

EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE DIFERENTES NIVELES  
DE ACCION PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO  
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)

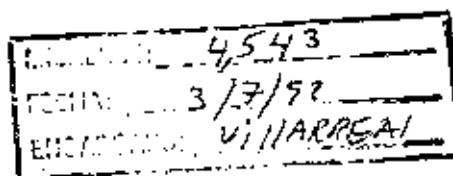
P O R

*Ricardo Arturo Brauchle Sicilia*

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO  
PARA OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO



BIBLIOTECA WILSON POMERO  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APERTADO DE  
TEGUCIGALPA HONDURAS

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1991

EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE DIFERENTES NIVELES DE ACCION  
PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO  
Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)

POR

Ricardo Arturo Brauchle Sicilia

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

-----  
Ricardo A. Brauchle S.

El Zamorano, Abril de 1991.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios.

A mis padres Edgar Brauchle y Rosario Sicilia.

A mis hermanos Edgar, Carlos, Rolando y Edgardo.

A mi tío Orfidio Sicilia.

A toda mi familia.

A Panamá.

BIBLIOTECA WILSON PUPONCE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 22  
TEGUCIGALPA HONDURAS

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento a mis asesores y amigos, Alfredo Rueda y Rogelio Trabanino, por toda la ayuda brindada para la realización de esta tesis y el apoyo continuo de parte de ellos.

Al profesor Miguel Avedillo por brindarme la asesoría para la realización de los análisis estadísticos y económicos.

A la Lic. Suyapa T. de Meyer por su ayuda constante en el centro de computo del departamento; a ella muchísimas gracias.

Al Banco de Boston por haberme financiado mi ingeniería.

A todos mis compañeros de cuarto año con los que pase este año todos los momentos de diversión y tensión.

A todos los que de alguna u otra manera colaboraron conmigo; a ellos muchísimas gracias.

BIBLIOTECA WILSON POPENDE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
YERQUIGALPA HONDURAS

INDICE

|  | PAG. |
|--|------|
| Título.....  | i    |
| Derechos de autor.....   | ii   |
| Dedicatoria.....   | iii  |
| Agradecimientos.....   | iv   |
| Indice.....  | v    |
| Indice de Tablas.....  | vi   |
| Indice de Figuras.....   | vii  |
| Indice de Anexos.....  | viii |
| Resumen.....   | ix   |
| I. INTRODUCCION.....   | 1    |
| II. REVISION DE LITERATURA.....  | 4    |
| A. Ciclo de vida y daño que causa el cogollero....   | 4    |
| B. Reducción de rendimiento y factores económicos<br>del control de <u>S. frugiperda</u> (J.E. Smith)..... | 6    |
| C. Conceptos de nivel de daño económico y umbral<br>económico (nivel crítico).....                         | 10   |
| D. Nivel crítico y como calcularlo.....  | 13   |
| 1. El nivel crítico.....   | 13   |
| 2. Factores que afectan el nivel crítico.....  | 14   |
| 3. La relación entre los rendimientos y la infes-<br>tación.....   | 15   |
| E. Insecticidas y parasitismo.....   | 18   |

|  | PAG. |
|--|------|
| III. MATERIALES Y METODOS.....           | 24   |
| A. Hipótesis.....                        | 24   |
| B. Aspectos técnicos de campo.....       | 24   |
| 1. Descripción del ensayo.....           | 24   |
| 2. Localización.....                     | 24   |
| 3. Cultivar y prácticas agronómicas..... | 25   |
| 4. Tratamientos.....                     | 26   |
| 5. Diseño experimental.....              | 27   |
| 6. Muestreos.....                        | 28   |
| 7. Productos químicos utilizados.....    | 29   |
| 8. Cosecha.....                          | 29   |
| 9. Determinación de rendimientos.....    | 29   |
| 10. Costos de producción.....            | 30   |
| 11. Parasitoides.....                    | 31   |
| C. Análisis estadístico.....             | 31   |
| D. Análisis económico.....               | 32   |
| 1. Análisis marginal comparativo.....    | 32   |
| 2. Análisis de riesgo.....               | 35   |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....          | 37   |
| A. Aspectos técnicos.....                | 37   |
| B. Análisis económico.....               | 48   |
| 1. Análisis marginal comparativo.....    | 48   |
| 2. El análisis de riesgo.....            | 55   |
| C. Parasitoides.....                     | 58   |
| V. CONCLUSIONES.....                     | 63   |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| VI. RECOMENDACIONES.....             | 64 |
| VII. LITERATURA CITADA.....          | 65 |
| VIII. ANEXOS.....                    | 70 |
| IX. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR..... | 92 |
| X. APROBACION.....                   | 93 |

INDICE DE TABLAS

|  | PAG. |
|--|------|
| Tabla 1. Porcentaje de parasitismo por orden, familia género, de los parasitoides obtenidos de las larvas de <u>Spodoptera frugiperda</u> , colectadas en los tratamientos (Testigo, <i>B. thuringiensis</i> y Diazinon), en Samán Mocho, Estado de Carabobo, Venezuela, durante 1980..... | 21   |
| Tabla 2. Porcentaje de parasitismo encontrado en larvas de <u>Spodoptera frugiperda</u> recolectadas en Honduras por Wheeler, Ashley y Andrews (1989).....   | 22   |
| Tabla 3. Tendencia del nivel de infestación real (Y) en función del nivel de infestación teórico o esperado en los tratamientos (X).....   | 42   |
| Tabla 4. Detalle de costos fijos y variables.....  | 44   |
| Tabla 5. Costos totales promedios de una hectárea de maíz grano, manejado a diferentes niveles de infestación para cogollero en la Escuela Agrícola Panamericana, Junio de 1990.....   | 45   |
| Tabla 6. Rendimientos en Kg/Ha de maíz B-833 al 14% de humedad, utilizando 8 niveles de infestación para cogollero en la Escuela Agrícola Panamericana, Junio 1990.....  | 47   |
| Tabla 7. Tendencia del rendimiento (Y) en función del número de plantas infestadas (X).....  | 48   |
| Tabla 8. Beneficios netos por hectárea de la producción de maíz grano, manejado a diferentes niveles de infestación para cogollero en la Escuela Agrícola Panamericana, Junio 1990.....  | 50   |
| Tabla 9. Análisis de dominancia.....   | 52   |
| Tabla 10. Análisis marginal, para los diferentes niveles de acción para cogollero. Junio 1990.....   | 53   |
| Tabla 11. Tendencia de los beneficios netos (Y) en función de los costos totales.....  | 55   |
| Tabla 12. Análisis de riesgo para la producción de maíz grano manejado a diferentes niveles de infestación para cogollero en la Escuela Agrícola Panamericana, Junio 1990.....   | 56   |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 13. Parasitismo natural de <u>Spodoptera frugiperda</u><br>bajo diferentes niveles de acción en la E.A.P.<br>1990.....   | 59 |
| Tabla 14. Prueba Chi-cuadrado para determinación de la<br>variabilidad de la proporción del parasitismo<br>(insectil) de gusano cogollero en relación al<br>nivel de acción utilizado..... | 61 |

INDICE DE FIGURAS

|  | PAG. |
|--|------|
| Figura 1. La curva generalizada relacionando la densidad poblacional del fitófago con el ingreso que recibe el agricultor..... | 16   |
| Figura 2. Dinámica poblacional del cogollero con tres niveles de acción.....   | 39   |
| Figura 3. Precipitación y desarrollo del cultivo.....  | 41   |

INDICE DE ANEXOS

|   | PAG. |
|---|------|
| Anexo 1. Número de aplicaciones de insecticidas en el ensayo.....   | 71   |
| Anexo 2. Análisis de varianza para los rendimientos de maíz grano con o sin carbofurán y diferentes niveles de acción.....  | 72   |
| Anexo 3. Análisis de varianza para el parasitismo de <u>Nomuraea rileyi</u> a las larvas de gusano cogollero con o sin carbofurán y diferentes niveles de acción..... | 73   |
| Anexo 4. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción <10%, parcela sin carbofurán.....   | 74   |
| Anexo 5. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción <10%, parcela con carbofurán.....   | 75   |
| Anexo 6. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 15%, parcela sin carbofurán.....  | 76   |
| Anexo 7. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 15%, parcela con carbofurán.....  | 77   |
| Anexo 8. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 15-30%, parcela sin carbofurán.....   | 78   |
| Anexo 9. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 15-30%, parcela con carbofurán.....   | 79   |
| Anexo 10. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 30%, parcela sin carbofurán.....   | 80   |
| Anexo 11. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 30%, parcela con carbofurán.....   | 81   |
| Anexo 12. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 30-45%, parcela sin carbofurán.....  | 82   |
| Anexo 13. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 30-45%, parcela con carbofurán.....  | 83   |
| Anexo 14. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 40%, parcela sin carbofurán.....   | 84   |
| Anexo 15. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 40%, parcela con carbofurán.....   | 85   |

|  |    |
|--|----|
| Anexo 16. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 40-80%, parcela sin carbofurán..... | 86 |
| Anexo 17. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 40-80%, parcela con carbofurán..... | 87 |
| Anexo 18. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 100%, parcela sin carbofurán.....   | 88 |
| Anexo 19. Dinámica poblacional de cogollero, nivel de acción 100%, parcela con carbofurán.....   | 89 |
| Anexo 20. Distribución de los tratamientos por repetición en el campo.....                       | 90 |

RESUMEN

Los niveles de acción para el control del gusano cogollero utilizados en la Escuela Agrícola Panamericana no han sido evaluados técnicamente ni económicamente. En base a esto se estableció un ensayo con los objetivos de analizar técnica y económicamente los niveles de acción para el control de cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en época de primera, así como el efecto de carbofurán aplicado a la siembra en la producción de maíz grano.

El diseño utilizado fue parcelas divididas con 16 tratamientos y tres repeticiones. Se sometieron a estudio niveles de acción para el control de cogollero de 100-100%, 40-80%, 40-40%, 30-45%, 30-30%, 15-30%, 15-15% y 10-10%. El primer número de cada nivel de acción representa el número de plantas infestadas permitido desde la germinación hasta las ocho hojas; el segundo número representa el número de plantas infestadas permitido desde las ocho hojas hasta la floración.

Los resultados demostraron que el carbofurán no tiene efecto sobre el rendimiento del maíz o las densidades poblacionales de cogollero, sólo aumenta los costos de producción y reduce el beneficio neto. El nivel de infestación 100-100% durante todo el ciclo fue el mejor tanto técnica como económicamente; obtuvo los mejores rendimientos

(4.2 t/ha), mayores beneficios (2197 lps/ha) y los menores costos de producción (1202 lps/ha). El análisis de riesgo demostró que aun en las peores condiciones el nivel de acción 100% sin carbofurán sigue siendo la alternativa a recomendar.

Los insecticidas tienen un efecto detrimental en el parasitismo natural de cogollero. La cantidad de parasitismo natural disminuye a mayor aplicación de insecticidas. Siembras tardías en primera favorecen la cantidad de parasitismo por Nomuraea rileyi. Las condiciones de microclima a comienzos de la época de primera no son las más favorables para su desarrollo y la cantidad de inóculo en el ambiente es poca.

La preparación del terreno antes de la siembra, aunque no estaba dentro de los objetivos del ensayo, fue evaluada cualitativamente. Como gran cantidad de malezas no fueron incorporadas durante la preparación del suelo, esto mantuvo una población grande de cogollero que actuando como cortador destruyó el maíz de las repeticiones 1 y 2 al momento de la germinación, que tuvieron que ser resembradas en su totalidad.

## I. INTRODUCCION

Durante milenios en Mesoamérica, la historia del maíz y de la cultura humana están indisolublemente ligadas. En forma complementaria es el maíz el que ha transformado al hombre mesoamericano y ha hecho posible la civilización en la región. Hoy en día es todavía indiscutiblemente el cultivo alimenticio más importante en Centroamérica (Andrews, 1989).

En Honduras, el maíz representa el cultivo de mayor importancia alimenticia; un 78% de la población lo utiliza en su dieta alimenticia (Aguirre, 1988). El área de siembra en 1987 fué de 342,000.0 ha, la segunda más alta de la década, obteniéndose una producción promedio de 1.12 T.M./ha. El área de siembra se ha incrementado en los últimos ocho años 3.2%, la producción nacional de maíz a tenido un incremento de 1.08% con relación a la década pasada. Sin embargo, el incremento poblacional ha sido de 3.3% anual (Aguirre, 1988), haciendo la demanda de maíz superior a lo producido localmente obligando al estado a importar maíz desde 1986 (Banco Central 1989).

La mejor solución para mejorar la problemática nacional de la baja producción de maíz, es la optimización de la producción, ya que hay suficiente área dedicada a ésta

actividad pero sus rendimientos no son los mejores, tomando en cuenta que el potencial de producción de Honduras anda entre 5-6 T.M./ha (Comunicación personal, Luis Del Rio<sup>1</sup>). Esto hace explotar al máximo los factores de producción cuyos costos incrementan considerablemente el presupuesto del agricultor. La optimización técnica de estos factores (control de plagas, fertilizantes, otros) debe estar relacionada directamente con un óptimo económico para poder recibir el mayor beneficio a la inversión.

El maíz ha recibido más atención en cuanto a investigación que cualquiera de los granos básicos cultivados en Centroamérica. Muchos de estos trabajos están orientados hacia el desarrollo de programas mejorados de manejo de plagas. Las dos tácticas que han recibido la mayor atención han sido el control químico (virtualmente la única táctica que ha sido investigada en la mayor parte de los centros nacionales de investigación) y variedades resistentes (investigada principalmente por el CIMMYT y sus colaboradores nacionales). Es interesante la fuerte inclinación hacia estas dos tácticas considerando que a nivel de finca, las dos fuerzas de manejo más importantes parecen ser el control cultural y el control biológico natural (Andrews, 1989).

---

<sup>1</sup> Ingeniero del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana, 1990.

Cuando los controles biológico natural y cultural resultan ser insuficientes, el único recurso que tiene el agricultor es el control químico el cual se aplica en muchas formas. Los insecticidas sistémicos aplicados al suelo antes de la siembra o con la semilla son ayudas efectivas para garantizar el establecimiento de una buena milpa o cultivo. Sin embargo, también pueden ser demasiado costosos para que puedan ser usados por el pequeño agricultor (Andrews, 1989).

Las aplicaciones foliares de Methomil y Clorpiriphos son muy comunes, pero muy costosas y no selectivas. La aplicación de insecticidas granulados, como Phoxin, al cogollo puede ser muy tediosa, pero es selectiva y rentable (Andrews, 1989).

La rentabilidad del control químico a corto y mediano plazo, especialmente contra el cogollero y las plagas del suelo parece ser un problema relativamente importante (Andrews, 1989). Es por esto que el principal objetivo de este trabajo es buscar un nivel óptimo de acción para controlar el gusano cogollero químicamente y ver el efecto de estos químicos sobre el control biológico natural existente en el área. Este nivel óptimo de acción está en función de la densidad poblacional de la plaga en un período dado. Además se tratará de evaluar si es que el Carbofurán aplicado a la siembra tiene algún efecto sobre los rendimientos de maíz.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Ciclo de vida y daño que causa el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith).

Huevo (3-5 días) son puestos en grupos o masas de hasta 40-400 huevos en cualquier superficie de la hoja, estos están cubiertos por unas escamas gris-rosadas que son secretadas del abdomen de la hembra en oviposición.

Larva (14-21 días) pasa por 5 a 6 estadíos, dependiendo de la temperatura y el tipo de alimentación, de 35-40mm de longitud cuando está madura. Los primeros estadíos son verdes con manchas y líneas negras dorsales, después se puede volver verde con líneas espiraculares y dorsales negras, café-beige o casi negra, con una "Y" invertida en la cabeza, pináculos negros y cuatro puntos negros en forma de trapecio sobre el último segmento abdominal. Los primeros 2 estadíos se alimentan de la superficie inferior de las hojas tiernas, causando un manchado característico, como de ventanas, en las hojas de maíz y sorgo. En grandes densidades larvales (que no ocurre muy a menudo), las larvas pequeñas pueden matar las plantas jóvenes por defoliación o destruir los puntos de crecimiento, más tarde migran hacia los cogollos, donde el canibalismo a menudo las reduce a uno o dos por planta. Su daño causa una perforación característica y hace que las hojas

que están en desarrollo se enrollen y a veces dañan la flor masculina del maíz. El movimiento de planta a planta lo realizan las larvas pequeñas que se bajan al suelo y caminan hasta otra planta hospedera. Las larvas grandes pueden también actuar como gusanos cortadores, escondiéndose en el suelo durante el día y destruyendo las plantas hasta de un mes de edad, mediante túneles en las partes inferiores del tallo. Se puede comportar como gusano soldado (Spodoptera exigua) cuando las larvas están grandes y en gran densidad, son generalmente de un color más oscuro; éstas aumentan su población en zacates y subsiguientemente se pasan a otros cultivos, pero a menudo muestran una tendencia a permanecer en el huésped original si tienen esa oportunidad. Empupan en el suelo, raras veces entre las hojas del huésped.

Pupa (9-13) café, de 18-20mm de largo, en un capullo suelto o celda en el suelo.

Adulto con una envergadura de 32-38mm; las alas delanteras de la hembra son uniforme gris a café-gris; en el macho son beige con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro del ala; las alas traseras son blancas. Una hembra adulta está en capacidad de poner hasta 1500 huevos durante su ciclo de vida (King & Saunders, 1984).

B. Reducción de rendimientos y factores económicos del control de S. frugiperda. (J.E. Smith).

La estimación de las pérdidas en cultivos provocadas por plagas insectiles, es el primer paso hacia la racionalización del combate de éstas. Una vez que son cuantificadas las pérdidas en diversos cultivos debidas a los distintos insectos, se puede priorizar el trabajo investigativo según la importancia económica que tienen las diferentes plagas (Hruska y Rosset, 1987).

Muchos trabajos que han evaluado insecticidas para el control del gusano cogollero reportan incrementos significativos en rendimiento que fluctúan entre varias toneladas por hectárea en parcelas tratadas comparandolas con parcelas testigos. En la mayoría de los casos, los incrementos en rendimiento están bien correlacionados con el daño producido por S. frugiperda, y su control es justificado por dichos incrementos (Andrews, 1980).

En el cultivo del maíz el ataque del gusano cogollero puede bajar el rendimiento en un 46%. El número de aplicaciones que realizan los productores a esta plaga depende mucho de la zona de producción, las épocas de siembras y la efectividad de las aplicaciones (Hruska y Gladstone, 1987).

Sifuentes (1978) reportó que en áreas de México donde el gusano cogollero hacía más daño, los rendimientos eran incrementados normalmente con una aplicación de insecticida. Cuando 3 aplicaciones eran hechas, incrementos en rendimiento de 2-2.5 t/ha eran normales. Silva (1978) trabajando en Oaxaca, Mexico, registró incremento de .13-2 t/ha en maíz que recibió tres aplicaciones de insecticida. Tello y Díaz (1982) reportan incrementos en rendimiento en Sinaloa de .9 t/ha a través del control químico de S. frugiperda. Estos autores no presentaron evidencia de que las pérdidas en rendimiento fueron hechas solo por S. frugiperda y no una combinación del gusano cogollero y barrenadores del tallo.

Sin embargo, los rendimientos del maíz en Brasil no fueron afectados por S. frugiperda (Montenegro, 1981). Lo mismo pasó en Venezuela (Clavijo, 1984).

En cuatro tesis no publicadas, basadas en trabajos realizados en Guatemala, el control del gusano cogollero fue raramente asociado con reducciones significativas de rendimiento y nunca fue justificado económicamente (García 1975, Cabarrus 1977, Los 1980, Pérez 1982). Dardón et al. (1983) registró un incremento de 15% en el rendimiento debido al control de plaga del follaje en maíz. En la República Dominicana, Del Rosario et al. (1981) y Del Rosario y Diclo (1981) demostraron estadísticamente incrementos no

significativos en el rendimiento de 8% cuando el gusano cogollero fue controlado químicamente.

Trabajos hechos en Mexico (Contreras et al. 1977), reportan pérdidas máximas a un 29% de infestación en el campo y a nivel experimental con tan solo un 17%. En El Salvador se observó pérdidas del 8% del rendimiento del maíz, el cual había sido infestado a mano con larvas del último instar a las 3, 4 y 5 semanas de edad del cultivo comparado con filas testigo que no fueron infestadas (Andrews, 1980).

En Perú y Nicaragua se establecieron niveles de daño económico en maíz por medio de la aplicación de insecticidas variando la densidad poblacional del cogollero. Ambos estudios concluyeron que el 10-12% de daño justificaba la aplicación de un insecticida (Contreras et al., 1977).

En Nicaragua por más de 10 años se han venido realizando experimentos sobre el uso de los niveles críticos para el control del gusano cogollero obteniendo datos muy interesantes al respecto. Según estos estudios el gusano cogollero no es ningún problema en la época de primera (comunicaciones personales de Allan Huska<sup>1</sup> y Falguni Guharay<sup>2</sup>; los ensayos

---

<sup>1</sup> Profesor, Escuela de Sanidad Vegetal, ISCA. Apartado 453, Managua, Nicaragua.

que se realizan durante ésta dan como resultado que los testigos dan los mayores rendimientos. Donde si hay que poner un poco de atención al cogollero es en la época de verano cuando se siembra el maíz bajo riego ya que la baja precipitación hace que el ambiente sea el adecuado para el desarrollo de la plaga. Durante ésta época la reducción de enemigos naturales al igual que otros hospederos es bien pronunciada. Aún así se recomienda hacer únicamente dos aplicaciones de insecticidas en postrera y que éstas sean hechas entre los 20-40 días después de germinación que es el período crítico del maíz ya que todos los fotosíntatos van directamente al desarrollo de la mazorca. En primera el cogollero no es problema debido a que la planta tiene suficiente agua disponible para recuperar el daño ocasionado por el cogollero y porque quizás también la lluvia ayuda a disminuir los niveles poblacionales de cogollero al punto de que la disminución en los rendimientos es tan poca que no amerita hacer uso de plaguicidas.

En la Escuela Agrícola Panamericana actualmente se están obteniendo rendimientos promedios que van de las cinco a seis toneladas métricas por hectárea. El manejo que se le está dando al gusano cogollero es utilizando control químico y las aplicaciones son hechas de acuerdo al nivel crítico utilizado;

---

<sup>1</sup> Profesor de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 1991.

desde la germinación hasta las ocho hojas 15% de cogollos infestados y de las ocho hojas hasta la floración 30% de cogollos infestados. Estos niveles críticos fueron determinados técnicamente pero no han sido evaluados económicamente (Andrews, 1989).

### C. Conceptos de nivel de daño económico y umbral económico (Nivel Crítico).

Hay una gran confusión en la literatura entomológica entre el Nivel de Daño Económico (NDE) y el "Umbral Económico" ("Economic Threshold") o "Umbral de Acción" ("Action Threshold") o "Nivel Crítico". La tendencia a sido la de usar estos términos como si fueran intercambiables, aunque en realidad son conceptos distintos (Hruska y Rosset, 1987).

El Nivel de Daño Económico (NDE) es la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo del combate coincide con el beneficio económico esperado del mismo. La acción del control "salva" una parte del rendimiento, lo cual se hubiera perdido si no se hubiese implementado el control. Dicho "rendimiento salvado" tiene un valor monetario, que iguala al costo de implementación del control, si esto se hace cuando la densidad poblacional de la plaga alcanza el NDE. En otras palabras, el NDE es la densidad poblacional de la plaga donde el valor del rendimiento salvado cubre exactamente los gastos del control. Si la densidad de la plaga es menor, no

sería rentable implementar el control (Hruska y Rosset 1987).

Barfield (1989) define el nivel de daño económico como la densidad de la plaga a la cual los costos del tratamiento no se traduce en una unidad de aumento en las ganancias, si se les compara con las que resultan al no tratar. Este es el punto de pérdidas y ganancias iguales en términos de densidad de plaga. Este valor se puede determinar solamente por medio de investigaciones intensivas sobre la economía y las relaciones de daño y rendimiento del cultivo en cuestión.

El Umbral Económico (UE) o "Umbral de Acción" o "Nivel Crítico" es generalmente definido como la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro. Esto supone que hay un retraso entre la estimación de la densidad de la plaga (el "monitoreo") y el control de la plaga. Entonces el UE se encuentra a una densidad menor de la plaga que el NDE, para permitir el tiempo en que actúa el método de control (Hruska y Rosset 1987).

El nivel crítico es definido en un sentido más práctico como aquella densidad poblacional en la cual tiene sentido económico iniciar actividades para suprimir la población de plagas, ya que los costos de combate son iguales al valor del

rendimiento rescatado. Debajo de este nivel, es antieconómico aplicar ya que se gasta más de lo que se recupera en rendimiento adicional. Arriba de esta densidad se gana ya que la inversión es menor que el valor del aumento en rendimiento. Por ejemplo, si los costos de aplicación son \$20/ha, entonces no vale la pena aplicar contra una población de plagas, que causaría la pérdida de menos de \$20/ha. El agricultor ganará aplicando contra una plaga que causaría mermas de más de \$20.00/ha en la ausencia de combate (Andrews, 1989).

Al establecer la relación que existe entre la densidad poblacional de una plaga y el valor de la cosecha es fácil estimar el nivel crítico sabiendo los costos asociados con el combate de la plaga (Andrews, 1989).

La idea de un nivel de daño económico puede ser inapropiada para los pequeños agricultores de centroamérica que tienen recursos económicos limitados. A menos de que el retorno a la aplicación prometa ser el doble que la inversión, el dinero será mejor utilizado para comprar semilla mejorada, fertilizantes y otros insumos que son pagables por el cultivo (Andrews, 1980).

BIBLIOTECA WILSON POPENDE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 73  
TEGUCIGALPA HONDURAS

#### D. El nivel crítico y como calcularlo.

##### 1. El nivel crítico.

El concepto de un nivel crítico de daño es central a la filosofía y práctica del manejo integrado de plagas. Esta idea es la expresión de las conclusiones prácticas derivadas del estudio de la relación entre el fitófago y el cultivo (Andrews, 1989).

Según Bentley y Andrews (1990) el nivel crítico es muy simple de obtener e implementar. Pero para Hruska y Rosset (1987), el nivel crítico es sumamente difícil de estimar, porque depende de la futura dinámica poblacional de la plaga. Normalmente se requieren de años de investigación para poder predecir el comportamiento de una población.

La determinación del nivel crítico o nivel de acción sobre una plaga, puede realizarse de tres maneras: 1. Por una propuesta de un mejor nivel de control de la plaga después de haber experimentado con el cultivo; 2. Adaptando un nivel usado en otro lugar. 3. Calculando, a partir de principios básicos, el beneficio económico esperado del control a un nivel de ataque. Cualquiera que sea la fuente, un nivel crítico debe ser probado en el campo por varios años haciendo control de una plaga a un nivel y subiéndolo o bajándolo, si le da el resultado deseado, usualmente incremento en rendimiento a un costo mínimo y un mínimo daño ambiental, se

adopta (Walker, 1982).

Se ha sugerido para calcular los niveles críticos la integración de costos, mercado y los datos de rendimiento agronómicos y económicos con información biológica y de daño de la plaga suministrada por entomólogos. Sin embargo, el desarrollo de los niveles críticos debe envolver mucho más que esto (Walker, 1982).

## 2. Factores que afectan el nivel crítico.

Los costos es uno de los factores más grandes e incluyen el costo del plaguicida, su aplicación y mano de obra, así como también el costo social, por daño al medio ambiente y a los humanos (Walker, 1982).

El rendimiento depende de la capacidad del cultivo, el tipo de agricultura (intensiva vs extensiva), nivel de insumos, el suelo, el clima y el agua. Entre más alto es el potencial de rendimiento del cultivo las plantas son más susceptibles y de mayor cuidado por ende, más bajo será el nivel crítico (Walker, 1982).

Se podría pensar en otros criterios potenciales para determinar un nivel crítico. Su estimación podría depender, por ejemplo, de los factores subjetivos que incorpora el

agricultor en su proceso de toma de decisiones, como de los recursos monetarios disponibles, el nivel de riesgo que él está dispuesto a aceptar, o el hecho de querer maximizar sus ganancias, etc. Estos factores también son difíciles de cuantificar y tampoco están realmente al alcance de nosotros (Hruska y Rosset 1987).

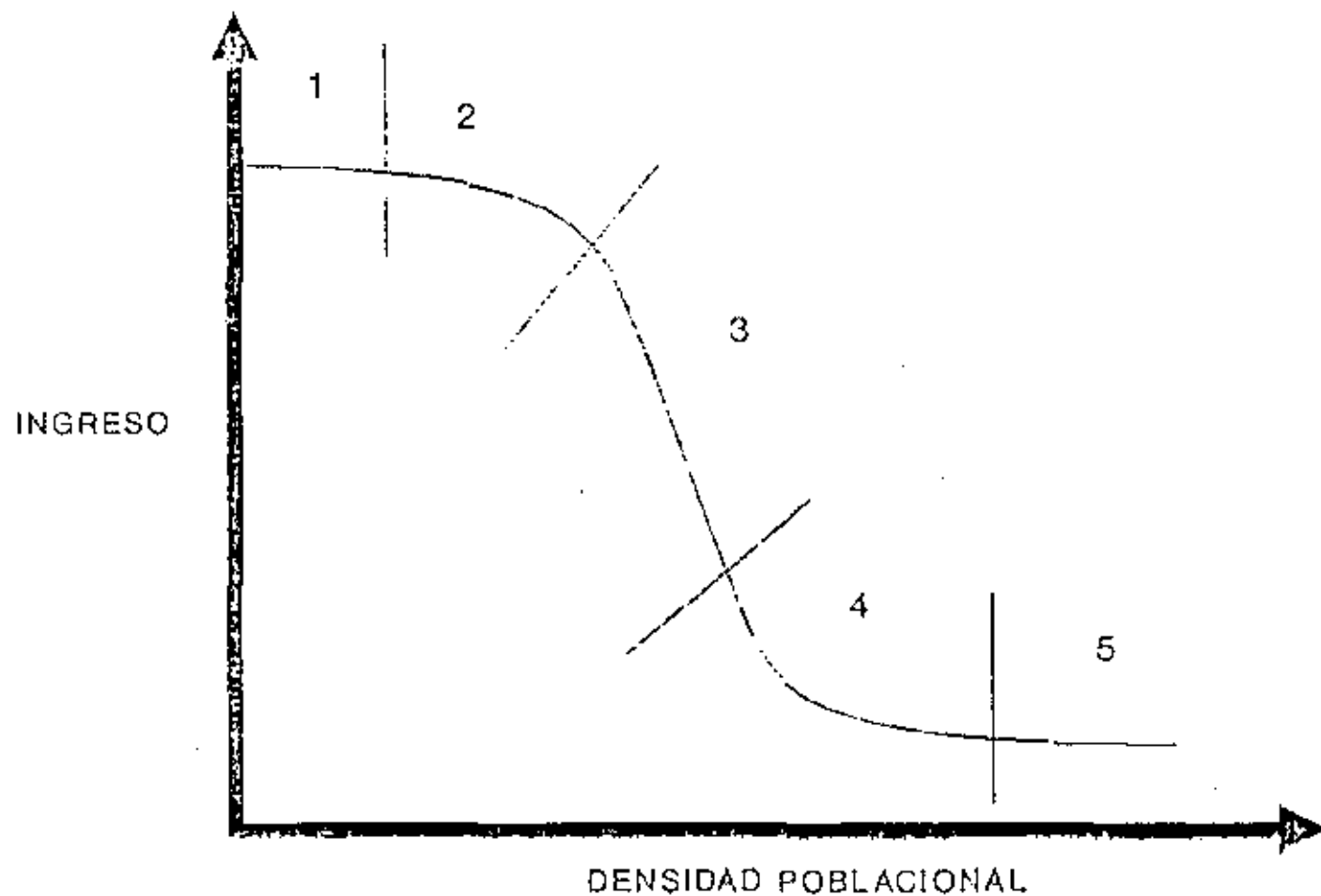
El agricultor siempre tiene una aversión al riesgo. Si su aversión al riesgo es grande él tratará de controlar la plaga a niveles más bajos de ésta y aceptará rendimientos más bajos que si aceptará un riesgo más alto de pérdida (Walker, 1982).

### 3. La relación entre los rendimientos y la infestación.

La economía de la protección de un cultivo depende de la relación entre beneficios y costos. El beneficio es una reducción en las pérdidas del cultivo por ejemplo el rendimiento (Walker, 1982).

La relación entre la densidad poblacional de insectos y lesiones causadas por la población es frecuentemente lineal, por lo menos para una densidad de población baja o moderada y condiciones ambientales constantes. Sin embargo, la relación más importante económicamente entre infestación y rendimiento es raramente lineal. En la figura 1 se presenta una curva que representa el caso hipotético general para la relación entre

FIGURA 1. LA CURVA GENERALIZADA RELACIONANDO LA DENSIDAD POBLACIONAL DEL FITOFAGO CON EL INGRESO QUE RECIBE EL AGRICULTOR.



infestación (o lesiones) y rendimiento. Esta curva puede dividirse en 5 regiones o porciones. Porción 1, al extremo izquierdo de la curva es una línea horizontal ya que el cultivo es capaz de tolerar hasta cierto nivel las lesiones causadas por insectos, es decir el cultivo puede compensar el daño causado. Inicialmente, cada incremento de la densidad de población acompañado por incrementos de número de lesiones no resultan en daño real ni en pérdidas en rendimiento. Luego de alcanzar cierta densidad poblacional, el umbral de respuesta fisiológica es alcanzado (este es sinónimo de umbral de daño económico). Esta porción 2 comienza en donde un incremento en la densidad de la plaga resulta en una reducción inicial del rendimiento; mientras la densidad de la plaga aumenta, la reducción de rendimiento aumenta. En la porción 2, la capacidad del cultivo de compensar se va perdiendo y en la porción 3 ya no hay compensación y se establece una porción lineal entre la infestación y el rendimiento. Luego, a densidades de población más altas el efecto de la infestación de plagas comienza a decrecer porque los individuos en la población empiezan a competir por los recursos escasos (porción 4). Tal competencia significa que cada incremento de la densidad de la plaga tiene un efecto menos severo sobre el rendimiento. Finalmente, en la porción 5, un aumento en las densidades de plagas no tiene ningún efecto sobre el rendimiento y la curva asume otra vez una pendiente horizontal. Este puede ser cero o arriba de cero nivel de

rendimiento y representa el efecto máximo que la plaga puede tener sobre el cultivo (Andrews y Navas, 1989).

#### E. Insecticidas y parasitismo.

Los insecticidas son usados ampliamente en Latino América para el control del gusano cogollero.

Han habido muchos ensayos que demuestran la reducción del parasitismo de S. frugiperda en campos de maíz donde se usan los químicos intensivamente.

La mayoría de los parasitoides de Spodoptera frugiperda son del tipo larval-pupal o sea que parasitan la larva y emergen en la etapa de pupa con la excepción de Nomuraea rileyi que es un hongo que parasita la larva en su superficie y luego sus crecimientos vegetativos penetran al interior de la larva y la matan (Van Huis 1981).

Aplicaciones al suelo de carbofurán a la siembra son comunes en centroamérica. Van Huis (1981) observó que éste reducía las poblaciones de larvas de cogollero significativamente cerca de 15 días, pero después las poblaciones de cogollero eran mayores, comparadas a las de parcelas testigos; él hipotizó que probablemente el carbofurán impedía la acción de enemigos naturales como Hexameris sp..

Sin embargo, los tratamientos al suelo están asociados a incrementos en el rendimiento significativos estadísticamente.

Martínez (1979) en el Bajo Aguan en Honduras montó un ensayo de control químico contra S. frugiperda, Diabrotica spp. y Phyllophaga rugosa. Martínez encontró un incremento en rendimiento en los tratamientos en donde se utilizó phoxim y concluyó que esto se debía al efecto de este sobre las plagas del follaje. Por otro lado se pudo observar que el uso de carbofurán unilateralmente para el control de insectos no tiene ninguna incidencia positiva sobre el rendimiento, más bien lo disminuye, demostrando que el uso de carbofurán puede estimular un mayor ataque de cogollero en las primeras etapas del cultivo.

Monzón y Maldonado (1982) realizaron un experimento en Guatemala con el fin de evaluar el daño del gusano cogollero de acuerdo al método de labranza y el requerimiento de insecticidas a base de un nivel crítico de 70%. Ellos concluyeron en que el maíz tiene una adecuada recuperación al daño provocado por el cogollero, el que también, aparentemente es controlado naturalmente. Los manejos del suelo y la aplicación de insecticidas no influyen en la cantidad de maíz cosechada, ni en el número de mazorcas ni en la calidad y sanidad de las mismas. El carbofurán aplicado al suelo

protegió a la planta de maíz los primeros 25 días, sin que este se reflejará sobre el rendimiento final.

En la Estación Experimental de Samán Mocho, de la Facultad de Agronomía de la UCV-Venezuela, se llevó a cabo un ensayo con maíz, durante 1980, para hacer un estudio comparativo del efecto que sobre las poblaciones de parásitos de S. frugiperda podrían tener los productos utilizados (Bacillus thuringiensis var. krustaki y Diazinon). Los resultados de dicho trabajo eran de esperarse (tabla 1). Hubo un alto porcentaje de parasitismo en las parcelas donde se utilizó el insecticida biológico (Bacillus thuringiensis var. krustaki). El Diazinon, por su parte, redujó considerablemente las tasas de parasitismo de S. frugiperda. La diferencia se debe a que el Diazinon es de amplio espectro y ataca además de S. frugiperda otras especies y órdenes de insectos. El insecticida biológico es específico para ciertas larvas del orden Lepidoptera como es el caso de los noctuidos (Fernández y Clavijo, 1984).

Tabla 1. Porcentaje de parasitismo por orden, familia y género, de los parasitoides obtenidos de las larvas de Spodoptera frugiperda, colectadas en los tratamientos (Testigo, B. thuringiensis y Diazinon), en Samán Mocho, Estado de Carabobo, Venezuela, durante 1980.

| Parásitos            | Porcentaje |                 |          |
|----------------------|------------|-----------------|----------|
|                      | Testigo    | B thuringiensis | Diazinon |
| Hymenoptera          | 89.47      | 100.00          | 100.00   |
| Braconidae           | 55.26      | 82.22           | 69.23    |
| <u>Meteorus</u> sp.  | 34.21      | 64.44           | 15.38    |
| <u>Chelonus</u> sp.  | 5.26       | 2.22            | 3.85     |
| <u>Apanteles</u> sp. | 15.79      | 15.56           | 50.00    |
| Ichneumonidae        | 34.21      | 17.78           | 30.77    |
| <u>Eiphosoma</u> sp. | 34.21      | 17.78           | 30.77    |
| Diptera              | 10.53      | 0               | 0        |
| Tachinidae           | 10.53      | 0               | 0        |

Se han reportado muchas especies de organismos parasitando huevos y larvas del gusano cogollero. En Honduras Wheeler, Ashley y Andrews encontraron los siguientes parasitoides y patógeno atacando naturalmente al gusano cogollero:

Tabla 2. Porcentaje de parasitismo encontrado en larvas Spodoptera frugiperda recolectadas en Honduras por Wheeler, Ashley y Andrews (1989).

| Enemigo natural                 | Orden            | Familia       | % <sup>1</sup> |
|---------------------------------|------------------|---------------|----------------|
| <u>Lespesia</u> sp.             | Diptera          | Tachinidae    | 9.8            |
| <u>Archytas</u> sp.             | Diptera          | Tachinidae    | 3.8            |
| <u>Eiphosoma vitticole</u>      | Hymenoptera      | Ichneumonidae | 5.4            |
| <u>Chelonus insularis</u>       | Diptera          | Tachinidae    | 37             |
| <u>Rogas laphygmae</u>          | Hymenoptera      | Braconidae    | 2.5            |
| <u>Ophion flavidus</u>          | Hymenoptera      | Ichneumonidae | 2.0            |
| <u>Temelucha</u> sp.            | Hymenoptera      | Ichneumonidae | 1.5            |
| <u>Pristomerus spinator</u>     | Hymenoptera      | Ichneumonidae | 0.8            |
| <u>Euplectrus insularis</u>     | Hymenoptera      | Eulophidae    | 0.7.           |
| <u>Microcharops anticarsiae</u> | Hymenoptera      | Ichneumonidae | 0.3            |
| <u>Cotesia marginiventris</u>   | Hymenoptera      | Braconidae    | 0.3            |
| <u>Rogas vaughani</u>           | Hymenoptera      | Braconidae    | 0.3            |
| <u>Hexameris</u> sp.            | Mermithida       | Mermithidae   | 23             |
| <u>Nomuraea rileyi</u>          | Hongo imperfecto |               | 9.5            |

Van Huis (1981) reportó 16 especies de parasitoides y 3 de entomopatógenos los cuales como un solo grupo sumaban un

<sup>1</sup>Porcentaje de parasitismo

35% de mortalidad larval. Los parasitoides más comúnmente encontrados fueron Lespedesia archippivora (Riley) y el nematodo Hexameris sp.. Otros parasitoides importantes que encontró fueron Rogas laphygmae Vier., Chelonus insularis Cresson, Ophion sp. y Archytas marmoratus (Tns.). Hexameris sp. no es común en áreas costeras; el uso de carbofurán como tratamiento del suelo a la siembra probablemente mata gran cantidad de este nematodo.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Hipótesis.

1. Los niveles críticos utilizados en la Escuela Agrícola Panamericana, para el manejo del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), no son los más recomendables a utilizar ni técnica ni económicamente.

2. El uso de carbofurán aplicado al suelo en la siembra tiene un efecto fisiológico en la planta que la hace dar mejores rendimientos, además de proteger a la planta de plagas del suelo al establecimiento.

3. La aplicación continua de insecticidas al follaje tiene un efecto detrimental en las poblaciones de enemigos naturales de Spodoptera frugiperda.

#### B. Aspectos técnicos de campo.

##### 1. Descripción del ensayo.

Se montó el ensayo para tratar de determinar la relación técnica y económica que implica el uso de Carbofurán (Furadán 10%) aplicado a la siembra y evaluar ocho diferentes niveles de acción para el control del gusano cogollero (S. frugiperda), y así determinar un nivel óptimo para el control que se justifique técnica y económicamente.

##### 2. Localización del ensayo.

El experimento se llevó a cabo en el área de San Nicolás (Terrazas 10 y 11) de la Escuela Agrícola Panamericana,

ubicada a 32 km al este de Tegucigalpa, a una altura de aproximadamente 800 msnm, una precipitación anual de 1080 mm y una temperatura media anual de 23.7°C.

### 3. Cultivar y prácticas agronómicas.

El cultivar utilizado fue el híbrido Dekalb B-833 utilizado en la producción de grano en la EAP. La siembra de las tres réplicas con que contaba el experimento se realizó el 22 de junio de 1990, en forma mecanizada a una distancia de 0.90 metros entre hileras y 0.50 metros entre planta lo cual da una densidad estimada de 40,000 a 50,000 plantas por hectárea. No se realizó raleo.

Las réplicas uno y dos tuvieron que volver a ser resembradas 10 días después, debido a un ataque fuerte de cogollero que actuó como cortador al momento de la germinación como consecuencia directa de la mala preparación del terreno que dejó gran cantidad de malezas sin ser incorporadas, y fueron hospederas de una fuerte población de cogollero.

El carbofurán fue aplicado simultáneamente a la siembra; se utilizaron aproximadamente 13 kilogramos por hectárea.

Se realizó una fertilización a la siembra con 18-46-0 (N-P-K) a razón de cuatro quintales por hectárea. Luego se realizó otra a los 30 días con dos quintales de urea (46% N)

por hectárea y la cual fue acompañada por una cultivada y aporque. Una última fertilización tuvo lugar a la floración con un quintal de urea por hectárea.

Se hizo una sola aplicación de herbicida (pre-siembra) y esta fue de Lazo 43% + Atrazina 4E a dosis de 2lts. y 2,3lts. de producto comercial por hectárea respectivamente.

#### 4. Tratamientos.

Los tratamientos que utilizamos en el ensayo fueron los siguientes:

A. Parcela principal.

Efecto de carbofurán aplicado a la siembra

B. Sub-parcela.

Niveles de acción (Número de plantas infestadas con cogollero).

Los niveles de acción utilizados fueron:

|    | <u>De germinación hasta 8 hojas</u> | <u>De 8 hojas a floración</u> |
|----|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. | 15                                  | 30                            |
| 2. | 30                                  | 45                            |
| 3. | 40                                  | 80                            |
| 4. | 15                                  | 15                            |
| 5. | 30                                  | 30                            |
| 6. | 40                                  | 40                            |
| 7. | 100                                 | 100                           |
| 8. | <10                                 | <10                           |

#### 5. Diseño experimental.

El diseño experimental que se usó fue de parcelas divididas ya que este ayuda a: 1) incorporar el factor "con y sin carbofurán" al ensayo, 2) trabajar con parcelas grandes e incorporar diferentes niveles en la parcela principal (Carbofurán) y en la subparcela (Niveles de Acción), 3) para aumentar la precisión de las diferencias de los niveles de carbofurán en relación a los niveles de acción probados y 4) con este diseño se tuvo la facilidad de utilizar maquinaria en las labores de siembra, fertilización, aplicación de carbofurán, control de malezas y aporque. El arreglo fue de bloques completamente al azar con 3 repeticiones (Anexo 20).

El área total del experimento fue de 4.2 hectáreas, cada réplica constaba de 1.4 hectáreas y cada unidad experimental 0.1 hectáreas excepto por los testigos máximo y mínimo que tenían 0.05 hectáreas cada uno.

#### 6. Muestreos.

Desde la germinación hasta las ocho hojas se realizaron muestreos tres veces por semana y de allí hasta después de la floración una vez por semana. El muestreo consistía en la selección de 10 sitios por parcela y 10 plantas por sitio; de acuerdo a esto se determinaba el número de plantas infestadas (O'Neil, Sobrado y Andrews, 1989). El muestreo se hizo de acuerdo a una de las maneras recomendados por Barfield (1989). El lo llama un muestreo sistemático al azar. Este consiste en caminar sobre una ruta establecida a través del campo tomando muestras a distancias especificadas, puede ahorrar tiempo y servir para hacer un óptimo uso de un número fijo de muestras. En este caso, el número de muestras a tomar se conoce por experiencia o se infiere de la literatura. La idea es distribuir los sitios de muestreo de la mejor manera posible. Se selecciona una línea de transecto, cuya distancia total se divide por el número de muestras a tomar. Este valor representa la distancia entre cada muestra consecutiva.

#### 7. Productos químicos utilizados.

Se utilizaron tres productos para las aplicaciones: Lorsban 41, Lannate 90PS y Volatón 1.5G. Las dosis utilizadas fueron de 1 lts., 1-1.3 lbs. y 60 lbs de producto comercial por hectárea respectivamente. El lorsban y el lannate, aplicados con bomba de mochila, se utilizaron en rotación hasta que la planta tuvo 8 hojas, después de ésta edad se utilizó Volatón 1.5G aplicado manualmente al cogollo. La frecuencia de las aplicaciones se hizo de acuerdo a la población del cogollero y los niveles de acción predefinidos.

#### 8. Cosecha.

La cosecha se realizó una vez el maíz alcanzó su madurez fisiológica. La manera en que se hizo fue escogiendo una muestra de 100 m<sup>2</sup> por parcela de la parte central de ésta. La cosecha se hizo a mano y la desgranada se realizó con una desgranadora manual.

#### 9. Determinación de rendimientos.

Una vez cosechado el ensayo las muestras fueron trasladadas a la bodega del Departamento de Protección Vegetal donde se procedió a desgranarlas por completo cada muestra. El grano se pesó y se procedió tomar las muestras para el análisis de humedad que se hizo en el laboratorio de semillas del Departamento de Agronomía. Luego de obtener los datos de humedad se hizo una estandarización de humedad de 14% para

todas las muestras y de esa manera se obtuvo el rendimiento por parcela por réplica. Finalmente el rendimiento por parcela fue transformado a Kg/Ha del grano.

#### 10. Costos de producción.

Durante el ciclo del cultivo se llevó a cabo un registro de los costos incurridos en cada actividad, con relación a la mano de obra, insumos y maquinaria. En la mano de obra se registró el tiempo que tarda un hombre en aplicar una hectárea con Volatón u otro insumo. En los insumos se registró la cantidad utilizada y en la maquinaria las horas trabajadas por labor. Con estos datos se calcularon los costos de producción. Estos se dividieron en:

- a) Costos fijos de producción; incluye los costos que fueron comunes para todas las réplicas.
- b) Costos diferenciales; estos incluyen todos los costos que varían de un tratamiento a otro.

Para darle realismo al análisis económico, los costos variables y fijos fueron determinados de acuerdo con cotizaciones de precios hechas fuera de la Escuela Agrícola Panamericana. Los costos de los insecticidas y de los herbicidas fueron cotizados en el mercado de Tegucigalpa. El costo de la maquinaria fue determinado de acuerdo a encuestas realizadas a personas y cooperativas campesinas en los

alrededores de la escuela que se dedican a alquilar maquinaria agrícola como negocio privado. Esto se hizo con el fin de aproximar los costos de producción de maíz a la realidad hondureña.

#### 11. Parasitoides.

Se realizó una recolección de larvas de Spodoptera frugiperda de diferentes estadios en cada tratamiento y en las 3 repeticiones. Se trajeron al laboratorio y se mantuvieron con una dieta artificial hasta esperar ver que parasitoides aparecían.

#### C. Análisis estadístico.

Una vez obtenidos los datos de rendimiento, costos de producción y beneficios netos procedimos a analizarlos estadísticamente utilizando el programa M-STAT C (1986). El análisis de varianza fue el siguiente:

| <u>FUENTE DE VARIACION</u> | <u>GRADOS DE LIBERTAD</u>  |
|----------------------------|----------------------------|
| Repeticiones               | $(r-1) = 3-1=2$            |
| Carbofurán                 | $(f-1) = 2-1=1$            |
| Error (a)                  | $(f-1)*(r-1) = 2*1=2$      |
| Niveles                    | $(n-1) = 8-1=7$            |
| Niveles * Carbofurán       | $(f-1)*(n-1) = 1*7=7$      |
| Error (b)                  | $f*(n-1)*(r-1) = 2*7*2=28$ |
| Total                      | $(r*f*n)-1 = (3*2*8)-1=47$ |

Se realizó una análisis de regresión para poder explicar con más precisión los resultados del ensayo; se relacionaron los niveles de infestación observados en el campo con los niveles de infestación esperados (niveles de acción). Para esto se dividió el ciclo del cultivo en tres períodos, de 0-20 días de la germinación, de 20-40 días de la germinación y de 40 días en adelante. Con este análisis se buscaba comprobar si realmente hubo diferencia entre los niveles de acción probados durante los períodos de cultivo ya descritos; es decir si se mantuvieron los niveles de acción.

Luego se relacionaron los promedios de infestación en cada tratamiento, por período de cultivo con el rendimiento de cada uno de ellos para ver si en realidad el cogollero fue plaga económicamente, teniendo en realidad efecto directo sobre los rendimientos.

#### D. Análisis económico.

##### 1. Análisis Marginal Comparativo

El análisis marginal comparativo entre cada uno de los tratamientos se realizó siguiendo la metodología desarrollada por el CIMMYT, cuyo propósito es revelar la manera en que los beneficios netos del factor estudiado (control de insectos) aumentan con relación a los costos del mismo. Se basa en el uso de presupuestos parciales, que trata de segregar el análisis del factor de producción de interés (control de

insectos) considerando los demás factores constantes (CIMMYT, 1988).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Se seleccionan las diferentes alternativas por dominancia, ordenándolas de mayor a menor beneficio descartando aquellas que presenten un costo igual o mayor al de la alternativa inmediatamente anterior.

2. Se calculan las medidas económicas siguientes:

- a) Incremento en beneficio neto de cada alternativa seleccionada (IBN), con relación a la anterior menos costosa.
- b) Incremento en costos (IC) de cada alternativa seleccionada, con relación a la anterior menos costosa.
- c) Tasa de retorno marginal (TRM) de cada alternativa seleccionada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$TRM = \frac{IBN}{IC} * 100$$

- d) Incremento porcentual del beneficio (IPB) de cada alternativa seleccionada. Se calcula con la siguiente fórmula:

IBN

$$\text{IPB} = \frac{\text{Beneficio Anterior}}{\text{Beneficio Anterior}} * 100$$

- e) Incremento porcentual del costo (IPC) de cada alternativa seleccionada. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{IPC} = \frac{\text{IC}}{\text{Costo anterior}} * 100$$

3. El paso de un tratamiento a otro más costoso se evalúa utilizando:

- a) Tasa de retorno marginal porcentual de cada alternativa comparativamente con la tasa de retorno mínima aceptable.
- b) Incremento de beneficio de cada alternativa con el incremento de beneficio mínimo requerido.

Para determinar la tasa de retorno mínima aceptable y el beneficio mínimo requerido se utilizan la experiencia y la evidencia empírica que se tiene con los productores dentro del dominio de recomendación. Generalmente los mínimos aceptables se sitúan entre el 50 y 100%.

## 2. Análisis de Riesgo

El análisis de riesgo es una manera útil de examinar la variabilidad asociada con las distintas alternativas tecnológicas. Este análisis no considera los promedios, sino más bien los resultados de los sitios por separado. Generalmente el productor se interesa más en la variabilidad de los beneficios que en la variabilidad de los rendimientos. Por ello, el análisis de riesgo considera la variabilidad de los beneficios netos. En él se comparan los promedios de los beneficios netos más bajos de cada tratamiento.

La mejor forma de determinar si una recomendación soportará los cambios de precios es mediante el análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad significa simplemente volver a efectuar el análisis marginal con precios alternativos. Los datos agronómicos sobre las respuestas a cierto factor son válidos mientras no se alteren el ambiente biológico y las prácticas de los agricultores. La interpretación económica de dichos datos dependerá de los cambios de precios.

Se calcularán los valores críticos de:

- a) Rendimiento
- b) Precio del producto
- c) Precio de Clorpirifos
- d) Precio del Methomil

e) Precio del Carbofurán

f) Precio del Phoxin

g) Precio de la mano de obra,

que harían antieconómico el tratamiento recomendable; y el grado de cobertura (variación) para cada factor.

Los valores críticos son el punto de variación de los precios que hacen que la alternativa presentada al productor ya no sea recomendable.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### A. Aspectos técnicos.

En los tres párrafos subsiguientes se plasman algunas observaciones cualitativas no incluidas en la investigación, que vale la pena mencionar como información colateral de este trabajo.

En el momento de la germinación y el establecimiento del maíz en las repeticiones uno y dos, el nivel de infestación de cogollero actuando como cortador alcanzó a más del 90% de plantas lo que resultó en la destrucción del 80% de las plántulas por lo que estas repeticiones tuvieron que ser resembradas en su totalidad.

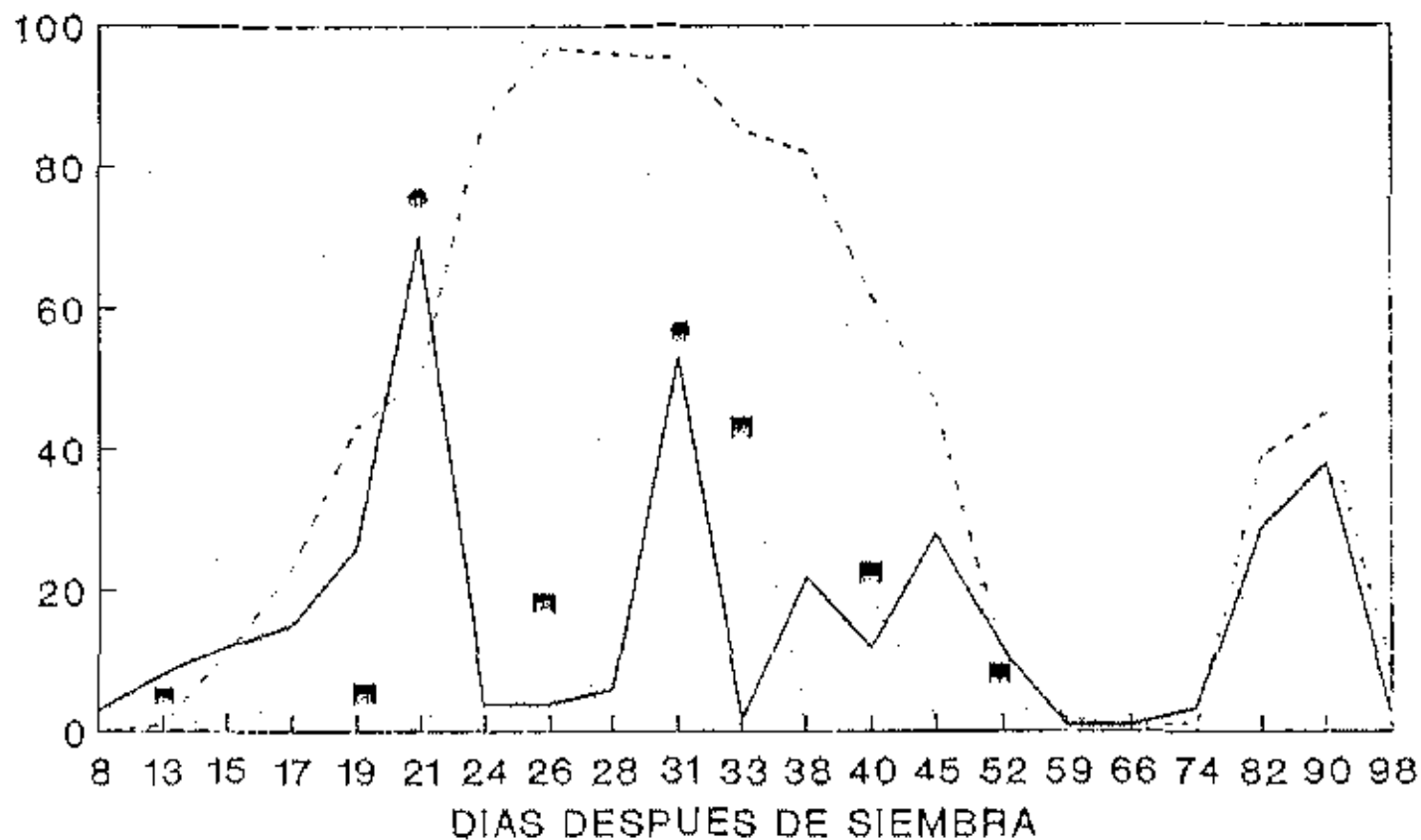
La diferencia del ataque de cogollero como cortador entre las repeticiones uno y dos y la repetición tres fue probablemente debida a la mala preparación de suelo que tuvieron las repeticiones unoos y dos en las cuales existía gran cantidad de malcezas con más de 20 centímetros de altura las cuales mantenían una población alta de cogollero; la mala preparación del suelo y la siembra inmediata produjo el ataque de cogollero al maíz recién germinado.

También se observó que el carbofurán no actuó sobre las grandes poblaciones de cogolleros cortadores en las repeticiones uno y dos ya que la destrucción de plántulas ocurrió por igual en las subparcelas con y sin carbofurán. Cabe denotar que muchos agricultores utilizan el carbofurán a la siembra como seguro contra el cogollero en ésta etapa.

El ensayo se caracterizó por un fuerte ataque de cogollero durante el período de 20-40 días después de germinación en las tres réplicas. La razón de que los ataques de cogollero fueron tan fuertes durante este período fue la fuerte canícula (período corto de verano a mediados de la época de primera) que hacía que las condiciones fuesen favorables para que el gusano cogollero elevara sus poblaciones rápidamente. La Figura 2 muestra la comparación de la densidad poblacional de cogollero en tres niveles de acción diferentes; en los tres niveles comparados (100-100%, 30-45% y <10%) se puede apreciar que los picos más altos de cogollero están comprendidos entre los 20-40 días del cultivo. Esta densidad puede ir de cero hasta casi 100% de plantas infestadas, luego cuando el maíz llega a floración la población baja considerablemente en los cogollos y el cogollero pasa a los elotes donde tiene acción por un período muy corto de tiempo sin afectar el grano. Los Anexos 4 al 19 muestran las dinámicas poblacionales de cogollero para cada nivel de infestación con y sin carbofurán; viéndose claramente

FIGURA 2. DINAMICA POBLACIONAL DEL COGOLLERO CON TRES NIVELES DE ACCION

NUMERO DE PLANTAS INTESTADAS



----- 100-100%      ——— 30-45%      ..... <10%  
 ■ APLICACIONES DE INSECTICIDAS A UN NIVEL DE ACCION <10%  
 ● APLICACIONES DE INSECTICIDAS A UN NIVEL DE ACCION 30-45%

experimento se mantuvieron entre un 40 y 90% de lo esperado, con excepción de los tratamientos con carbofurán en el periodo de 20 a 40 DDG.

En este análisis se puede determinar que el carbofurán no tuvo efecto en las poblaciones de cogollero. El nivel de infestación de cogollero entre las parcelas con y sin carbofurán, para la etapa vegetativa de 0 a 20 DDG, fue similar (59%). Si el carbofurán hubiera tenido efecto, los niveles de infestación observados en las parcelas con carbofurán hubiesen sido mucho más bajos que los niveles de infestación en las parcelas sin carbofurán.

Tabla 3. Tendencia del nivel de infestación observado (Y) en función del nivel de infestación teórico o esperado en los tratamientos (X).

| Sin carbofurán | $b_0$ | $b_1$ | $R^2$ | P(F)  |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 0-20 DDG       | 5.70  | 0.11  | 59.3% | 0.025 |
| 20-40 DDG      | -0.14 | 0.72  | 88.4% | 0.000 |
| 40-100 DDG     | 16.12 | 0.06  | 37.2% | 0.106 |

| Con carbofurán | $b_0$ | $b_1$ | $R^2$ | P(F)  |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 0-20 DDG       | 7.44  | 0.14  | 59.0% | 0.026 |
| 20-40 DDG      | 15.4  | 0.03  | 2.2%  | 0.727 |
| 40-100 DDG     | 11.63 | 0.16  | 71.0% | 0.008 |

\* Nivel de probabilidad  $F < 0.25$

Los tratamientos que recibieron más protección fueron los que tenían niveles de infestación más bajos durante los primeros 40 días del cultivo, ellos son: <10% con y sin, 15-30% con y sin, 15% con y sin y 30% con y sin carbofurán. Estos recibieron en promedio 5, 3.6 y 3 aplicaciones de insecticida (Anexo 1).

La distribución de los costos totales promedios por tratamiento se presentan en la Tabla 4. Estos están clasificados en costos fijos y costos variables. Los costos variables son los que marcan la diferencia entre tratamientos y están compuestos por los gastos hechos en insecticidas, el uso o no de carbofurán y el costo de aplicarlos.

El nivel de infestación de 100% sin carbofurán es el que tuvo los costos variables más bajos (Lps. 0.00); a este no se le hizo ninguna aplicación de insecticida, ni se uso en él carbofurán. Los costos diferenciales más altos los tuvo el tratamiento de <10% con carbofurán (Lps. 939) debido a que posee la mayor cantidad de aplicaciones de insecticidas (por el nivel de infestación permitido) y al uso de carbofurán (Tabla 5).

Tabla 4. Detalle de costos fijos y variables.

Costo fijos

## Costos de Maquinaria

|                           | Cantidad/Ha | Costo/Ha    |
|---------------------------|-------------|-------------|
| Arada                     | 1           | Lps. 90.00  |
| Rastreada                 | 2           | Lps. 126.00 |
| Sembrada                  | 1           | Lps. 84.00  |
| Asperjada de<br>herbicida | 1           | Lps. 84.00  |
| Fertilizadora             | 1           | Lps. 84.00  |
| Combinada                 | 1           | Lps. 95.00  |

Insumos agrícolas

## Producto

|             |        |             |
|-------------|--------|-------------|
| 18-46-0     | 4 qq   | Lps. 272.00 |
| Urea        | 4 qq   | Lps. 248.00 |
| Atrazina 4E | 2.3 L  | Lps. 42.24  |
| Lazo 43%    | 2.0 L  | Lps. 35.00  |
| Semilla     | 30 Lbs | Lps. 42.00  |

Total de costos fijos Lps. 1202.24

Costos variables

1 aplicación de Lannate 90PS Lps. 84.80

Dosis = 1 Lb/Ha

Costo de aplicación con asperjadora Lps. 84.00

-----  
Lps. 168.80

1 aplicación de Lorsban 4L Lps. 53.21

Dosis = 1 L/Ha

Costo de aplicación con asperjadora Lps. 84.00

-----  
Lps. 137.21

1 aplicación de Volatón 1.5G cuesta Lps. 37.50

Dosis = 30 Lbs/Ha

Costo de la mano de obra para aplicarlo Lps. 14.40

1.5 jornales/Ha (9.60/jornal)

-----  
Lps. 51.90

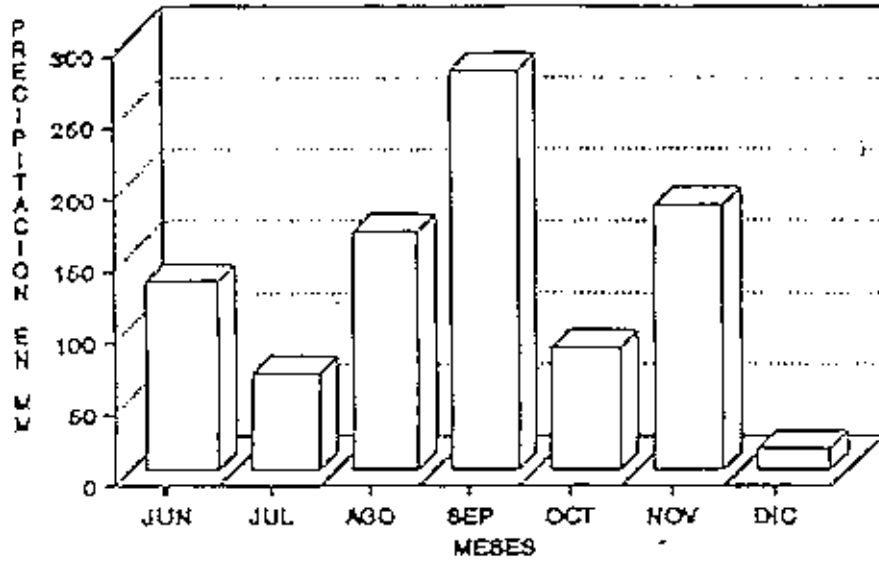
que los picos poblacionales de cogollero se encuentran entre los 20-40 días del cultivo y también se aprecia la cantidad de aplicaciones de insecticidas hechas en cada nivel de acción.

En los períodos de lluvia el cogollo de maíz se llena de agua, y por lo general las larvas de 1<sup>ro</sup> y 2<sup>do</sup> instar que están en el cogollo mueren ahogadas, de esa manera se reduce el daño que la plaga causa a la espiga en formación. La canícula también influyó en el desarrollo normal del maíz especialmente en las repeticiones uno y dos ya que estas se encontraban en pleno período vegetativo. Esto se puede observar claramente en la merma en rendimiento que tuvieron ambas repeticiones si las comparamos con la repetición tres, la cual al llegar la canícula ya estaba en una etapa más avanzada de desarrollo, lo que permitió una menor reducción en rendimiento (ver Figura 3 y Tabla 6).

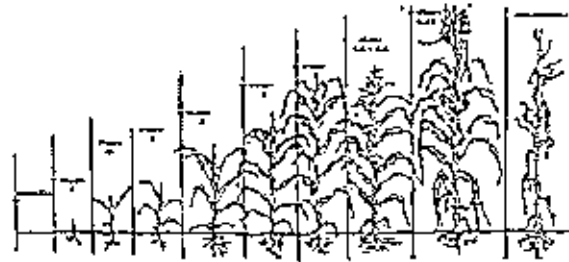
Para verificar que los niveles de acción para el control de cogollero propuestos fueron mantenidos durante el experimento se realizó un análisis de relación. Se relacionaron los niveles de infestación observados en función de los niveles esperados en el campo, para los períodos vegetativos del maíz comprendidos entre 0-20, 20-40, y 40-100 días después de germinación (DDG). Los resultados de este análisis (Tabla 3) indican que los niveles de acción en el

### FIGURA 3. PRECIPITACION Y DESARROLLO DEL CULTIVO.

a) Distribución de la precipitación.



b) Desarrollo del maíz de las repeticiones 1 y 2.



c) Desarrollo del maíz de la repetición 3.

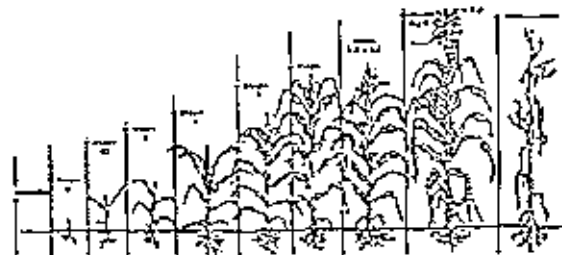


FIGURA 5. Censos totales producidos de una población de maíz crans, sometido a diferentes niveles de infestación por la gorgopila en la Escuela Agrícola Interamericana, Junio 1950.

| NIVELES DE INFESTACION | CENSOS EN Lp=414 |     |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |      |      |
|------------------------|------------------|-----|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|------|------|
|                        | 100-10%          |     | 75-25% |      | 50-50% |      | 25-75% |      | 15-85% |      | 10-90% |      |      |      |
|                        | COM              | SIN | COM    | SIN  | COM    | SIN  | COM    | SIN  | COM    | SIN  | COM    | SIN  |      |      |
| CENSOS MUESTRAS        | 275              | 0   | 202    | 250  | 271    | 267  | 255    | 290  | 292    | 297  | 278    | 291  | 247  | 245  |
| CENSOS TOTALES         | 1017             | 170 | 1100   | 1207 | 1070   | 1207 | 1000   | 1400 | 1107   | 1000 | 1012   | 1212 | 1212 | 1212 |
| TOTAL DE CENSOS        | 1292             | 170 | 1302   | 1457 | 1341   | 1474 | 1255   | 1600 | 1399   | 1297 | 1290   | 1503 | 1457 | 1457 |

Los tratamientos en que se uso carbofurán fueron más costosos tanto individualmente como en promedio debido al costo de carbofurán y a que el uso de éste no disminuye el número de aplicaciones de insecticida foliar (Tabla 5). Tratados en forma individual los tratamientos que resultaron más económicos fueron: 100% sin carbofurán, 40-80% sin carbofurán, 40% sin carbofurán y 15-30% sin carbofurán. Los demás tratamientos tuvieron mayores costos y menores beneficios.

En cuanto a los rendimientos el tratamiento 100% de infestación sin carbofurán tuvo el mayor rendimiento promedio, seguido por el de 30-45% con carbofurán.

No existió diferencia en rendimiento entre los niveles de acción. Entre las repeticiones se observaron diferencias en rendimientos ( $p=0.0561$ ), Anexo 2 y Tabla 6. Esto se puede atribuir a la disparidad en el desarrollo del maíz que hubo entre las repeticiones uno, dos y la tres, debido a la resiembra total de las dos primeras y posteriormente a una canícula fuerte que influyó directamente sobre las dos primeras repeticiones. Los tratamientos con carbofurán obtuvieron en promedio rendimientos más bajos que los tratamientos donde no se aplicó carbofurán a la siembra ( $p=0.1657$ ). La interacción entre los niveles de acción y el uso o no de carbofurán fue significativa solamente a un 27% de

FIGURA 5. Rendimientos en kg/ha de maíz 0-500 al 100 de humedad, utilizando 8 niveles de infección para trabajar en la Escuela Agrícola Panamericana, Junio 1969.

|                         |  | FERTILIZANTES |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |         |      |
|-------------------------|--|---------------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|---------|------|
|                         |  | 100-1000      |      | 10-100 |      | 10-100 |      | 30-150 |      | 30-300 |      | 15-150 |      | 15-150 |      | 100-100 |      |
|                         |  | CON           | SIN  | CON    | SIN  | CON    | SIN  | CON    | SIN  | CON    | SIN  | CON    | SIN  | CON    | SIN  | CON     | SIN  |
| REPETICION 1            |  | 2724          | 1770 | 2352   | 2105 | 2020   | 2027 | 2494   | 2191 | 2134   | 2111 | 2724   | 2517 | 2721   | 2187 | 2511    | 2091 |
| CONTRÓLES DISTINGUIDOS  |  |               |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |         |      |
| REPETICION 2            |  | 2020          | 2241 | 2264   | 2007 | 2220   | 2106 | 2700   | 2220 | 2328   | 2217 | 2372   | 2220 | 2227   | 2422 | 2274    | 1934 |
| CONTRÓLES DISTINGUIDOS  |  |               |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |         |      |
| REPETICION 3            |  | 2186          | 2001 | 2321   | 2075 | 2062   | 2110 | 2220   | 2422 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222    | 2222 |
| CONTRÓLES DISTINGUIDOS  |  |               |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |         |      |
| REPETICION 4            |  | 2700          | 1821 | 2220   | 2322 | 2220   | 2110 | 2022   | 2110 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2122    | 2222 |
| CONTRÓLES DISTINGUIDOS  |  |               |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |         |      |
| REPETICION 5            |  | 2121          | 1822 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222    | 2222 |
| CONTRÓLES DISTINGUIDOS  |  |               |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |        |      |         |      |
| REEMPLAZO DE NUTRIENTES |  | 1112          | 1022 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222   | 2222 | 2222    | 2222 |

probabilidad (Anexo 2).

Luego se hizo un análisis de relación entre los diferentes niveles de acción y el rendimiento promedio obtenido en cada nivel de acción. Se demostró que el número de plantas infestadas no afecta el rendimiento (Tabla 7). Esto puede deberse a dos razones:

1. Porque en realidad el cogollero no es plaga.
2. Porque la definición del número de plantas infestadas no tiene significado económico o no está bien definida.

Todas las ecuaciones obtenidas fueron del orden lineal.

Tabla 7. Tendencia del rendimiento (Y) en función del número de plantas infestadas (X).

| Sin carbofurán | $b_0$   | $b_1$  | $R^2$ | P(F)  |
|----------------|---------|--------|-------|-------|
| 0-20 DDG       | 3825.44 | -25.61 | 9.61% | 0.451 |
| 20-40 DDG      | 3376.86 | 8.68   | 32.5% | 0.142 |
| 40-100 DDG     | 3811.92 | -12.15 | 1%    | 0.81  |

| Con carbofurán | $b_0$   | $b_1$ | $R^2$ | P(F)  |
|----------------|---------|-------|-------|-------|
| 0-20 DDG       | 3174.13 | 8.52  | 1.2%  | 0.80  |
| 20-40 DDG      | 3331.31 | -2.05 | 1.69% | 0.763 |
| 40-100 DDG     | 3225.49 | 2.80  | 0.16% | 0.924 |

B. El análisis económico.

1. El análisis marginal comparativo.

El análisis económico de los resultados obtenidos en la experimentación agronómica se hace con el fin de poder dar a

los productores una recomendación racional de la alternativa que se les está proponiendo. La elaboración de recomendaciones que se ajusten a los objetivos y circunstancias del productor no es necesariamente difícil, pero cuando se hacen a un lado factores que son importantes para el agricultor, es muy fácil formular recomendaciones inadecuadas, aunque algunos de estos factores no sean muy evidentes (CIMMYT 1988).

Inicialmente se calculó el presupuesto parcial por tratamiento por hectárea. Una vez que se obtuvieron los costos variables de los tratamientos en cada repetición, se sumó a cada uno de ellos los costos fijos y se sacó un promedio de costo total por tratamiento por hectárea (Tabla 4).

Luego se calcularon los beneficios brutos por tratamiento en cada repetición; esto se efectuó multiplicando el rendimiento por hectárea de cada tratamiento por 0.68 lempiras, que era el precio por kilo que tenía el maíz en Honduras al momento de la cosecha. Una vez se obtenidos los beneficios brutos se les restaron los costos totales para así obtener el beneficio neto. Después de tener el beneficio neto por hectárea de cada tratamiento en cada repetición se sacó también un promedio de este para cada tratamiento (Tabla 8).

TABLE 6. Transfusions ratios per hectare of the production of each group, subjected to different levels of fertilization, for sugarcane in La Esperanza District, Pinar del Rio, Cuba, 1964.

| FACTORES DE FERTILIZACION | TRANSFUSIONES |        |               |       |        |       |        |      |        |       |        |       |        |      |        |      |
|---------------------------|---------------|--------|---------------|-------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|------|
|                           | 10-50%        |        | 50-80%        |       | 70-90% |       | 70-85% |      | 50-80% |       | 15-50% |       | 15-15% |      | 10-10% |      |
| CONDICIONES               | GR            | SH     | GR            | SH    | GR     | SH    | GR     | SH   | GR     | SH    | GR     | SH    | GR     | SH   | GR     | SH   |
| REPETICION 1              | 1194          | 2442   | 2750          | 1105  | 2705   | 1681  | 1072   | 914  | 117    | 717   | 1275   | 1415  | 1001   | 834  | 119    | 819  |
| CONDICIONES DESFAVORABLES |               |        |               |       |        |       |        |      |        |       |        |       |        |      |        |      |
| REPETICION 2              | 1197          | 1245   | 2762.1        | 1167  | 273    | 1190  | 2032   | 951  | 1117   | 172   | 1-185  | 1820  | 980    | 1245 | 161    | 1540 |
| CONDICIONES DESFAVORABLES |               |        |               |       |        |       |        |      |        |       |        |       |        |      |        |      |
| REPETICION 3              | 1195          | 2294   | 1232          | 1211  | 1700   | 1513  | 1268   | 2322 | 1437   | 2205  | 1245   | 1879  | 1053   | 1907 | 1491   | 1825 |
| CONDICIONES DESFAVORABLES |               |        |               |       |        |       |        |      |        |       |        |       |        |      |        |      |
| PROMEDIO                  | 1119          | 2126   | 2679.7        | 1201  | 1105   | 1412  | 1477   | 1202 | 1197   | 1241  | 1411   | 1707  | 1737   | 1213 | 1541   | 1420 |
| DEVIACION ESTANDAR        | 252.41        | 203    | 2942.8-3041.0 | 140   | 210    | 722   | 925    | 133  | 254    | 735   | 204    | 1104  | 752    | 1024 | 514    |      |
| COCIENTE DE VARIACION     | 22.252        | 37.752 | 109.82        | 24.21 | 20.441 | 17.52 | 137.52 | 78.2 | 16.22  | 71.42 | 12.052 | 13.72 | 157.2  | 70.2 | 17.02  | 72.2 |

Después de tener ambos datos se procedió a realizar el análisis de dominancia. En el cual se ordenaron los niveles de acción de menor a mayor en relación a los costos totales. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos totales más bajos (Tabla 9).

Los resultados del análisis de dominancia muestran que el tratamiento 100% de infestación sin carbofurán domina a todos los demás y es en definitiva la alternativa potencial a recomendar, a menos que el análisis de riesgo demuestre lo contrario ya que tuvo los mejores rendimientos y los menores costos variables (4171 kg y 0.00 lempiras). Normalmente aquí terminaría el análisis marginal comparativo ya que no hay ningún otro tratamiento que domine para poder compararlo con él. Suponiendo que el tratamiento 100% sin carbofurán salió dominante a causa del error experimental, ¿Cuáles niveles de acción pasarían a ser las nuevas alternativas dominantes?. En este caso los niveles de acción sin carbofurán de 40-80, 40-40 y 15-30 pasarían a ser las dominantes.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUIGALPA HONDURAS

Tabla 9. Análisis de dominancia para los diferentes niveles de acción de cogollero, Junio 1990.

| Tratamientos              | Costos totales | Beneficios netos      |
|---------------------------|----------------|-----------------------|
| 100-100% sin              | 1202.24        | 1634.04               |
| 40-80% sin * <sup>1</sup> | 1452.22        | 827.59 D <sup>2</sup> |
| 30-45% sin                | 1452.22        | 739.20 D              |
| 40-40% sin *              | 1469.52        | 848.83 D              |
| 100-100% sin              | 1488.24        | 556.07 D              |
| 30-30% sin                | 1599.72        | 678.28 D              |
| 15-15% sin                | 1645.46        | 650.45 D              |
| 15-30% sin *              | 1673.29        | 944.25 D              |
| 40-40% con                | 1772.58        | 623.28 D              |
| 40-80% con                | 1783.72        | 114.32 D              |
| 30-30% con                | 1839.87        | 634.31 D              |
| <10-10% sin               | 1855.63        | 842.84 D              |
| 30-45% con                | 1857.29        | 914.17 D              |
| 15-15% con                | 1948.76        | 231.55 D              |
| 15-30% con                | 2061.29        | -122.16 D             |
| <10-10% con               | 2141.63        | -18.67 D              |

<sup>1</sup>Tratamientos alternativos si la alternativa 100-100% no hubiera salido dominante.

<sup>2</sup>D = Tratamientos dominados

Para estas nuevas alternativas se realizó un análisis marginal (Tabla 10) donde se compara el incremento del beneficio neto con el incremento en costo.

La tasa de retorno marginal indica lo que el productor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica por otra. En el análisis marginal se observa que al cambiar el nivel de acción de 40-80% sin carbofurán al de 40-40% sin carbofurán obtenemos una tasa de retorno a la inversión de 122%, o sea que por cada lempira que se invierte se obtiene para el control del gusano cogollero

Tabla 10. Análisis Marginal, para los diferentes niveles de acción para cogollero. Junio 1990.

| Tratamientos | Costo Total | Costo Marginal | B <sup>o</sup> neto | B <sup>o</sup> neto Marginal | TRM  |
|--------------|-------------|----------------|---------------------|------------------------------|------|
| 40-80% sin   | 1452.22     |                | 827.59              |                              |      |
|              |             | 17.3           |                     | 21.24                        | 122% |
| 40-40% sin   | 1469.52     |                | 848.83              |                              |      |
|              |             | 203.77         |                     | 95.42                        | 47%  |
| 15-30% sin   | 1673.29     |                | 944.25              |                              |      |

una ganancia de 1.22 lempiras. En el segundo caso si el agricultor tiene mucha aversión al riesgo de su inversión (miedo a perder) y desea cambiar del nivel de 40-40% sin

carbofurán, que considera muy alto, al nivel de 15-30% sin carbofurán el retorno a su inversión será de 0.47 centavos por lempira invertido. Sin embargo, no se puede tomar una decisión al respecto sin saber la tasa de retorno que sería aceptable para los productores. En Honduras generalmente esta tasa de retorno esperada es de más del 50%. Siendo esto lo esperado se recomendaría el uso de un nivel de acción de 40-40% sin carbofurán ya que al utilizar el nivel de acción 15-30% sin carbofurán la tasa de retorno marginal no cubre lo esperado por el productor.

Al relacionar los costos totales como variable dependiente y los beneficios netos como variable independiente en cada nivel de acción (Tabla 11) la tendencia observada es que a medida que se incrementan los costos debidos a un incremento en el factor fitoprotección (aplicación de insecticidas) los beneficios netos se reducen. La relación es proporcionalmente inversa. En casi un 60% de las veces ocurrirá de esa manera. Esto indica que no vale la pena gastar dinero en proteger al cultivo contra cogollero.

Tabla 11. Tendencia de los beneficios netos (Y) en función de los costos totales (X).

| Con dominante | $b_0$   | $b_1$ | $R^2$ | P(F)  |
|---------------|---------|-------|-------|-------|
|               | 2892.52 | -1.31 | 59%   | 0.000 |
| Sin dominante |         |       |       |       |
|               | 2377.48 | -1.04 | 44%   | 0.007 |

## 2. El análisis de riesgo.

Se hizo el análisis de riesgo con 3 repeticiones aunque este requiere utilizar como mínimo 6 repeticiones para tener mayor certeza al analizar los riesgos implícitos en una recomendación. El análisis de riesgo compara el promedio de los beneficios netos más bajos de cada tratamiento. En él aparecen los beneficios netos por repetición en cada tratamiento y el promedio de beneficio en cada repetición y tratamiento (Tabla 12). Para el análisis se escogió el peor de los beneficios netos en cada repetición y tratamiento, esto representa el 33% de las observaciones hechas. Se comparó el peor rendimiento de la alternativa seleccionada (100% sin carbofurán) con los peores rendimientos de las demás alternativas. Después de hacer la comparación se concluyó que la alternativa seleccionada, 100% sin carbofurán, sigue siendo la recomendada, ya que en el peor de los casos la diferencia en beneficios es bien amplia ( 76 lempiras) comparándola con la alternativa más próxima de 15-30% Sin Carbofurán.

FIGURA 12. Análisis de riesgo para la producción de cada grupo susceptible a diferentes niveles de infestación para controlarse en la Escuela Agrícola Ponce, Agosto 1970.

| NIVELES DE INFESTACION                     | CONDICIONES REALES EN 1969 |      |         |      |        |      |          |      |            |      |          |      |          |      |          |      |
|--|----------------------------|------|---------|------|--------|------|----------|------|------------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
|  | 100-1000                   |      | 1-10000 |      | 10-100 |      | 100-1000 |      | 1000-10000 |      | 100-1000 |      | 100-1000 |      | 100-1000 |      |
| CONDICION                                  | CON                        | SIN  | CON     | SIN  | CON    | SIN  | CON      | SIN  | CON        | SIN  | CON      | SIN  | CON      | SIN  | CON      | SIN  |
| REPLICACION 1<br>CONDICIONES COSTAGALES DE | 590                        | 1833 | 517     | 941  | 745    | 1001 | 900      | 18.3 | 145        | 174  | 220      | 652  | 130      | 175  | 507      | 886  |
| REPLICACION 2<br>CONDICIONES COSTAGALES DE | 590                        | 740  | 193     | 104  | 730    | 627  | 1000     | 177  | 1154       | 170  | 750      | 666  | 294      | 672  | 932      | 984  |
| REPLICACION 3<br>CONDICIONES FRAGAGALES    | 733                        | 2251 | 650     | 767  | 1136   | 1229 | 875      | 1000 | 694        | 1072 | 900      | 1315 | 104      | 1044 | 733      | 1055 |
| PROMEDIO                                   | 674                        | 1634 | 417     | 809  | 627    | 874  | 944      | 733  | 664        | 670  | 137      | 944  | 272      | 170  | 1017     | 975  |
| DEL NOS DUDA                               | 590                        | 740  | 517     | 941  | 740    | 627  | 900      | 18.3 | 145        | 174  | 220      | 666  | 294      | 175  | 507      | 886  |
| DIFERENCIA DEL 100-1000 SIN                | CON                        |      | CON     |      | CON    | 115  | 1774     |      | CON        |      | 76       |      |          |      | CON      | 874  |
| TOTALES TOTALES                            | 1648                       | 4202 | 1504    | 1472 | 1772   | 1474 | 1047     | 1400 | 1833       | 1072 | 1264     | 1673 | 1418     | 1646 | 2140     | 1074 |

Si se supone que la alternativa de 100% sin carbofurán salió siendo la recomendada debido a error experimental entonces se pasa a recomendar la alternativa de 40% sin carbofurán. En la Tabla 12 la alternativa 15-30% sin carbofurán en el peor de los casos tiene un beneficio neto mayor que el de la alternativa de 40% sin carbofurán, pero si se analiza bien 1 de cada 3 veces el incremento en beneficio es de 39 lempiras pero 3 de cada 3 veces el incremento en costo de pasar de la alternativa 40% sin carbofurán a la de 15-30% sin carbofurán es de 204 lempiras, lo cual quiere decir que el riesgo a tomar en el peor de los casos al pasar de la alternativa 40% sin carbofurán a la de 15-30% sin carbofurán, no se justifica debido al aumento en costos al cual se incurre.

No se justifica realizar un análisis de sensibilidad. La alternativa seleccionada, 100% sin carbofurán, no tiene costos variables y un aumento en el precio de maíz creará un aumento proporcional en las demás alternativas. Lo mismo sucedería si los costos comunes aumentarían. Además las demás alternativas, debido a la inflación que aumenta día con día en el mercado, se verían seriamente afectadas ya que sus costos variables aumentarían y se reducirían directamente sus beneficios.

### C. Parasitoides.

Los resultados del parasitismo de Spodoptera frugiperda encontrados bajo las condiciones de la Escuela Agrícola Panamericana están presentados en la Tabla 13.

Las causas de mortalidad de las larvas recolectadas de gusano cogollero se agruparon en 4 categorías:

1. Parasitoides (insectos), 2. Pátogenos (Nomuraea rileyi), 3. Cogolleros no parasitados, 4. Cogolleros muertos por otras causas o mal manejo, para su análisis.

El porcentaje de larvas muertas por otras causas fue en promedio alto posiblemente debido a mal manejo.

Nomuraea rileyi y cogolleros muertos por otras causas son categorías sobre las cuales los insecticidas tienen ninguna o poca influencia sobre ellos, por lo cual se espera que las proporciones en cada tratamiento no sean muy variables.

Existe diferencia significativa entre repeticiones y los niveles de acción para el parasitismo de Nomuraea rileyi (Anexo 3). Para ver estas diferencias se realizó una prueba de Duncan. En las repeticiones uno y dos que fueron sembradas 10 días posteriormente a la repetición tres (debido a la resiembra por destrucción de cogollero), se observó un

Tabla 13. Parasitismo natural de *Spodoptera frugiperda* bajo diferentes niveles de defoliar en La Estación, 1980

|  | PARASITISMO |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     |        |     |      |     |      |    |     |    |      |     |      |     |      |     |      |     |      |      |      |    |      |    |
|--|-------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|------|-----|------|----|-----|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|----|------|----|
|  | 100-100%    |     | 75-90% |     | 40-10% |     | 50-75% |     | 50-90% |     | 15-30% |     | 15-10% |     | 10-10% |     |      |     |      |    |     |    |      |     |      |     |      |     |      |     |      |      |      |    |      |    |
|  | CON         | SIN | CON    | SIN | CON    | SIN | CON    | SIN | CON    | SIN | CON    | SIN | CON    | SIN | CON    | SIN |      |     |      |    |     |    |      |     |      |     |      |     |      |     |      |      |      |    |      |    |
| <i>Leptosis endoparasitica</i>           | 11.2        | 15  | 7      | 7   | 9.8    | 13  | 11.8   | 13  | 17     | 15  | 7.3    | 11  | 8.4    | 8   | 5.8    | 7   | 11.6 | 12  | 4.7  | 6  | 2.7 | 25 | 7.3  | 11  | 5.4  | 6   | 3.6  | 3   | 3.3  |     |      |      |      |    |      |    |
| <i>Pezomachus heterotabus</i>            | 5.2         | 7   | 1      | 1   | 3.8    | 5   | 0.8    | 1   | 3.3    | 3   | 2.6    | 4   | 2.2    | 2   | 1.7    | 2   | 2.4  | 3   |      |    |     |    | 1    | 6.4 | 7    |     | 1    | 1.9 | 2    | 0.3 | 7    |      |      |    |      |    |
| <i>Diplois (Diplois) sp.</i>             | 0.7         | 1   | 3      | 3   | 3.9    | 1   | 0.3    | 1   | 4.1    | 1   | 0.7    | 1   | 1.1    | 1   | 5      | 6   | 2.9  | 3   | 0.8  | 1  |     |    |      |     | 0.7  | 1   | 0.9  | 2   | 0.3  | 7   | 3.3  |      |      |    |      |    |
| <i>Exochus pilicollis</i>                | 1.4         | 2   |        |     | 3.9    | 5   | 1.8    | 2   |        | 2   |        |     | 3.3    | 3   |        |     |      |     |      |    |     |    |      | 1.5 | 2    |     | 1.3  | 2   | 4.1  | 5   | 2.4  | 2    |      |    |      |    |
| <i>Campoplex brevirostris</i>            |             |     | 1      | 1   | 1.3    | 2   | 2.7    | 3   |        |     |        |     |        |     | 0.8    | 1   | 1.9  | 2   |      |    |     |    |      |     | 0.7  | 1   | 0.9  | 1   |      |     |      |      |      |    |      |    |
| <i>Pimplinus spinator</i> (Mason)        | 0.7         | 1   | 1      | 1   | 0.8    | 1   |        |     | 1.1    | 1   | 0.7    | 1   |        |     | 0.8    | 1   | 1.3  | 2   | 0.8  | 1  |     |    |      |     | 0.7  | 1   | 0.9  | 1   | 1.2  | 1   | 3.3  |      |      |    |      |    |
| <i>Chelonus pectorator</i> (Gahan)       | 6.2         | 11  | 4      | 4   | 5.8    | 13  | 6.3    | 7   | 11.6   | 13  | 0.7    | 13  | 13.3   | 12  | 13     | 15  | 3.7  | 10  | 8.6  | 11 | 8.4 | 8  | 11.3 | 17  | 11.6 | 3   | 6.8  |     |      |     |      |      |      |    |      |    |
| <i>Meteorus leucogaster</i>              |             |     |        |     | 0.8    | 1   | 0.8    | 1   |        |     |        |     |        |     |        |     |      |     |      |    |     |    |      |     | 1.3  | 2   | 0.9  | 1   |      |     |      |      |      |    |      |    |
| <i>Meteorus villosus</i>                 | 11.8        | 21  | 21     | 21  | 10.0   | 24  | 11.8   | 13  | 20     | 18  | 20.7   | 21  | 22.2   | 20  | 18.7   | 20  | 23.3 | 24  | 16.4 | 21 |     |    |      |     | 25   | 23  | 17.3 | 24  | 23   | 33  | 20.2 | 17.5 | 1    | 10 | 3    |    |
| 1 de larvas muertas por otros ptt. q. no | 4           | 54  | 52     | 52  | 34.8   | 45  | 32.7   | 36  | 37     | 33  | 42.7   | 63  | 35.6   | 33  | 34     | 47  | 29   | 31  | 30.8 | 65 |     |    |      |     | 25   | 23  | 52   | 38  | 34.3 | 43  | 42.9 | 34   | 35.3 | 6  | 43.3 | 13 |
| 1 de larvas en pupas tardas              | 17.1        | 23  | 10     | 10  | 13.8   | 18  | 10     | 31  | 4.1    | 1   | 15.3   | 23  | 14.1   | 19  | 18     | 21  | 16.9 | 17  | 17.2 | 22 |     |    |      |     | 14.8 | 16  | 7.3  | 11  | 6.2  | 7   | 15.9 | 13   | 61.1 | 11 | 37   | 11 |
| 1 de larvas recolectadas                 | 134         | 100 |        |     | 132    | 110 |        |     | 90     | 150 |        |     | 90     | 120 |        |     | 103  | 123 |      |    |     |    |      |     | 110  | 170 |      | 103 | 84   | 10  |      |      |      |    |      |    |

porcentaje de parasitismo por Nomuraea rileyi el cual fue significativamente mayor que la repetición tres. Esto puede haber sucedido por la mayor cantidad de inóculo presente en la zona ya que el experimento estaba localizado entre 135 hectáreas de maíz sembradas con 30 días de anterioridad.

Para los grupos de parasitoides y cogolleros no parasitados se realizó una prueba Chi-cuadrado, con el fin de determinar como variaba la proporción de estos de acuerdo al nivel de acción. La metodología utilizada fue la presentada por Steel y Torrie (1988). Para esto lo primero que se hace es construir una tabla de contingencia para las larvas parasitadas y no parasitadas de los diferentes niveles de acción. Luego se calculan los valores esperados y por último se calcula el Chi-cuadrado con su respectivo coeficiente de contingencia y probabilidad de ocurrencia.

La proporción de parasitoides e insectos no parasitados depende en un 28% del nivel de acción usado ( $p= 0.005$ ). De un nivel de acción de 15% en adelante la relación casi no cambia, pero con niveles menores a 10% el parasitismo natural disminuye y por ende aumenta el número de larvas de cogollero sin parasitar, posiblemente por la efectividad de los insecticidas o por el bajo número de larvas recolectadas en esos niveles (Tabla 14).

Tabla 14. Prueba Chi-cuadrado para determinación de la variabilidad de la proporción del parasitismo (insectil) de gusano cogollero en relación al nivel de acción utilizado.

a. Tabla de contingencia con los valores observados.

| Nivel de acción | Larvas Parasitadas | No Parasitadas |
|-----------------|--------------------|----------------|
| 100-100%        | 54                 | 33             |
| 40-80%          | 72                 | 51             |
| 40-40%          | 68                 | 27             |
| 30-45%          | 56                 | 34             |
| 30-30%          | 53                 | 39             |
| 15-30%          | 73                 | 27             |
| 15-15%          | 38                 | 20             |
| <10%            | 3                  | 22             |

b. Valores esperados.

|       |       |
|-------|-------|
| 54.15 | 32.85 |
| 76.55 | 46.45 |
| 59.13 | 35.87 |
| 56.01 | 33.99 |
| 57.26 | 34.74 |
| 62.24 | 37.76 |
| 36.10 | 21.90 |
| 15.56 | 9.4   |

$$\text{Chi-cuadrado} = \frac{(\text{Observado} - \text{Esperado})^2}{\text{Esperado}}$$

Chi cuadrado = 37.29

Chi cuadrado a probabilidad 0.005 = 20.278

Grados de libertad = 7

Coefficiente de contingencia = 28%

El carbofurán no mostró efecto sobre los enemigos naturales de cogollero. *Phyllophaga* sp. y *Lisironotus dietrichi* fueron las únicas plagas del maíz que se encontraron en el lugar del experimento. Sus densidades eran bien bajas. Se puede decir que el efecto del carbofurán sobre las plagas del suelo no fue muy notorio debido a que las densidades de las dos plagas encontradas eran muy bajas; quizás si éstas densidades hubiesen sido mayores si se hubiera encontrado diferencias significativas entre usar o no carbofurán.

## V. CONCLUSIONES

1. El nivel de acción de 100% sin carbofurán durante todo el ciclo del cultivo de maíz grano, bajo las condiciones de la Escuela Agrícola Panamericana y en la época de primera, es la mejor alternativa tanto en rendimiento técnico como económico.
2. El uso de niveles de acción por encima de 40% son los que dan mejores rendimientos y menores costos de producción.
3. Carbofurán no tiene ninguna influencia en los rendimientos conforme a la hipótesis previa. Su influencia está solamente en la protección de la semilla y planta contra las plagas del suelo.
4. Entre más insecticidas se aplican para controlar al gusano cogollero menor va a ser el porcentaje de parasitismo natural que este va a encontrar.
5. Una buena preparación del terreno antes de la siembra es de vital importancia para evitar dejar hospederos alternos del gusano cogollero y de esa manera evitar que este actúe como cortador una vez germinen las plántulas de maíz.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el mismo ensayo una dos veces más por lo menos y durante la misma época, para tratar de validar estos resultados obtenidos antes de realizar una recomendación definitiva.

Es necesario realizar un ensayo para determinar los períodos críticos de la planta cuando el gusano cogollero la ataca. Por ejemplo dividir en tres períodos el ciclo del cultivo y dejar que el gusano ataque en cada uno para luego observar en qué período de esos hace más daño.

No se recomienda el uso de niveles de acción para el control del gusano cogollero. Tampoco se recomienda el uso de carbofurán. Aun bajo condiciones desfavorables estas recomendaciones siguen siendo válidas.

La preparación del terreno antes de la siembra influye directamente en las poblaciones de cogollero en el campo, por lo que se recomienda investigar más al respecto.

Finalmente se recomienda realizar el mismo ensayo a nivel de pequeño agricultor y determinar si las recomendaciones siguen siendo válidas bajo sus condiciones.

## VII. LITERATURA CITADA

- AGUIÑE, J.A. 1988. Macroanálisis de la producción de granos básicos en Honduras 1976-1987. IICA. Tegucigalpa, Honduras.
- ANDREWS, K.L. 1980. The whorlworm, Spodoptera frugiperda, in Central America and neighboring areas. Department of Entomology and Nematology, University of Florida. Gainesville, Florida. Vol 63: 456-467.
- 1989. Maíz y Sorgo. pp.547-566. EN: K.L. Andrews y J.R. Quezada, (Eds.) Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, Centroamérica.
- ANDREWS, K.L. Y NAVAS, D. 1989. La relación entre la plaga y el cultivo. pp.129-144. EN: K.L. Andrews y J.R. Quezada, (Eds.) Manejo integrado de las plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, Centroamérica.
- Banco Central de Honduras. Informe estadístico. Honduras. 1989.
- BARFIELD, C.S. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas. pp.145-162. EN: K.L. Andrews y J.R. Quezada, (Eds.) Manejo integrado de las plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, Centroamérica.
- BENTLEY, J.W. Y ANDREWS K.L. en prensa. Pests, peasants and publications: anthropological and entomological views of an integrated pest management program for small-scale honduran farmers. Human organization.
- CABARRUS, M.R. 1977. Evaluación de cuatro insecticidas con dos intervalos de aplicación en el control del gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda J.E. Smith. Tesis, Universidad de San Carlos, Guatemala. 29 p.

- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Mexico. 79 p.
- CLAVIJO, S. 1984. La protección química del maíz al ataque del cogollero (Spodoptera frugiperda) en diferentes etapas de crecimiento de las plantas y su efecto sobre los rendimientos del cultivo. *Ibid* 13: 73-78.
- CONTRERAS, M.R.; GALT, D.L.; MUCHEVA, S.C.; NOR, K.M.; PEAIRS, F.B. Y RODRIGUEZ, M.S. 1977. An interdisciplinary approach to international agricultural training: The Cornell-CIMMYT Graduate Student Team Report. Cornell International Agricultural Mimeograph 59. 20 p. + 6 appendices.
- DARDON, O.F.; MALDONADO, M.A.; CASTRO O.R. Y COLLADO, C. 1983. Control químico de insectos del suelo y del follaje en el cultivo de maíz (Zea mays L.) bajo un criterio de aplicación de acuerdo a tres métodos de labranza. Memoria de la XXIX Reunión Anual del PCCMCA, Panamá, Panamá. 14 p.
- DEL ROSARIO, R. Y DICLO, M. 1981. Interacción entre diferentes densidades, control de maleza y control de gusano cogollero, Spodoptera frugiperda, en San Juan de Maguana, República Dominicana. Memoria de la XXVII Reunión Anual del PCCMCA. M 28: 1-7.
- DEL ROSARIO, R.; TAVAREZ, N. Y MATEO, M. 1981. Incidencia del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en dos sistemas de labranza. *Ibid* M 45: 1-8.
- FERNANDEZ, R.I. Y CLAVIJO, S. 1984. Efectos de dos insecticidas (uno químico y otro biológico) sobre el parasitismo observado en larvas de Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) provenientes de parcelas experimentales de maíz. *Rev. Agr., UCV, Maracay*. Maracay, Venezuela. pp. 119-157.

- GARCIA de DACARRETT, E. 1975. Evaluación del daño causado por el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda en el maíz. Tesis, Universidad de San Carlos, Guatemala. 55 p.
- HRUSKA, J.A. Y GLADSTONE, S.M. 1987. El costo de control del gusano cogollero, Spodoptera frugiperda, en maíz en Nicaragua. Departamento de Entomología, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 4 p.
- HRUSKA, A.J. Y ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. EN: Memorias del curso/taller sobre estimación de los NDE para plagas insectiles. Proyecto MIP/CATIE/CR. San José, Costa Rica. pp. 30-44.
- KING, A.B. Y SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres. pp. 46-48.
- MARTINEZ, L. 1979. Importancia del control en el incremento de producción en el Bajo Aguan, Honduras. EN: Memorias de la XXV Reunión Anual del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras.
- MONTENEGRO, F.J. 1981. Interferencia da lagarta da folha do milho na producao do milho. Nota Prévia. Fitossanidade, Fortaleza 5: 57-58.
- MONZON, A.E. Y MALDONADO, M.A. 1982. Evaluación del daño de cogollero (Spodoptera frugiperda) en el Maíz (Zea mays) de acuerdo al método de preparación del suelo y al requerimiento de insecticida en base a niveles críticos del daño sobre la planta. Memoria de la XXVIII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica.
- NISSEN, O. 1986. Mstat-C, Programa de computación para el diseño, manejo y análisis de experimentos de investigación agrícola. Michigan State University y Agricultural University of Norway. s. n.

- O'NEIL, R.J.; ANDREWS, K.L.; BARFIELD, C.S. Y SORRADO, C.E. 1989. A sampling program for fall armyworm in maize. *Journal of Economic Entomology* 82: 134-138.
- PEREZ, O. 1982. Estimación de la tolerancia de la planta de maíz al daño del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda J.E. Smith) en Jutiapa. Tesis, Universidad de San Carlos, Guatemala. s.n.
- SIFUENTES, J.A. 1978. Plagas del maíz en México: algunas consideraciones sobre su control. *Ibid* No. 58. 23 p.
- SILVA, J. de J. 1978. Comportamiento de variedades y líneas de maíz al daño de gusano cogollero, Spodoptera frugiperda (J.E. Smith), y gusano barrenador del tallo, Diatraea spp. en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Informe técnico de la Coordinación Nacional del Apoyo Entomológico. Sección de Agríc. y Rec. Hidráulicos, Inst. Nac. Invest. Agríc., Méx. 3: 56-60.
- STEEL, R.G. Y TORRIE, J.H. 1988. Bioestadística; principios y procedimientos. Trad. del inglés. McGraw-Hill/Interamericana de Mexico, S.A. de C.V. 622 p.
- TELLO, G.C. Y DIAZ J. 1982. Combate del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) en el maíz de temporal del sur de Sinaloa. *Folia Entomol. Méx.* 54: 61-62.
- TEOS, E.A. 1980. Determinación del nivel de tolerancia de la planta de maíz al daño causado por el gusano cogollero (Larva de Spodoptera frugiperda J.E. Smith) en el Parcelamiento La Máquina, 1979. Tesis, Universidad de San Carlos, Guatemala. 49 p.
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize in Nicaragua. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen 81-6. The Netherlands. 221 p.

- WALKER, P.T. 1982. Crop losses: the need to quantify the effects of pests, diseases and weeds on agricultural production. Centre for overseas pest research. London. pp. 119-157.
- WHEELER, G.; ASHELEY, T. Y ANDREWS, K.L. 1989. Larval parasitoids and pathogens of the fall armyworm in Honduran maize. *Entomophaga* 34:331-340.

ANEXO 1. NUMERO DE APLICACIONES DE INSECTICIDAS  
EN EL ENSAYO EN EL ENSAYO.

| TRATAMIENTOS/REPETICIONES: | NUMERO DE APLICACIONES |   |   | PROMEDIO |
|----------------------------|------------------------|---|---|----------|
|                            | 1                      | 2 | 3 |          |
| 100-100% CON               | 0                      | 0 | 0 | 0        |
| 100-100% SIN               | 0                      | 0 | 0 | 0        |
| 40-80% CON                 | 3                      | 2 | 1 | 2        |
| 40-80% SIN                 | 2                      | 2 | 1 | 1.7      |
| 40-40% CON                 | 3                      | 3 | 1 | 2.31     |
| 40-40% SIN                 | 2                      | 3 | 1 | 2        |
| 30-45% CON                 | 3                      | 3 | 2 | 2.7      |
| 30-45% SIN                 | 2                      | 1 | 2 | 1.7      |
| 30-30% CON                 | 2                      | 3 | 2 | 2.3      |
| 30-30% SIN                 | 2                      | 3 | 3 | 2.7      |
| 15-30% CON                 | 5                      | 4 | 3 | 4        |
| 15-30% SIN                 | 3                      | 2 | 4 | 3.3      |
| 15-15% CON                 | 4                      | 3 | 3 | 3.3      |
| 15-15% SIN                 | 3                      | 3 | 3 | 3        |
| 10-10% CON                 | 6                      | 6 | 3 | 5        |
| 10-10% SIN                 | 6                      | 6 | 3 | 5        |

Anexo 2. Análisis de varianza para los rendimientos de maíz grano con o sin carbofurán y diferentes niveles de acción.

| Fuente de Variación                 | Grados<br>Libertad | Suma de<br>Cuadrados | Cuadrado<br>Medio | Valor<br>F | Probabi-<br>lidad. |
|-------------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------|--------------------|
| Repeticiones                        | 2                  | 8485753.8            | 4242876.9         | 16.8412    | 0.0561             |
| Carbofurán                          | 1                  | 1154130.2            | 1154130.2         | 4.5811     | 0.1657             |
| Error a                             | 2                  | 503868.4             | 251934.2          |            | n.s.*              |
| Niveles de acción                   | 7                  | 1466445.6            | 209492.2          | 0.3778     | n.s.               |
| Interacción Niveles<br>y Carbofurán | 7                  | 5194266.9            | 742038.1          | 1.3381     | 0.27               |
| Error b                             | 28                 | 15527300.5           | 554546.4          |            |                    |
| <b>Total</b>                        | <b>47</b>          | <b>32331765.5</b>    |                   |            |                    |

Coefficiente de variación: 21.70%

\* = no significativo (Probabilidad >30%)

Probabilidad F < 25%

Anexo 3. Análisis de varianza para el parasitismo de Nomuraea rileyi a las larvas de gusano cogollero, con o sin carbofurán) y diferentes niveles de acción.

| Fuente de Variación              | Grados Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor F | Probabilidad. |
|----------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|---------|---------------|
| Repeticiones                     | 2               | 80.438            | 40.219         | 21.1707 | 0.0451        |
| Carbofurán                       | 1               | 1.488             | 1.488          | 0.7830  | n.s.*         |
| Error a                          | 2               | 3.800             | 1.900          |         |               |
| Niveles de acción                | 7               | 22.026            | 3.147          | 1.4650  | n.s.          |
| Interacción Niveles y Carbofurán | 7               | 13.333            | 1.905          | 0.8868  | n.s.          |
| Error b                          | 28              | 60.139            | 2.148          |         |               |
| <b>Total</b>                     | <b>47</b>       | <b>181.223</b>    |                |         |               |

Coefficiente de variación: 36.47%

\* = no significativo (Probabilidad >30%)

Probabilidad F < 25%

Prueba Duncan de diferenciación de medias para las repeticiones:

Repetición 2 = 5.33 A

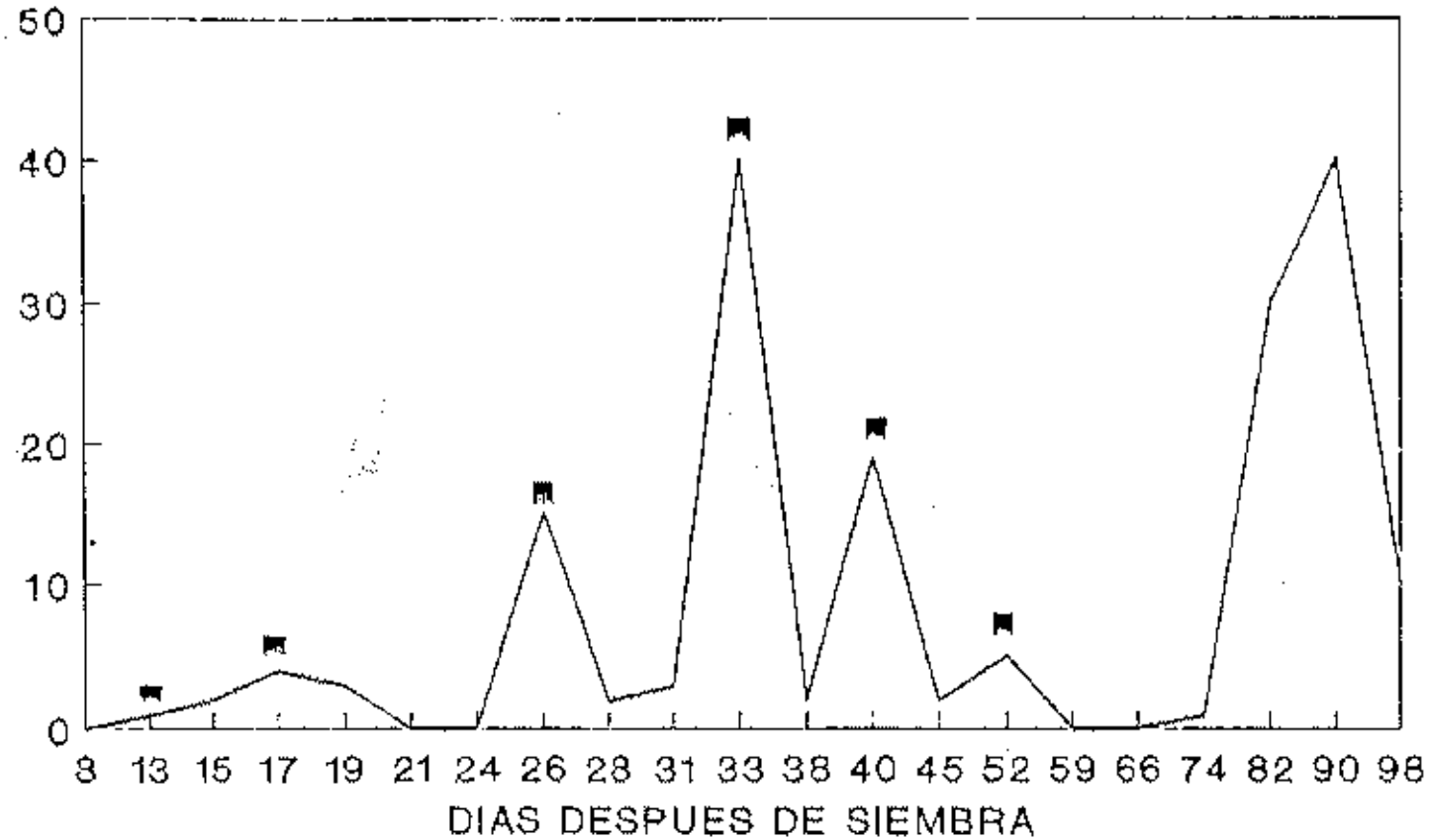
Repetición 1 = 4.48 A

Repetición 3 = 2.26 B

\* Los tratamientos seguidos por una misma letra no son diferentes significativamente (P>0.05).

ANEXO 4. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION <10%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



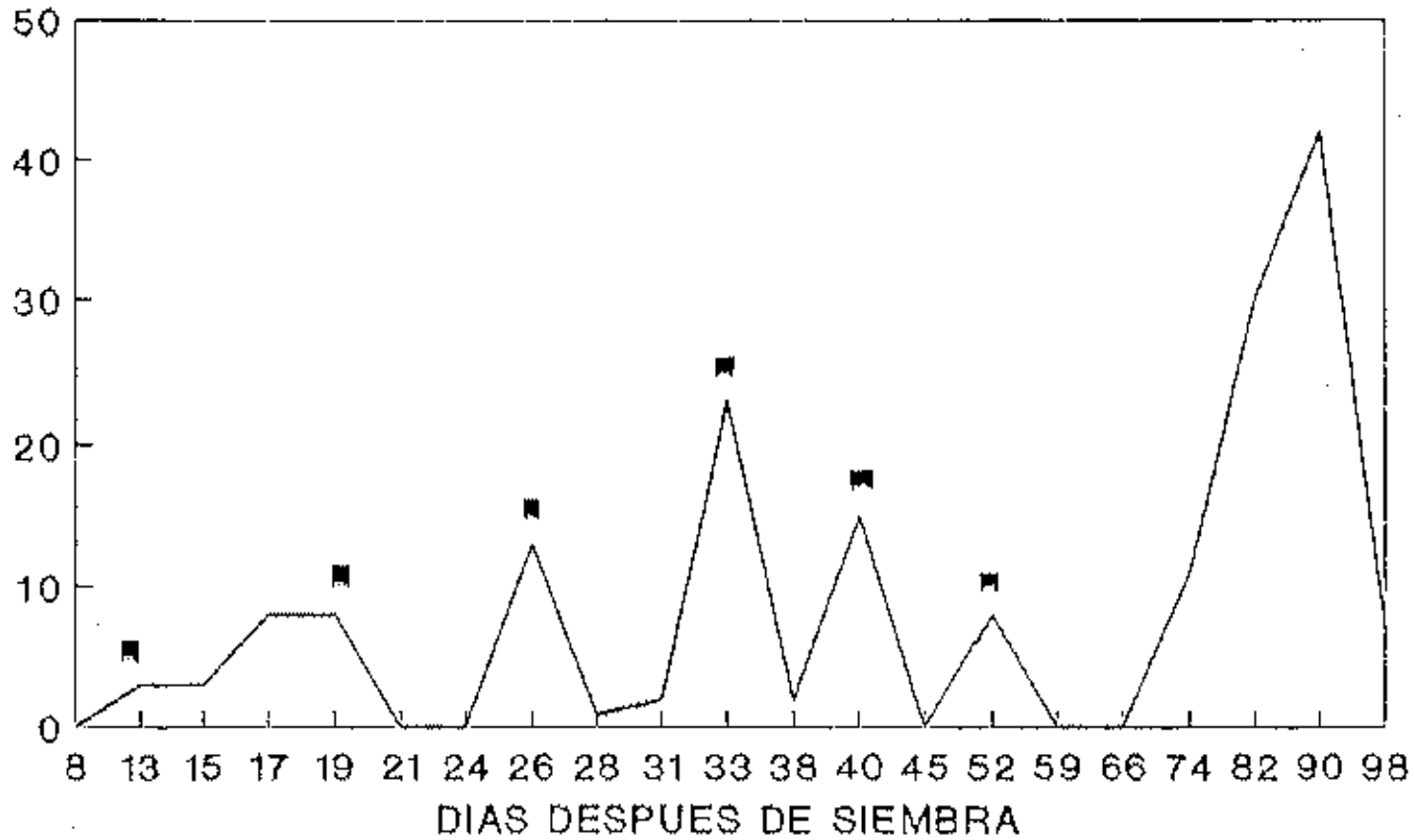
— <10%

PARCELA SIN CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 5. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION <10%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



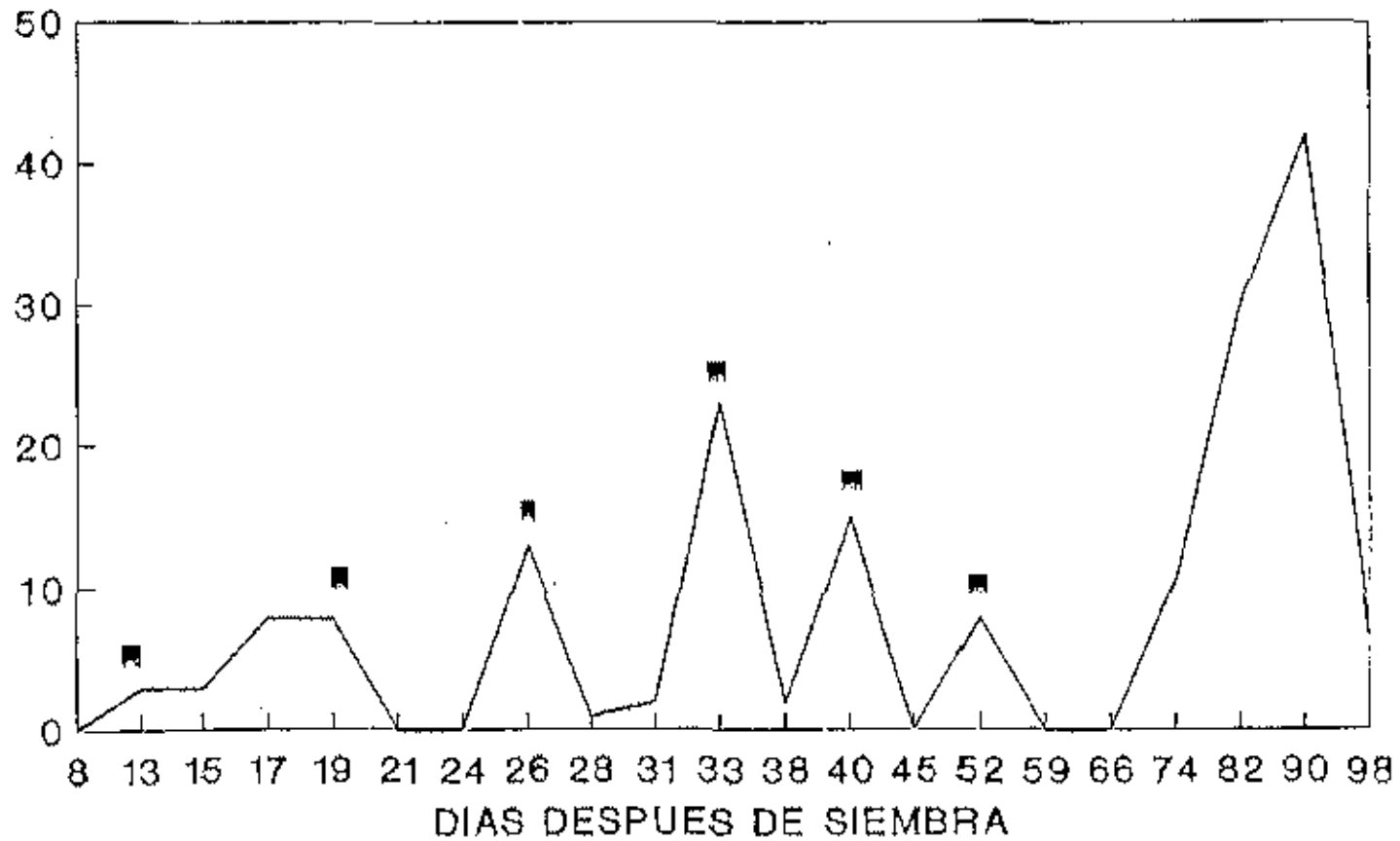
— <10%

PARCELA CON CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 5. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION <10%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



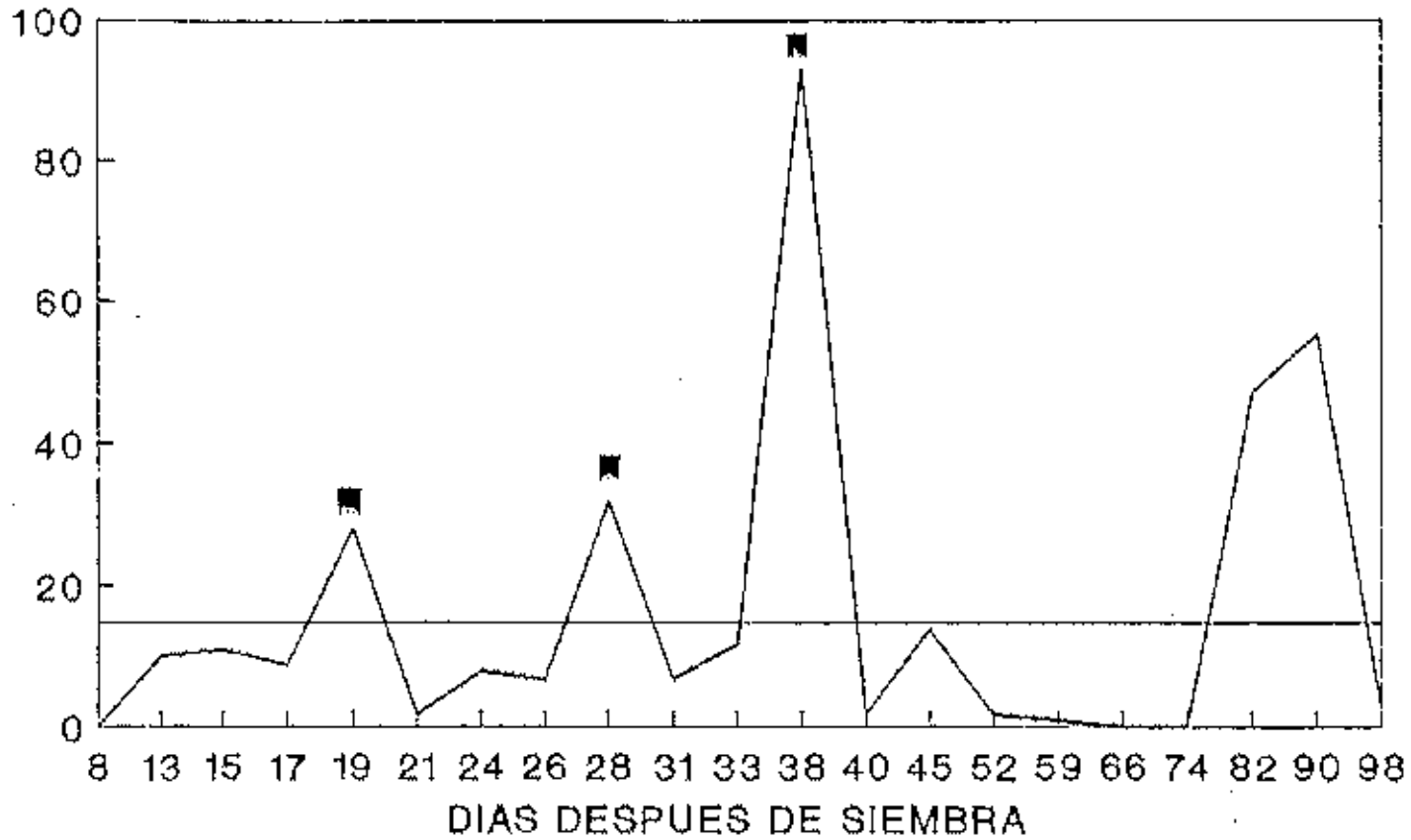
— <10%

PARCELA CON CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 6. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 15%

NÚMERO DE PLANTAS INFESTADAS



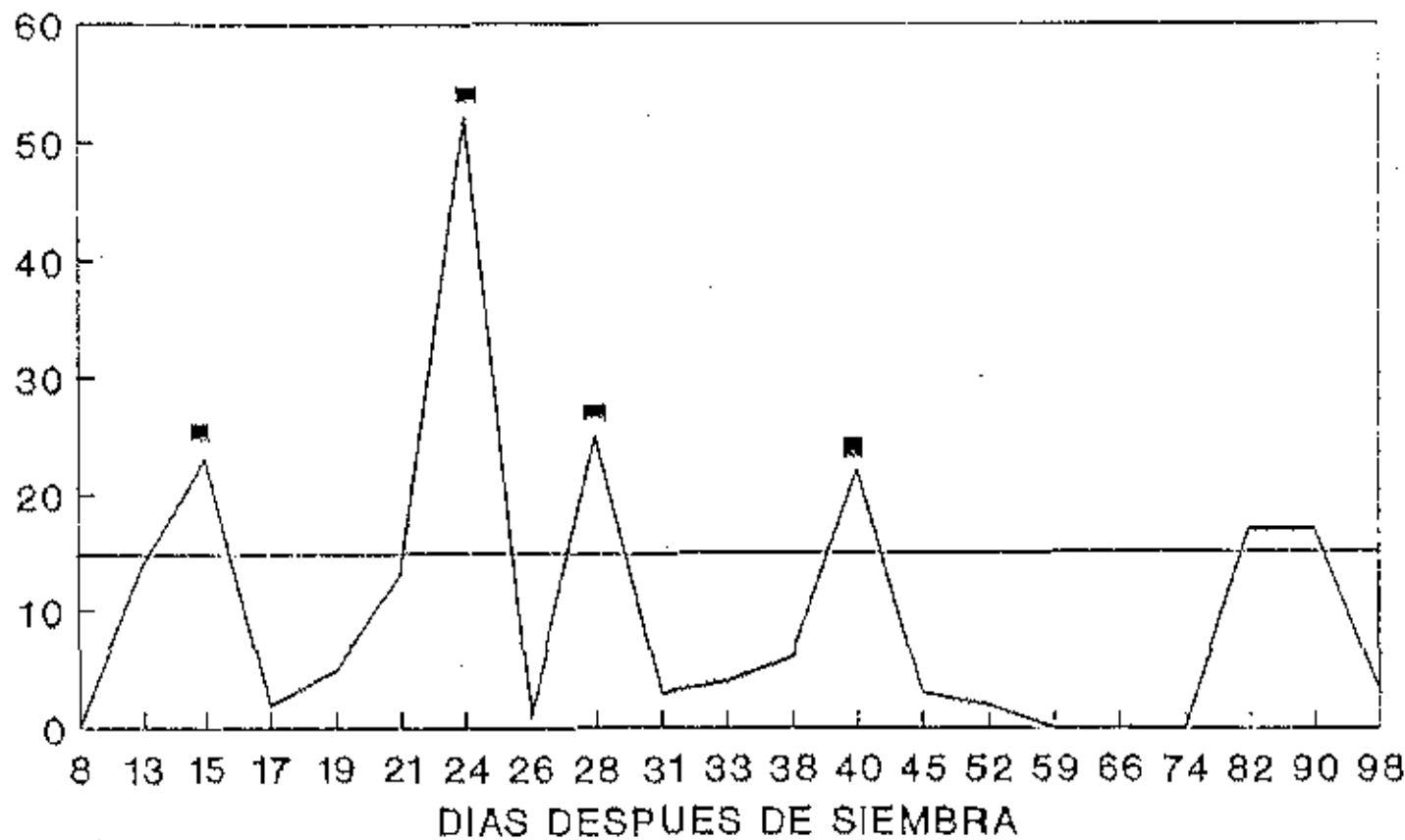
— 15%

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

PARCELA SIN CARBOFURAN

ANEXO 7. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 15%

NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS



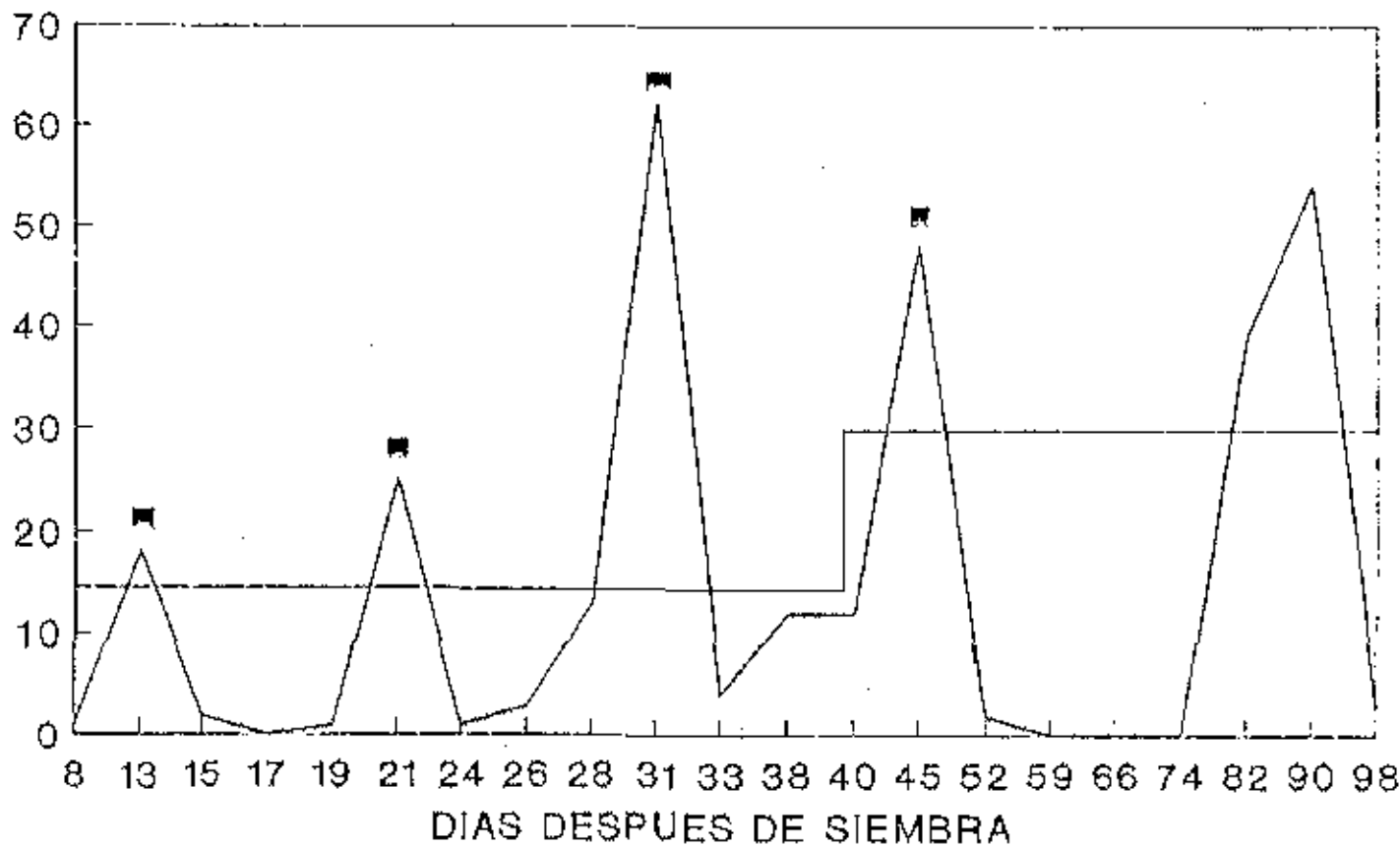
— 15%

PARCELA CON CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 8. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 15-30%

NÚMERO DE PLANTAS INFESTADAS



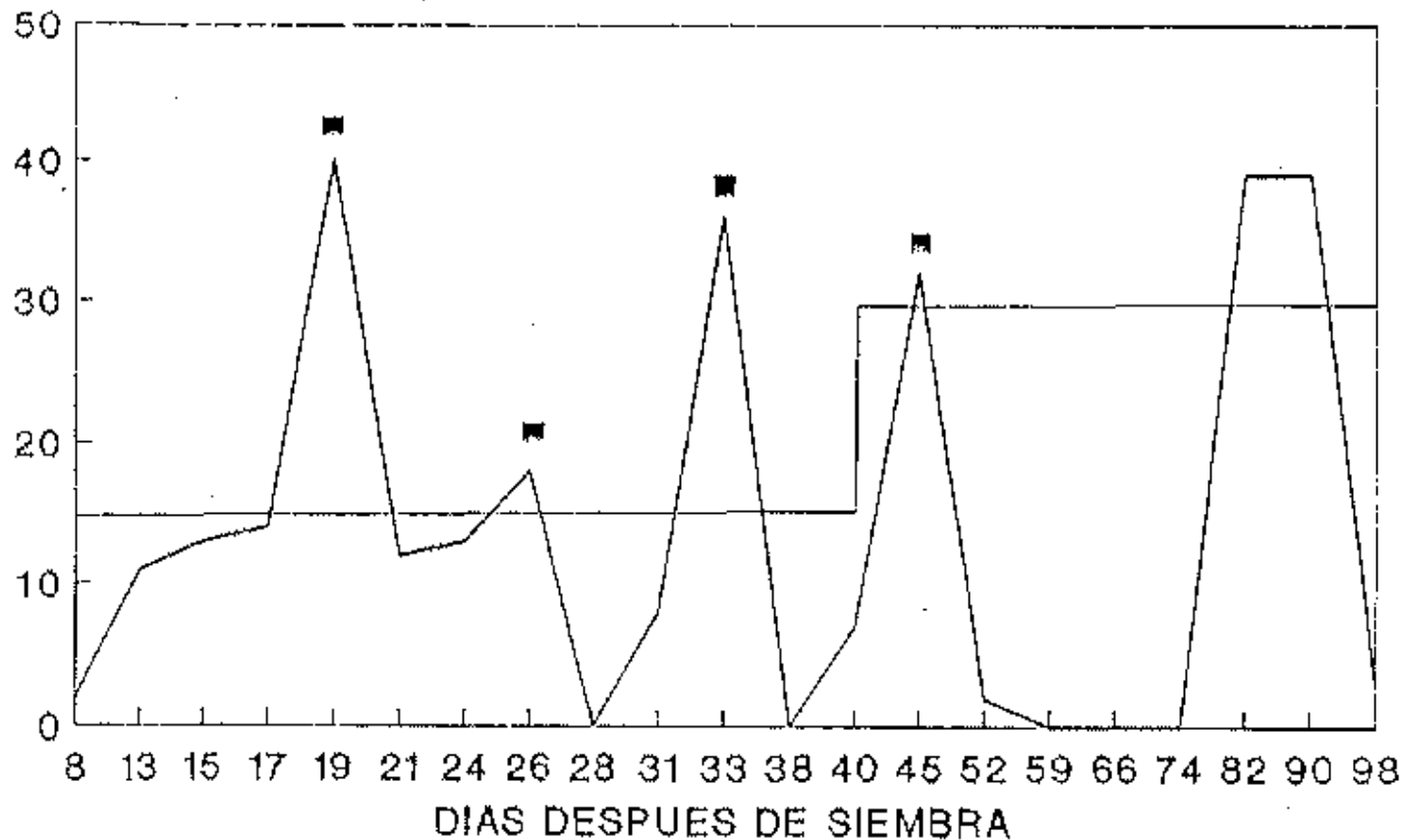
— 15-30%

PARCELA SIN CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 9. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 15-30%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



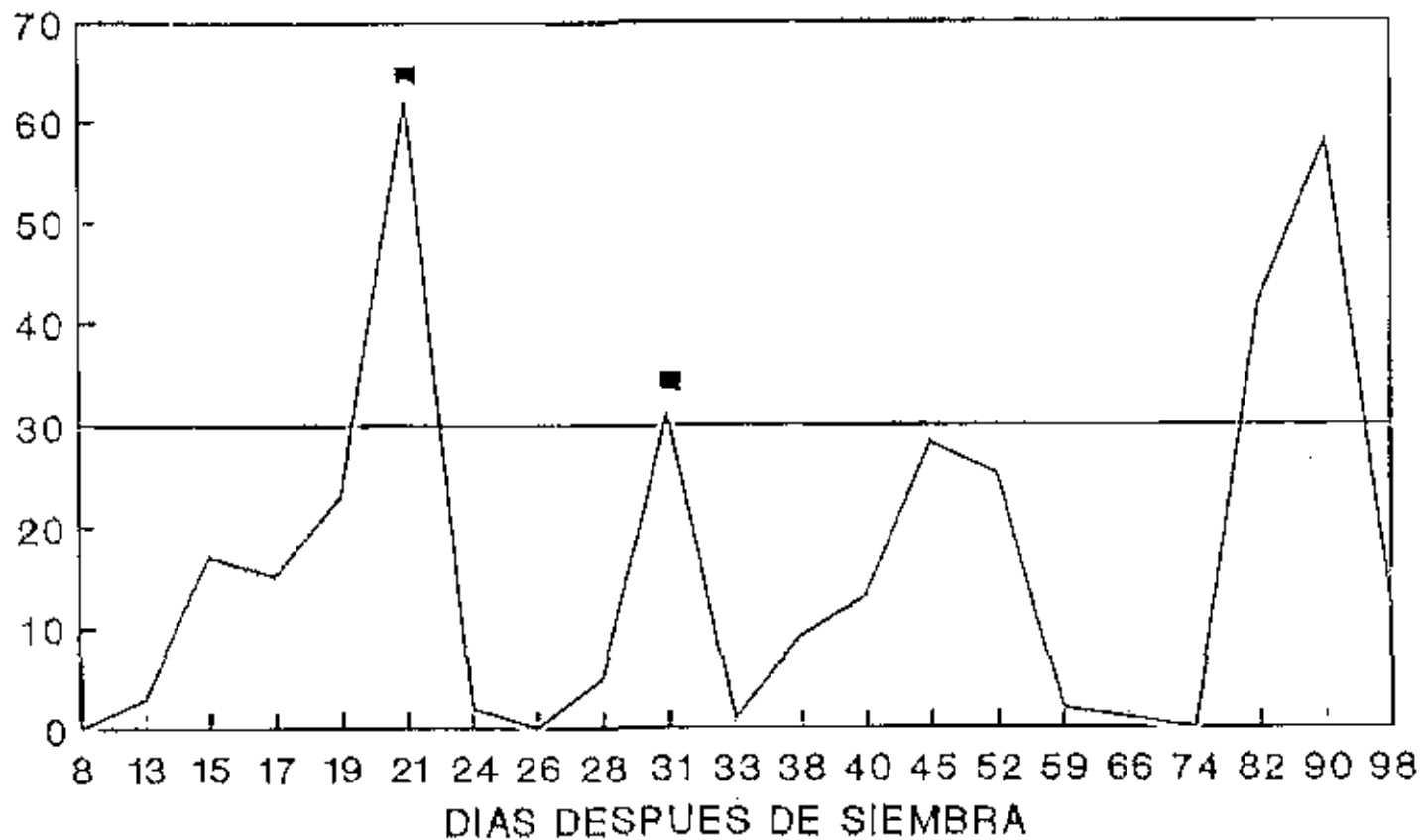
— 15-30%

PARCELA CON CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 10. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 30%

NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS



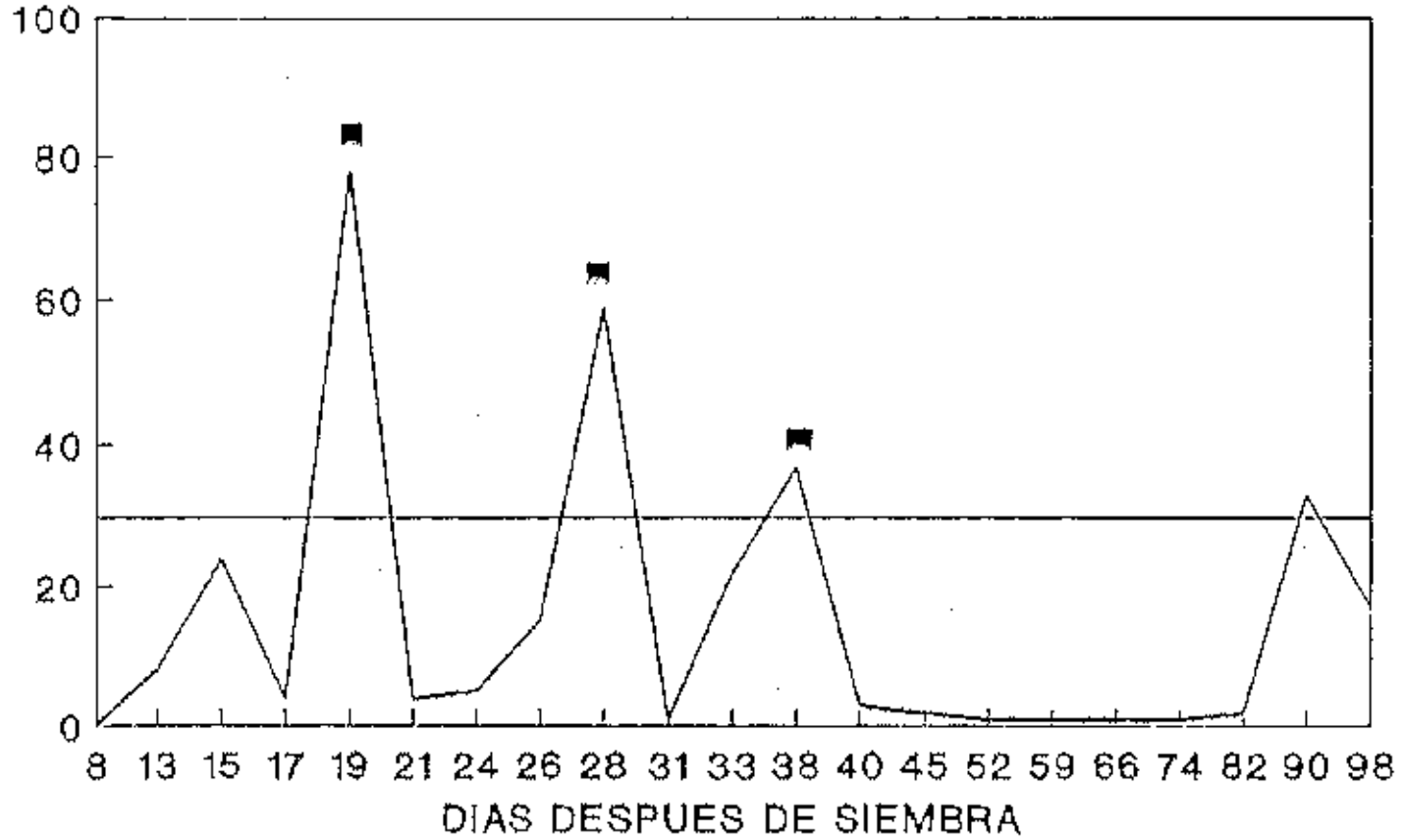
— 30%

PARCELA SIN CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 11. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 30%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



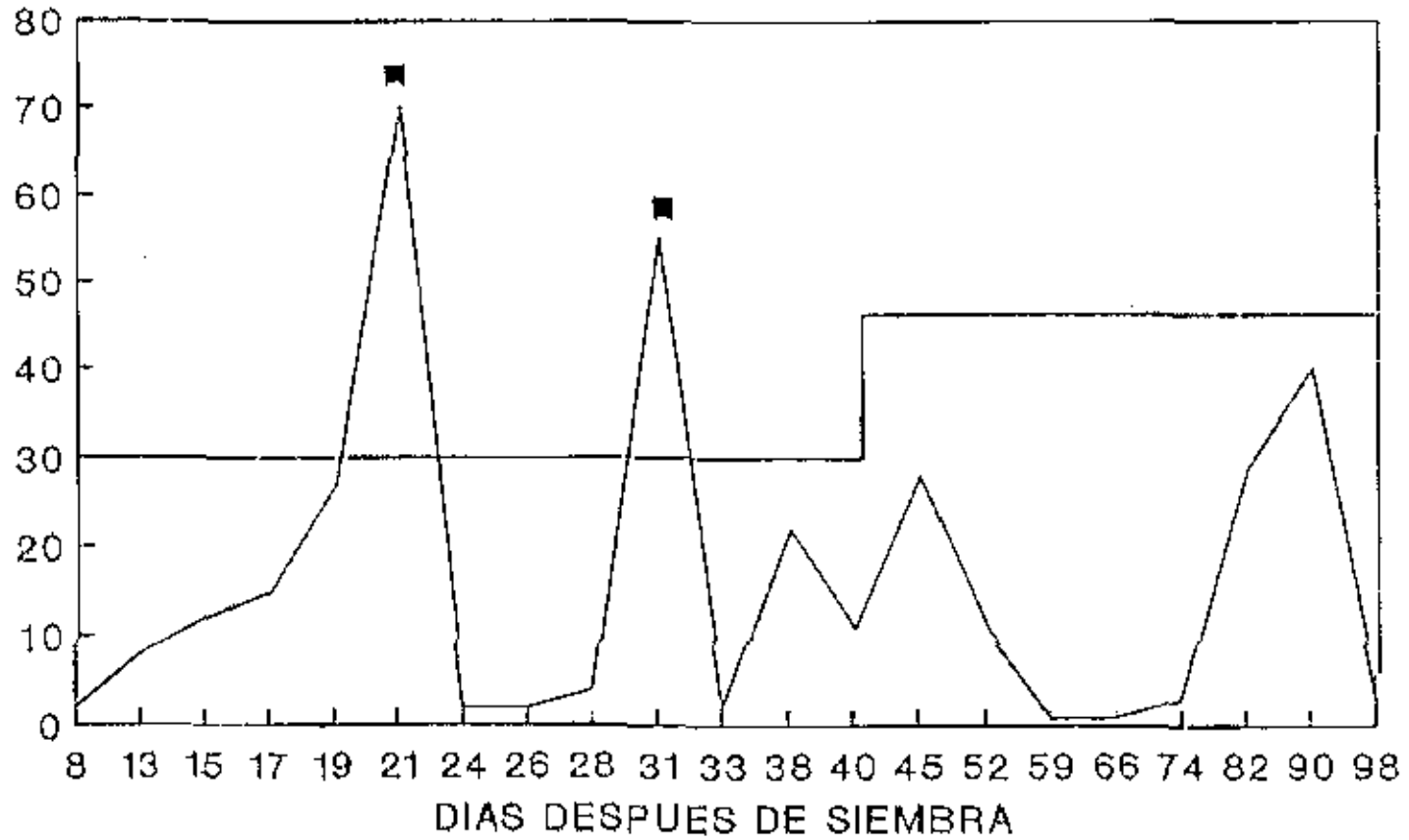
— 30%

PARCELA CON CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 12. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 30-45%

NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS



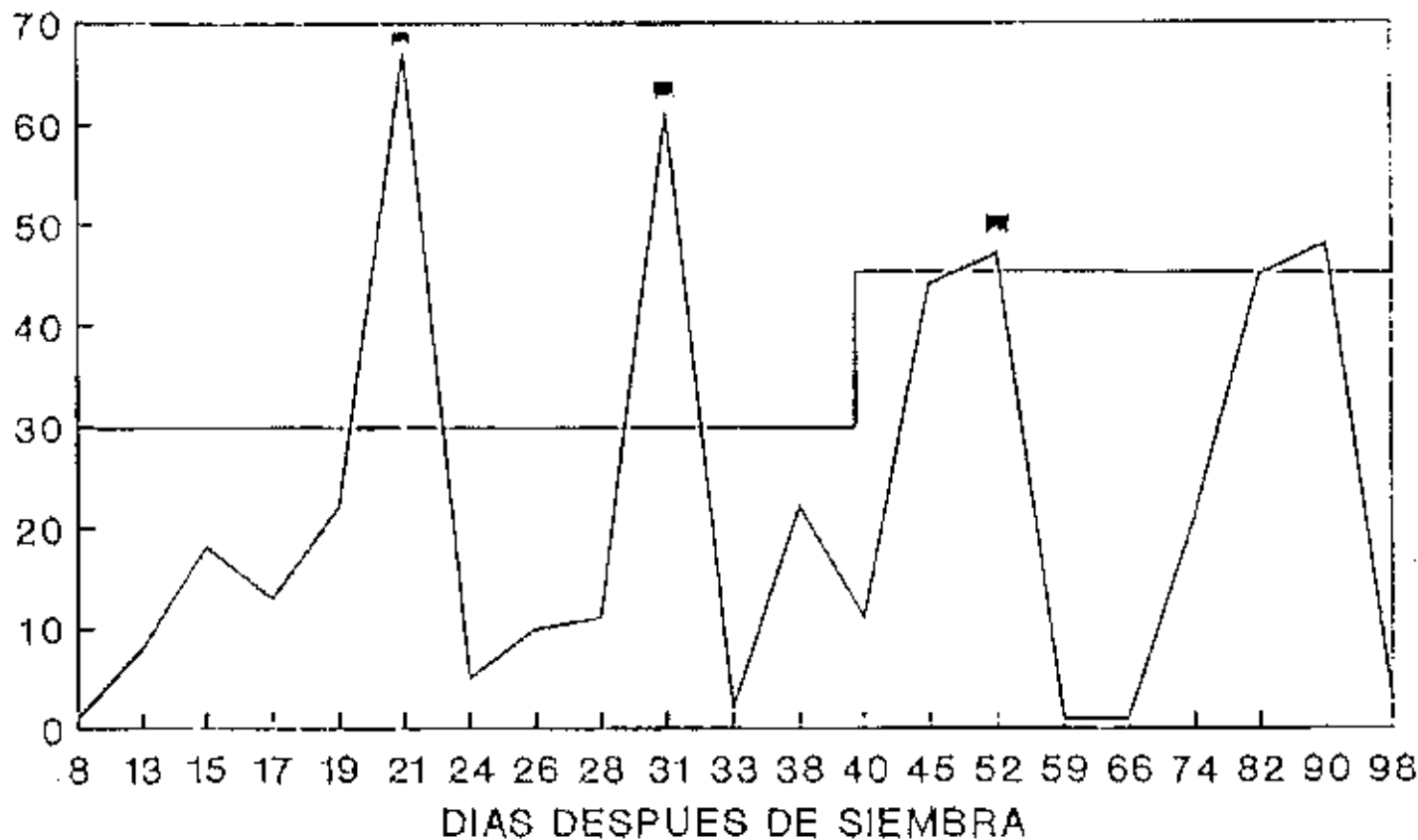
— 30-45%

PARCELA SIN CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 13. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 30-45%

NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS



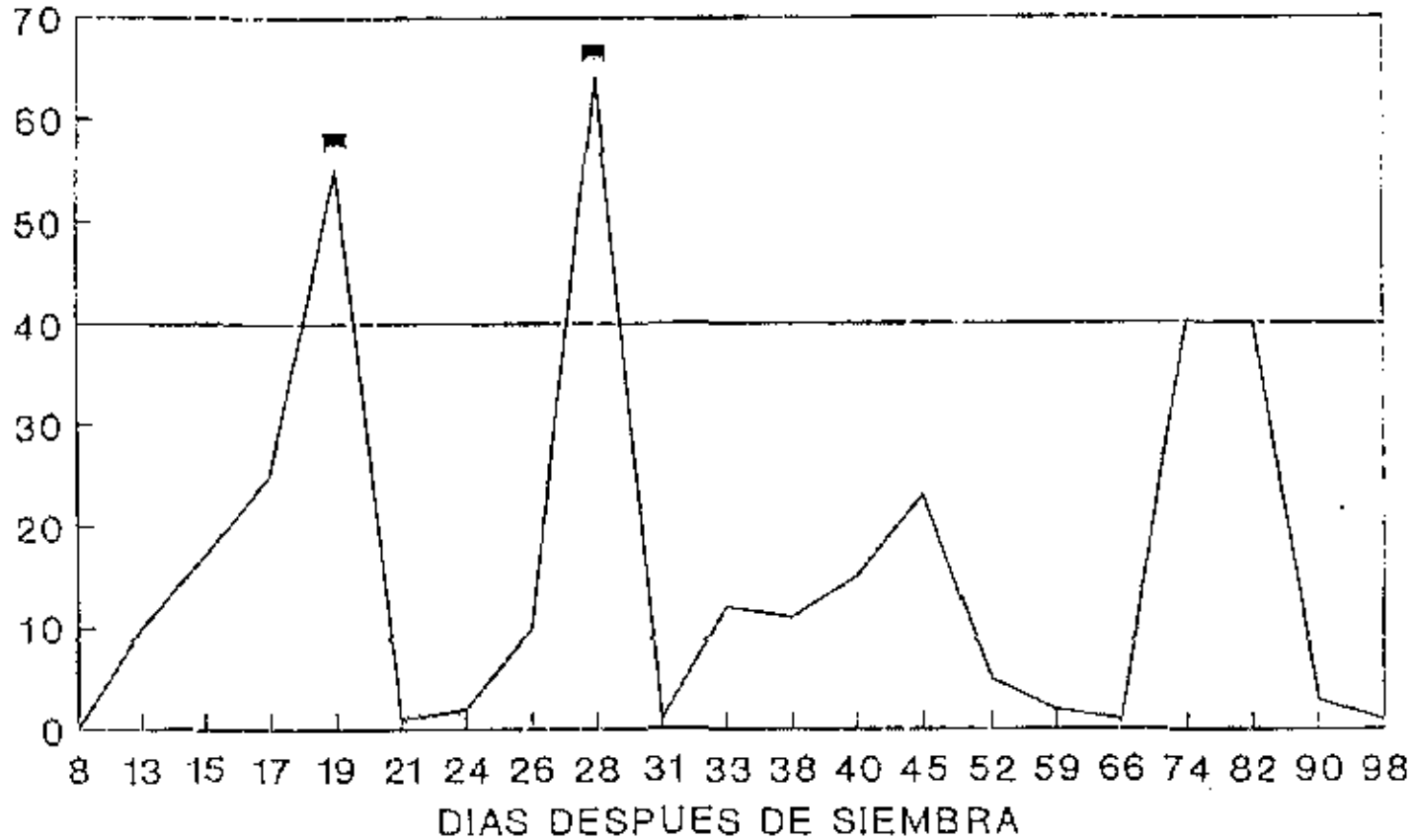
— 30-45%

PARCELA CON CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 14. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 40%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



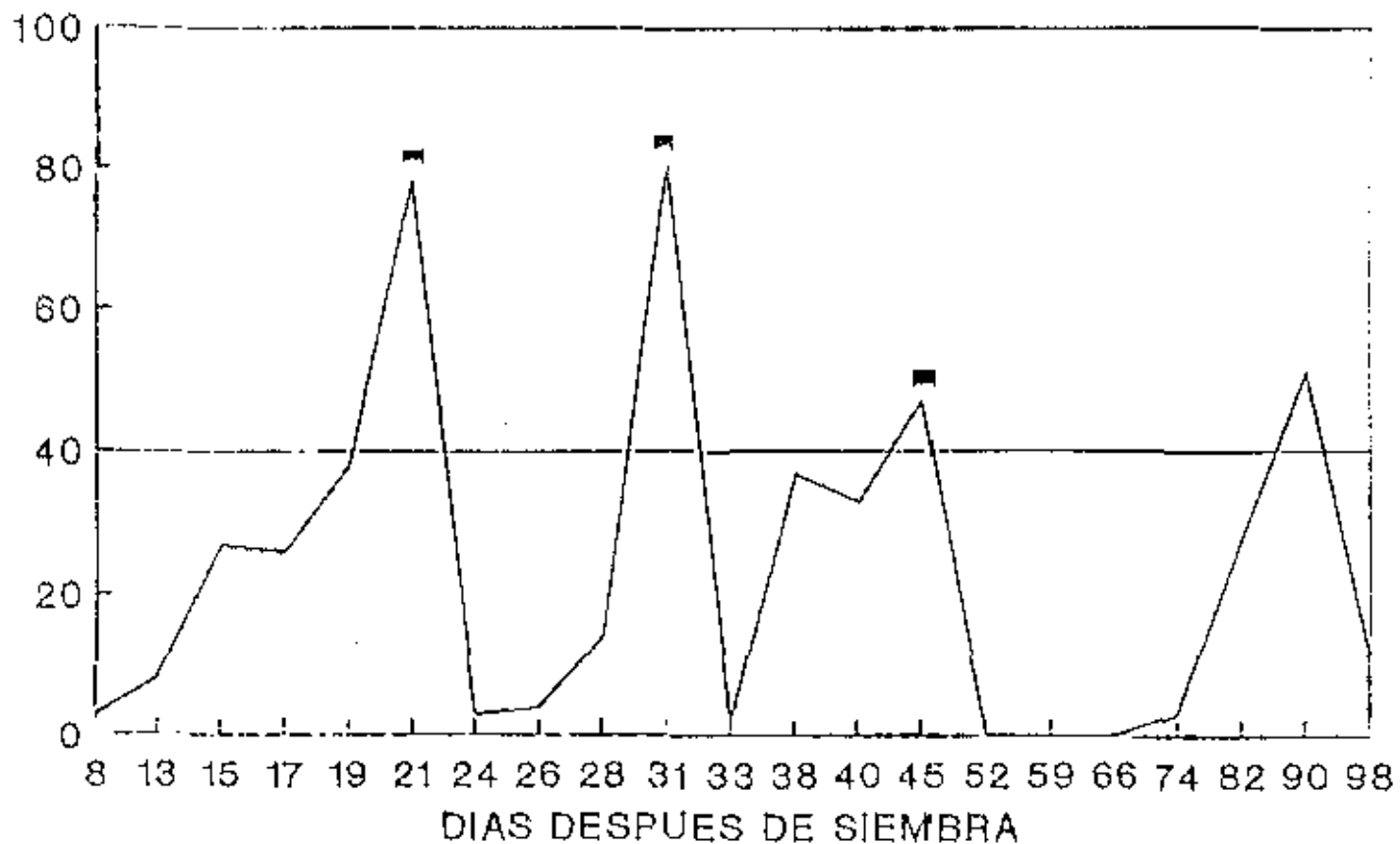
— 40%

PARCELA SIN CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 15. DINAMICÁ POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 40%

NUMERO DE PLANTAS INFESTADAS



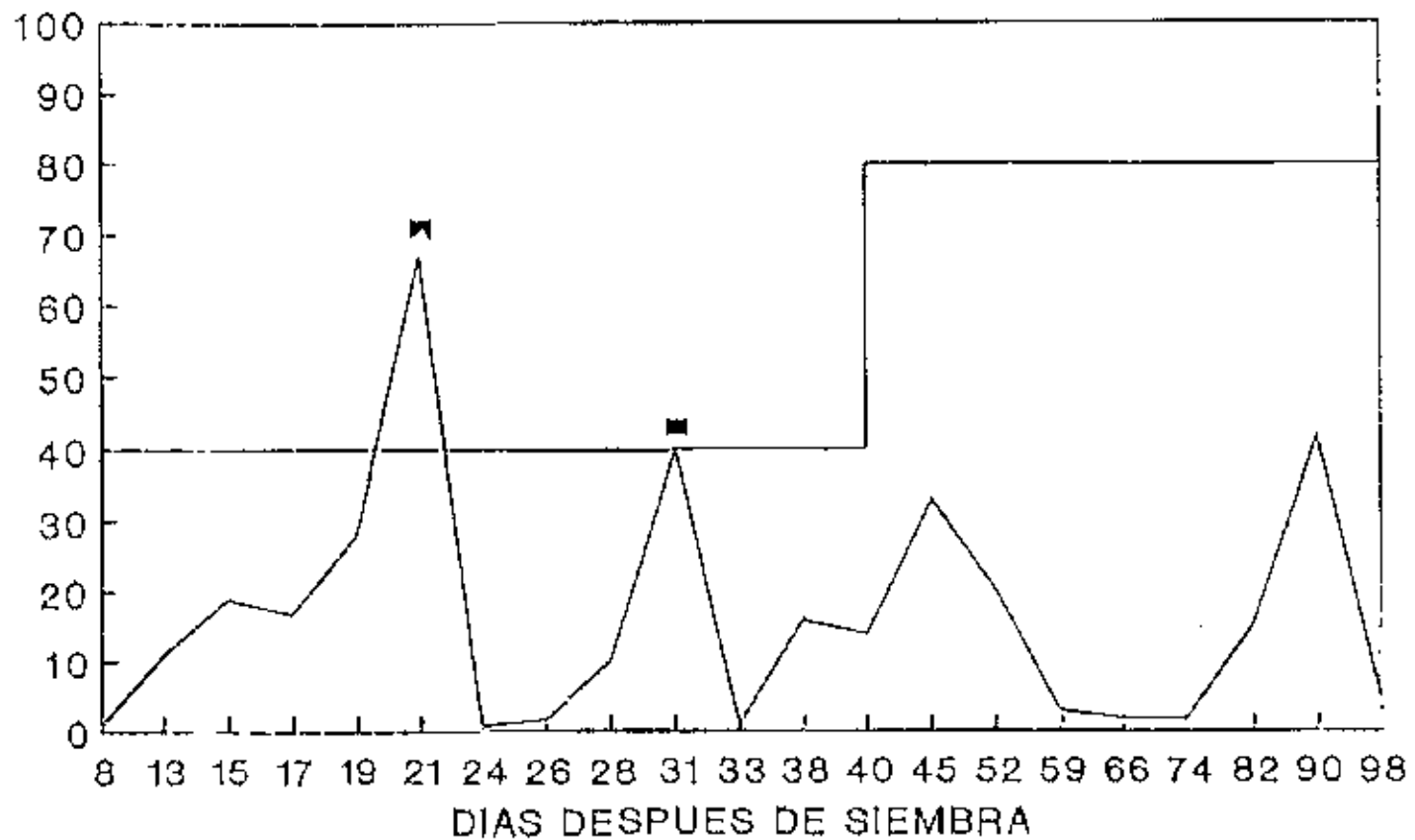
— 40%

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

PARCELA CON CARBOFURAN

ANEXO 16. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 40-80%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



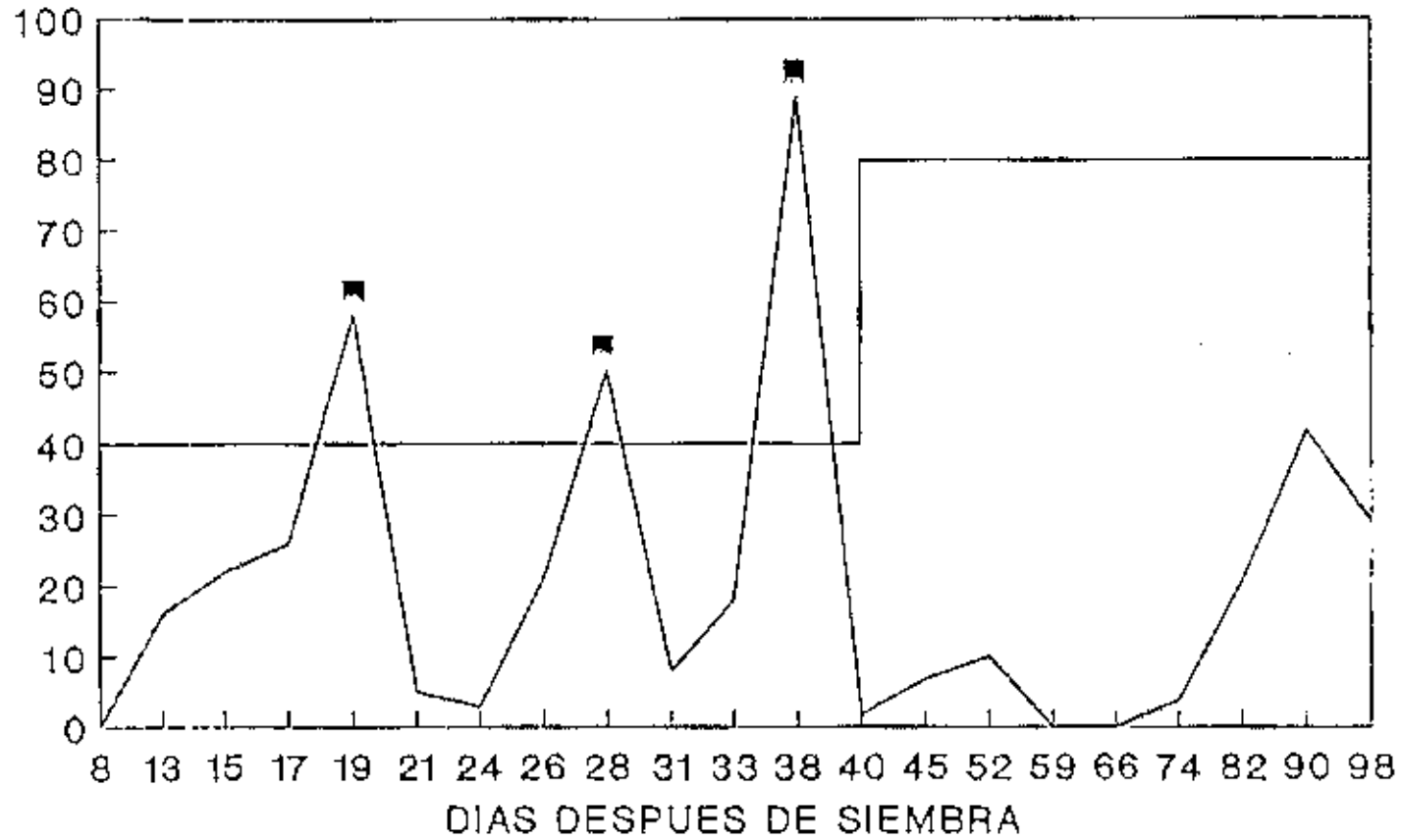
— 40-80%

PARCELA SIN CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 17. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 40-80%

N  
U  
M  
E  
R  
O  
D  
E  
P  
L  
A  
N  
T  
A  
S  
I  
N  
F  
E  
S  
T  
A  
D  
A  
S



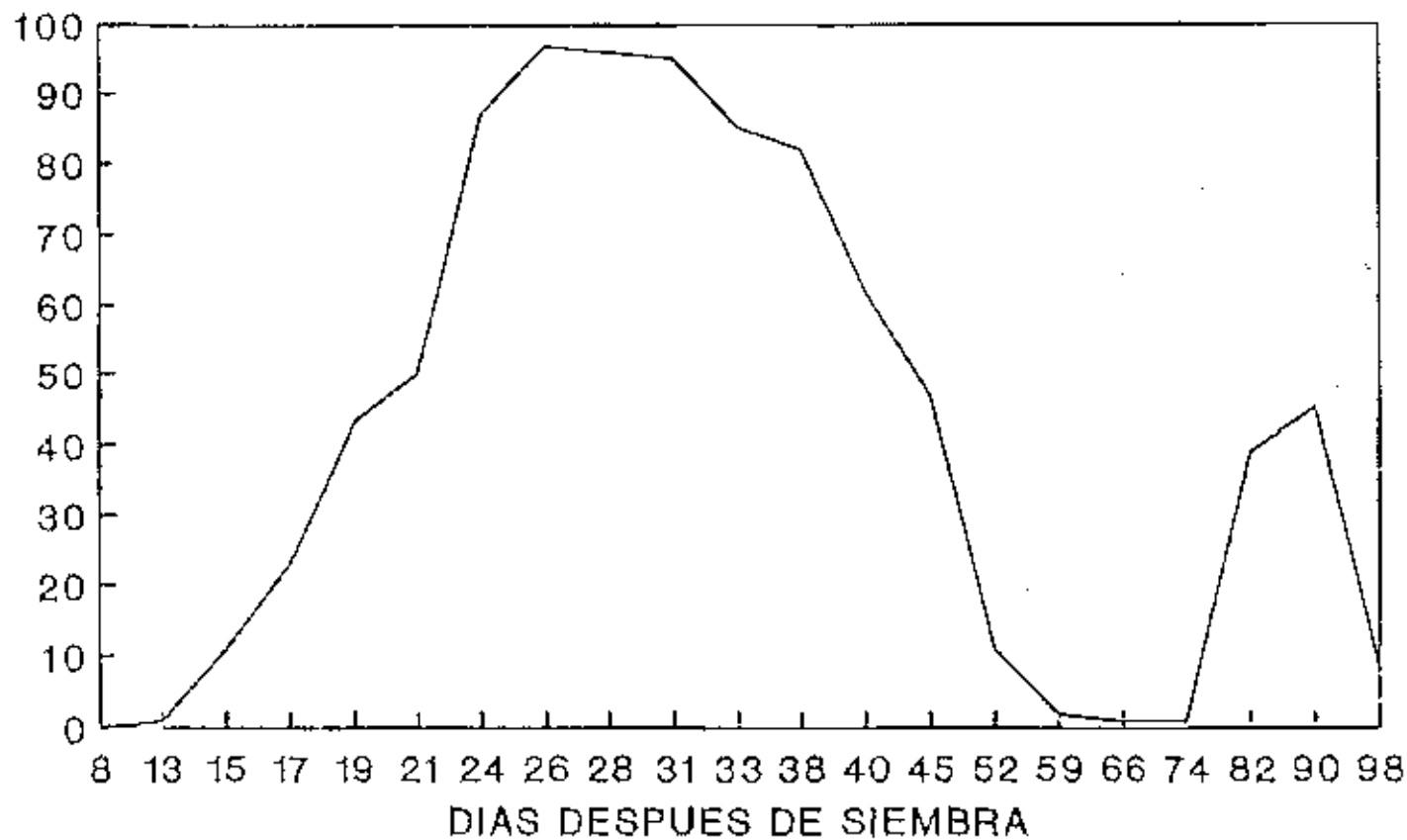
— 40-80%

PARCELA CON CARBOFURAN

■ APLICACIONES DE INSECTICIDA

ANEXO 18. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 100%

NUMEROS DE PLANTAS INFESTADAS

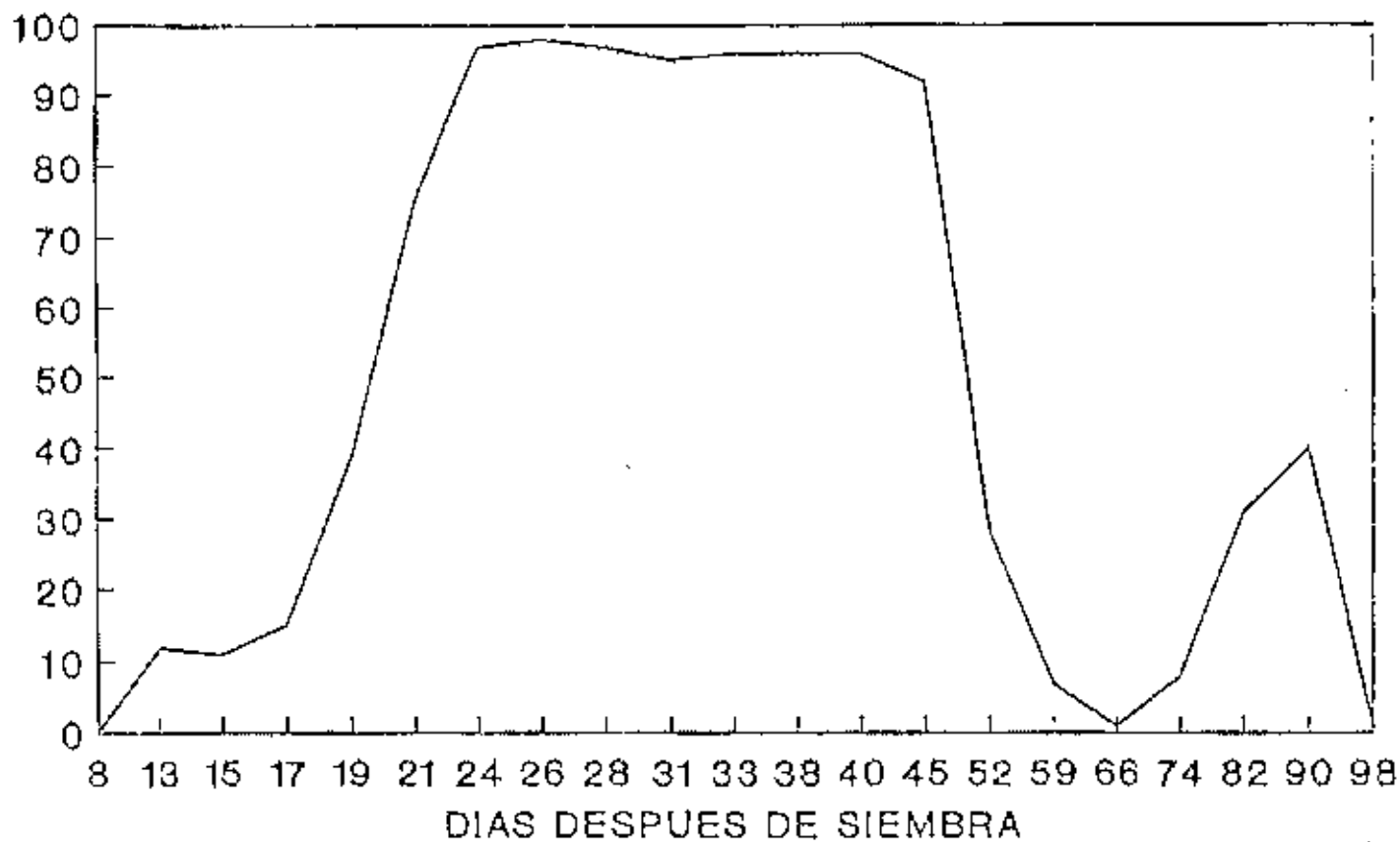


— 100%

PARCELA SIN CARBOFURAN

ANEXO 19. DINAMICA POBLACIONAL DE  
COGOLLERO, NIVEL DE ACCION 100%

NUMERO  
DE  
PLANTAS  
INFESTADAS



— 100%

PARCELA CON CARBOFURAN

Anexo 20. Distribución de los tratamientos por repetición en el campo.

Repetición 1.

Parcelas sin carbofurán

Parcelas con carbofurán

|        |      |        |      |
|--------|------|--------|------|
| 30-45% |      | 40-40% |      |
| 15-15% |      | 30-45% |      |
| 40-80% |      | 15-30% |      |
| 30-30% |      | 15-15% |      |
| 40-40% |      | 30-30% |      |
| 15-30% |      | 40-80% |      |
| 100%   | <10% | <10%   | 100% |

Repetición 2.

Parcelas sin carbofurán

Parcelas con carbofurán

|        |      |        |      |
|--------|------|--------|------|
| 15-15% |      | 30-45% |      |
| 40-80% |      | 40-80% |      |
| 15-30% |      | 15-15% |      |
| 30-30% |      | 15-30% |      |
| 30-45% |      | 40-40% |      |
| 40-40% |      | 30-30% |      |
| 100%   | <10% | <10%   | 100% |

.....continuación Anexo 20

Repetición 3.

Parcelas sin carbofurán

Parcelas con carbofurán

|        |      |        |      |
|--------|------|--------|------|
| 15-30% |      | 15-15% |      |
| 40-40% |      | 30-45% |      |
| 30-45% |      | 40-40% |      |
| 15-15% |      | 40-80% |      |
| 30-30% |      | 30-30% |      |
| 40-80% |      | 15-30% |      |
| 100%   | <10% | <10%   | 100% |

## IX. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

- A. Nombre: Ricardo Arturo Brauchle Sicilia.
- B. Lugar de nacimiento: La Concepción, Chiriquí, Panamá.
- C. Fecha de nacimiento: 9 de septiembre de 1968.
- D. Educación:
  - Primaria: Escuela Justo Abel Castillo, La Concepción, Chiriquí, Panamá.
  - Secundaria: Colegio Daniel Octavio Crespo, La Concepción, Chiriquí, Panamá.
  - Superior: Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- E. Títulos recibidos: Agrónomo, 1989.