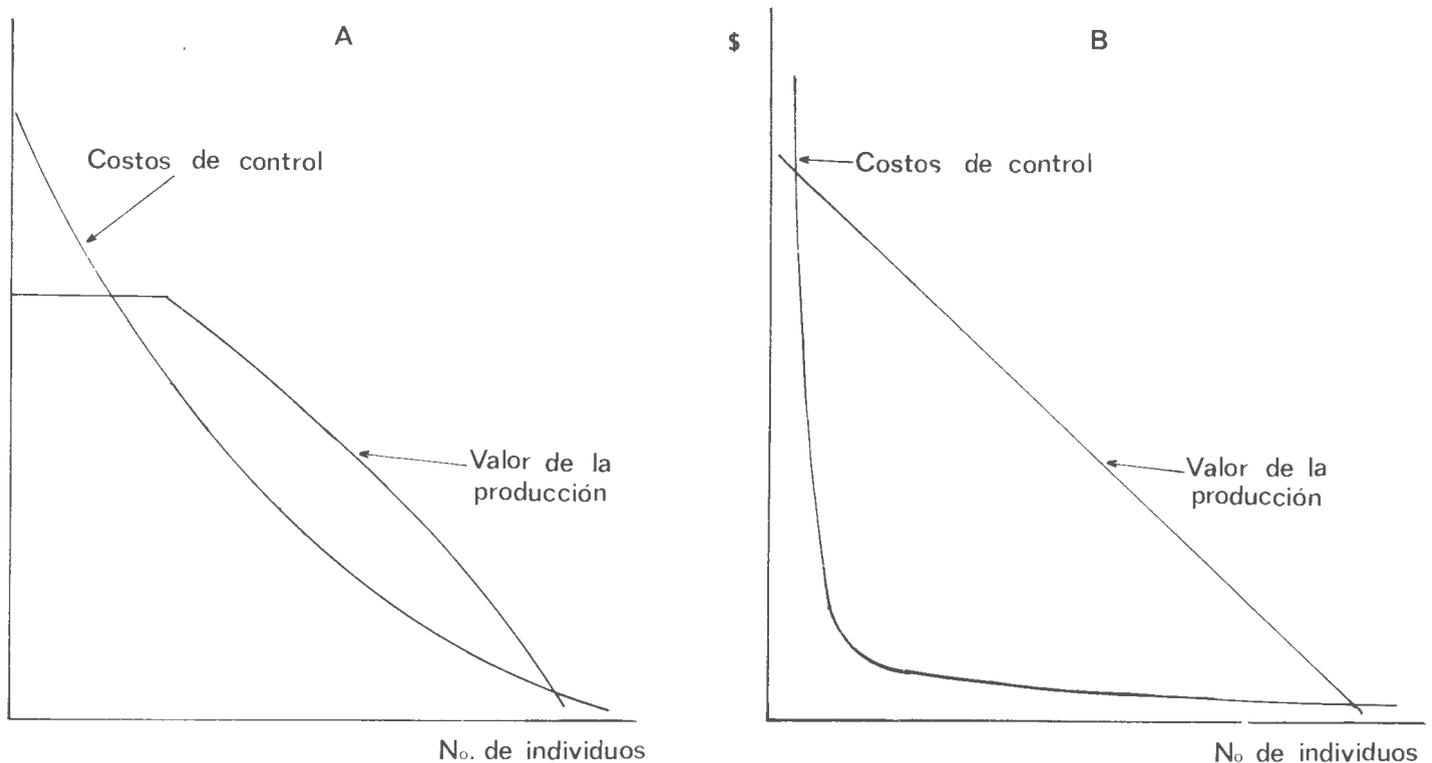


FIGURA 5 RELACION DEL VALOR DE LA PRODUCCION, COSTOS DE CONTROL Y POBLACION DE LA PLAGA.  
a: CURVAS TÍPICAS b: CURVAS OBTENIDAS. (Modificado de Headley, 1972)

va VP obtenida por ajustes a un modelo lineal (figura 5B) indica que hay incrementos constantes en el valor de la producción a medida que se cambian los niveles de población y se aumenta el número de aplicaciones (rosto de control). Sin embargo, cuando la población está cercana a cero, los costos de control para mantener este nivel se elevan considerablemente. El umbral de daño para esta curva no se pudo determinar.

La curva de VP obtenida (Figura 5B), difiere de la teórica (Figura 5A) probablemente por la falta de eficiencia del muestreo utilizado, cuando la población varía entre 0 y 1 ninfas/hoja. Tratar de reducir la población en este rango se hace muy difícil teniendo en cuenta que: 1) los insecticidas no matan los huevos de *E. kraemeri* por estar insertados dentro de los tejidos vegetales y 2) la alta movilidad de los adultos los cuales pueden llegar a un cultivo protegido químicamente, alimentarse y ovipositar antes de morir.

## CONCLUSIONES

En las condiciones en que se realizó el ensayo, con una población normal de *E. kraemeri* para la época seca y con los factores anotados sobre la conducción del trabajo y en base a los rangos de población ninfales estudiados se puede concluir lo siguiente:

### a. Umbrales

**1. Umbral económico.** Puesto que en el nivel de 5 ninfas/hoja se recupera la inversión y que a partir del punto 4 ninfas/hoja se empieza a obtener utilidad, se determina como umbral económico el rango 4-5 ninfas/hoja.

**2. Umbral de advertencia.** El óptimo de utilidad económica se obtiene con un nivel de población de una ninfa/hoja. En el punto 4 ninfas/hoja se obtienen utilidades, pero aún es riesgoso permitir este nivel, y puesto que un aumento en la población superior a 5 ninfas por hoja causa pérdidas, se establece como umbral de advertencia o nivel de población para iniciar las aplicaciones contra ninfas de *E. kraemeri* el rango 2-3 ninfas/hoja.

Es importante tener en cuenta que la variación en rendimiento en el intervalo 0-1 ninfas/hoja no se expresa correctamente por la medida ninfas/hoja.

### b. Importancia económica de *E. kraemeri*.

Los resultados permiten concluir que las pérdidas en rendimiento originadas por el daño de ninfas de *E. kraemeri* en la variedad de frijol Diacol Calima, fueron grandes, pues aún después de realizar dos aplicaciones de monocrotofos (3-4 ninfas/hoja), se pierde un 48o/o de la producción comparándolo con el nivel en el cual se hicieron 5 aplicaciones (0,63 ninfas/hoja) y un 40o/o con respecto al nivel en el cual se hicieron cuatro aplicaciones (1-2 ninfas/hoja). Cuando se dejaron de controlar las ninfas, las pérdidas fueron del orden del 97o/o.

## RESUMEN

Para determinar el nivel de daño económico de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore sobre plantas de frijol, en base al número de ninfas por hoja, se realizó un ensayo de campo en la granja experimental del CIAT durante los meses de Mayo a Agosto de 1976. Se estudiaron 6 niveles diferentes de población de ninfas de *E. kraemeri*, (0, 1 a 2, 3 a 4, 5 a 6, 7 a 8 y más de 8 ninfas/hoja). Las poblaciones ninfales se evaluaron mediante conteos diarios y cuando se observó un incremento muy cercano al límite de los niveles establecidos, se aplicó monocrotofos en dosis baja (0,025o/o) para detener el incremento. Se midió el rendimiento y se determinaron los costos y el valor de la producción. Según los resultados se observó que cuando no se hicieron aplicaciones (más de 8 ninfas/hoja) las pérdidas en rendimiento fueron superiores al 97o/o, en comparación con el control completo (0,63 ninfas/hoja), al cual se le hicieron 5 aplicaciones en total. El nivel de 3 a 4 ninfas por hoja causó pérdidas superiores al 45o/o de la producción y se le hicieron 2 aplicaciones; mientras que el nivel de 1 a 2 ninfas originó pérdidas alrededor de un 13o/o con 4 aplicaciones. Los niveles de 5 a 6 y de 7 a 8 ninfas por hoja menguaron la producción entre un 50 y 60o/o respectivamente. Se hizo una aplicación para mantener estos

niveles. Se puede deducir por lo tanto, que es muy difícil tratar de eliminar completamente la población, ya que en el control completo y aún después de 5 aplicaciones, siempre se obtuvo un nivel de 0,63 ninfas. El rango ideal de control de *E. kraemeri* sobre frijón sería de 2-3 ninfas/hoja, (umbral de advertencia). Con el nivel de 4-5 ninfas/hoja (umbral económico), las ganancias fueron mínimas. Las máximas utilidades y rentabilidad se obtuvieron cuando la población de ninfas fue aproximadamente igual a una ninfa por hoja.

### SUMMARY

To determine the economic injury level of *Empoasca kraemeri* Ross & Moore on beans, based on the number of nymphs per leaf, a field trial was carried out at the Experiment Station of CIAT at Palmira, during May to August of 1976. Six different levels of nymphal populations were evaluated. These populations were checked through daily counts and when an increase to near the established level was observed, monocrotophos (0.0250/o) was applied. Yield was measured and a cost-benefit analysis was made.

Results indicate, that with the level of more than 8 nymphs per leaf, losses in yield were higher than 97o/o, compared with the control plot of 0,63 nymphs per leaf, obtained with a total of five insecticidal applications. The level of 3 to 4 nymphs per leaf, attained with 2 applications caused losses higher than 45o/o in production, while with 1 to 2 nymphs (4 applications) the losses were around 13o/o. The level of 5 to 6 and 7 to 8 nymphs decreased production in 50 and 60o/o respectively. One application was made to maintain these levels.

It was concluded, that it is very difficult to maintain a 0 population, since even with 5 applications only a level of 0,63 nymphs was attained. The ideal rank of control of *E. kraemeri* on beans would be 2 to 3 nymphs per leaf (economic threshold); with 4 to 5 nymphs (economic injury level), profit was minimum. The highest utility and yield were obtained with a nymphal population of approximately one per leaf.

### REFERENCIAS

- AVALOS, F.** 1975. Evaluación económica de los daños de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore en frijón, variedad Panamito Sanilac. Informe Int. Est. Exp. Agric. La Molina.
- BIERNE, B. P.** 1966. Pest management. C.R.C. Press, Cleverland.
- BOSCH, R., LEIGH, T., FALCON, L., STERN, V. M., GONZALEZ, D. y HAGEN, K.** 1974. The developing program of integrate control of cotton pest in California. *In*. Biological Control Ed. C.B. Huffaker Plenum Press, N.Y. 511 pp.
- DEBACH, P.** 1974. Biological Control by natural enemies. University Press, Cambridge. 232 pp.
- DERAS, C.** 1975. Informe del Desarrollo del Programa de Adiestramiento en Entomología en frijón. Centro Internacional de Agricultura Tropical — Cali, Colombia. Jul. a Dic. 1975.
- ENKERLIN, D.** 1964. Determinación de los daños económicos causados por insectos en relación a los niveles de infestación y control. —VI Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Tomo I — Actas. Lima, Perú. 288 pp.
- GONZALEZ, J.** 1967. Plagas del frijón y su control químico. Bol. Tec. No. 69. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 28 pp.
- HEADLEY, J. C.** 1972. Defining the Economic Threshold Incl. *In*: Pest control strategies for the future. National Academy of Sciences. Washington, Pa. 100 - 108.
- JARAMILLO, A. y E. VEGA.** 1976. Efecto de la densidad de siembra, la sombra y cobertura del suelo sobre la población de *Empoasca kraemeri* Ross y Moore (Homóptera: Cicadellidae) en el cultivo del frijón *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de grado Universidad Nacional de Colombia. Fac. Agrom. Palmira: p. 66-70.
- JUDENKO, E.** 1972. The assessment of Economic Losses in Yield of Annual Crops caused by Pests and the Problem of the Economic Threshold. PANS. 18: 186-91.
- MANCIA, J. Q., GRACIAS, M. y M. CORTES.** 1974. Determinación de la mejor época de con-

- trol del "Picudo de la vaina del frijol común" *Apion godmani* Wagn. SIADES, San Salvador, El Salvador, 3(2): 59-66. National Academic of Sciences 1969. Insect Pest Management and Control. Vol. 3 Washington, D.C. 508 p.
- SILVEIRA-GUIDO, A.** 1964. Control integrado. VI Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Tomo I Actas Lima, Perú, 288 pp.
- SMITH, R. and VAN DEN BOSCH, R.** 1967. Integrated Control. *iii*: Pest control Biological, Physical and selected chemical methods. Kilgore, W. and Douth, R. Academic Press New York 1967. 477. pp.
- STERN, V. M.** 1973. Economic thresholds. Ann. Rev. Entomol. 18: 259-80.
- WILDE, DE J.** 1975. Insect Population Management and Integrated Pest Control. Mededeling No. 251. Laboratorium voor Entomology Wageningen. Ambio, 1975. p. 105-111.