

**EFFECTO DE LOS INSECTICIDAS Y DE LAS MALEZAS SOBRE Plutella xylostella (L) Y SU PARASITOIDE Diadegma insulare (Cress) EN EL CULTIVO DE REPOLLO\***

Manuel Carballo V.\*\*  
Moisés Hernández\*\*\*  
José Rutilio Quezada\*\*\*\*

**RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la aplicación de insecticidas y del manejo de malezas sobre la infestación de P. xylostella y su parasitoide D. insulare, así como sobre el rendimiento del cultivo de repollo en dos épocas de siembra. Este estudio se realizó en Santa Cruz de Turrialba, Costa Rica, entre mayo de 1986 y abril de 1987.

La infestación de P. xylostella, en el invierno, se mantuvo a niveles bajos, debido al efecto de la lluvia como factor de mortalidad natural, mientras que en el verano la infestación resultó muy severa. Como consecuencia, la aplicación de insecticidas tuvo un efecto significativo sobre la infestación de la plaga solamente en el verano. Esto permitió que en el invierno, sin empleo de plaguicidas, se obtuviera hasta un 50% de repollo comerciable, mientras que en el verano no hubo cosecha. En ambas épocas se obtuvieron buenos rendimientos cuando se aplicaron plaguicidas.

La incidencia de D. insulare alcanzó hasta un 36% en invierno, período en el cual la infestación de P. xylostella fue baja; sin embargo, a los altos niveles de infestación ocurridos en el verano, la incidencia del parásito bajó hasta el 6%, lo cual demostró que

\* Presentado al 5o Congreso de Manejo Integrado de Plagas-AGMIP, Guatemala, Agosto, 1987. Versión revisada.

\*\* Entomólogo, CATIE, Proyecto Manejo Integrado de Plagas. 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\*\* Ing. Agr. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Estación Experimental Los Diamante, Guápiles, Costa Rica.

\*\*\*\* Consultor Internacional. Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico. 4624 W. Feemster, Visalia, CA 93277 USA.

este parásito no es capaz de ajustarse a la acelerada tasa de incremento de la plaga. No se encontró efecto de los insecticidas o de las malezas sobre el parasitoide.

## INTRODUCCION

El repollo (Brassica oleracea var. capitata) es una hortaliza de gran consumo en Costa Rica. El área sembrada anualmente es de aproximadamente 300 hectáreas (Costa Rica, 1973). Su principal zona productora es el cantón de Alfaro Ruiz en Alajuela, con un 80% del área total cultivada (Costa Rica, 1983).

La palomilla de dorso de diamante, Plutella xylostella, es el factor limitante principal en la producción de repollo a nivel nacional (Ugalde et al., 1983). Las aplicaciones continuas de plaguicidas químicos sobre las plantaciones para combatir esta plaga, ocasionan una severa contaminación ambiental y presencia de residuos tóxicos en el producto, con consecuencias negativas sobre la salud humana, un aumento de la resistencia de la plaga a los insecticidas, menores posibilidades de combate biológico de la plaga y mayores costos de producción (Secaira y Andrews, 1987; Ugalde et al., 1983).

Aun cuando existen varios enemigos naturales de P. xylostella, su impacto en el control biológico de la plaga es reducido debido al efecto negativo de las medidas de control aplicadas por los productores. Estas medidas están basadas en el uso de insecticidas de amplio espectro, generalmente aplicadas en dosis elevadas y a intervalos muy cortos. La efectividad de los enemigos naturales puede mejorarse mediante el uso adecuado de los insecticidas, así como mediante el adecuado manejo de las malezas en los campos de cultivo. En vista de la poca información existente, se desarrolló el presente estudio con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de insecticidas y del manejo de malezas, sobre el parasitismo de Diadegma insulare y la infestación de P. xylostella, así

como sobre el rendimiento de repollo, durante dos épocas de siembra.

## ANTECEDENTES

Entre los enemigos naturales de P. xylostella, el parásito Diadegma insulare (Hymenoptera: Ichneumonidae) es el único registrado en Costa Rica (Carballo y Quezada, 1987). D. insulare predomina en Norte América, Centro América y el Caribe. En Europa y Asia predominan D. fenestralis y D. eucerothaga. (Bennett y Yaseen, 1972; Bolter y Laing 1983; Harcourt, 1960; Kopvillen, 1960; Ooi, 1980; Yarrow, 1970). D. eucerothaga se introdujo desde Inglaterra a Nueva Zelandia y luego a Australia e Indonesia (Ooi, 1980). Estas especies parasitan larvas de Plutella de segundo y tercer estadio. Una vez que el huésped está en la etapa prepupal y ha tejido su capullo, el parásito elabora el suyo dentro del otro, el cual es fácilmente distinguible (Putnam, 1973). En efecto, la forma y coloración del pupano del parásito contrastan con la pupa de P. xylostella. D. eucerothaga y D. fenestralis se señalan como las especies más efectivas y que pueden ejercer por sí mismas un control completo de Plutella (Lim, 1986). En Indonesia, D. eucerothaga ejerce cerca del 80% del control de Plutella (Sastrosiwojo y Sastrodihardjo, 1986).

En su estudio sobre factores de mortalidad de Plutella, Harcourt (1963) concluyó que los parásitos no son importantes en el control de esa plaga. Esta aseveración la hizo porque no encontró que D. insulare fuera significativamente un factor de mortalidad, manteniéndose a niveles del 29 % bajo condiciones epidémicas de la plaga.

Lim (1986) menciona que esta conclusión de Harcourt fue inevitable, ya que en el complejo de parásitos en Canadá él no disponía de las especies más importantes. El menciona que aunque D. insulare estuvo presente, ésta especie no ejerce un control total excepto si se da en combinación con otras especies más apropiadas. También menciona que si D. eucerothaga y D. fenestralis hubieran

estado presentes, las conclusiones de Harcourt hubieran sido otras, ya que estas especies sí ejercen un control eficiente.

A pesar de ésto, la efectividad de D. insulare podría mejorarse, mediante el manejo apropiado de las malezas, tanto las que son huéspedes de Plutella como de otras especies y que contribuyen a mantener las poblaciones de Plutella y sus parásitos. Van Emden (1965) señala que las malezas son la única fuente de flores que producen el néctar y el polen que es de vital importancia para mantener altas poblaciones de insectos benéficos dentro del agroecosistema.

Kopvillen (1960), informa que otras especies de Diadegma tienen mayor facilidad para multiplicarse en proporción con el incremento de la plaga, cuando las plantaciones de repollo tienen áreas adyacentes de vegetación natural. Asimismo, según Harcourt (1963), las malezas, especialmente las Crucíferas, juegan un papel importante en mantener las poblaciones de Plutella.

El control biológico con parásitos nativos, también puede mejorarse mediante un uso adecuado de los productos químicos. A este respecto, Hamilton y Attia (1977) mencionan que algunas mezclas de insecticidas químicos con Bacillus thuringiensis (Bt) que actúan sinérgicamente, fueron efectivas contra las plagas pero no causaron daño a los parásitos. Kennedy y Oatman (1976) señalan que el Bt + pirimicarb no afectó a los parásitos de P. xylostella pero sí el metomil + Bt. Asimismo, se ha señalado que los piretroides son menos tóxicos a los parásitos, siendo la sobrevivencia de Apanteles marginiventris del 42 y 82% con dos piretroides y de 14 y 29% con dos organofosforados (Wilkinson, Biever e Ignoffo, 1979). Por otra parte, Lim et al (1986) mencionan que el parasitismo de A. plutellae en parcelas tratadas con Dipel y el testigo, fue significativamente mayor que con Sevithion y Cartap.

Entre otros factores que influyen sobre la incidencia de Plutella, tenemos la precipitación lluviosa. Harcourt (1986), en su estudio sobre tablas de vida, menciona que la mortalidad de larvas

pequeñas está directamente relacionada con el índice de precipitación lluviosa durante el período. El encontró que en 11 años, la lluvia causó un 47% de mortalidad de las larvas pequeñas, mientras que la mortalidad de las larvas grandes fue mínima. Sin embargo, en su estudio de factores clave de mortalidad, la lluvia contribuyó solamente con un 12% en la mortalidad total de Plutella.

Este efecto de la precipitación se debe, según Harcourt (1963), a que las larvas son muy susceptibles al ahogamiento durante los períodos lluviosos, mientras que en los períodos de poca precipitación la plaga logra multiplicarse más rápidamente. Yaseen (1974) menciona que los ataques de la plaga son más severos en los períodos de poca precipitación en el verano, decreciendo durante los períodos de alta precipitación, debido a la fuerte mortalidad de larvas en sus primeros estadíos.

## **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo de campo se realizó en la Finca Blanco y Negro, ubicada en Santa Cruz de Turrialba, Costa Rica, a 9° 58' latitud norte y 83° 44' longitud oeste, a 1600 msnm. La precipitación promedio anual es de 2313 mm, la temperatura mínima y máxima es de 18.6 y 20 y °C, respectivamente. La humedad relativa promedio y mínima es de 84 y 76% respectivamente. Santa Cruz corresponde a la zona de vida de bosque pluvial montano bajo.

El trabajo de laboratorio se realizó en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en Turrialba. El experimento comprendió dos períodos de siembra, el primero en invierno entre los meses de mayo y octubre de 1986 y el segundo en verano, entre noviembre de 1986 y abril de 1987.

Se usó semilla de la variedad Golden Acre tratada con captán. En el semillero se aplicó abono 10-30-10 mezclado con carbofuran, así como dos atomizaciones de captafol (Difolatan 50 g/bomba) y clorotalonil (Daconil 50 g/bomba).

El trasplante se realizó un mes después de establecido el semillero, a una distancia entre plantas de 0.25 x 0.25 cm. Al momento del trasplante se fertilizó con 730 kg/ha de 10-30-10 y un mes después con 730 kg/ha de la fórmula 13-13-13.

Se estudiaron seis tratamientos distribuidos en tres repeticiones, a saber: - Combate químico de Plutella en presencia

- de malezas;
- Combate químico de Plutella en ausencia de malezas;
- Combate de Plutella con Bacillus thuringiensis (Bt) en presencia de malezas;
- Combate de Plutella con Bt en ausencia de malezas;
- Testigo con malezas;
- Testigo sin malezas.

Se aplicaron semanalmente los plaguicidas para un total de 11 aplicaciones, utilizando para el combate químico, los plaguicidas acefato (Orthene 50% PS) 0.75 kg ia/ha, permetrina (Ambush 50% CE) 0.125 kg ia/ha, deltametrina (Decis 2.5 CE) 0.0125 kg ia/ha. Para el combate de Plutella con Bacillus thuringiensis se utilizó Dipel PM 3.2% P/P en dosis de 0.016 kg ia/ha.

En las parcelas con presencia de malezas, se desyerbó solamente una rodaja alrededor de las plantas y se dejaron intactas las eras al borde de cada parcela. Las eras centrales se desyerbaron excepto las zanjas entre ellas. En las parcelas con ausencia de malezas, la desyerba fue total.

Cada parcela constó de cinco eras de 0.75 x 7 metros de largo cada una. La parcela útil constó de tres eras, con una dimensión total de 5 x 3 metros. Se utilizó un diseño factorial, distribuido en bloques completos al azar; siendo el primer factor el tipo de combate y el segundo factor el manejo de las malezas.

Se realizaron muestreos semanales durante 10 semanas, coleccionando cinco repollos por parcela por muestreo. Estos se llevaron al laboratorio para los conteos respectivos.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

a. Infestación de Plutella. Se contó el número de larvas y pupas por cada cinco repollos. Las larvas y pupas extraídas se criaron en el laboratorio hasta la emergencia de adultos tanto de Plutella como del parásito.

b. Parasitismo. Se determinó el porcentaje de parasitismo, contando el número de pupas parasitadas, resultantes del muestreo y de la cría en el laboratorio, de la siguiente manera:

$$\% \text{ parasitismo} = \frac{\text{Total de pupas parasitadas}}{\text{Total pupas parasitadas} + \text{total pupas sanas}} \times 100$$

c. Calidad de repollo. Se utilizó la escala modificada de 1 a 6 de Workman et al (1980), basado en la observación del grado de daño en la cabeza, de la siguiente manera: 1, sin daño; 2-3, daño ligero a moderado; 4-6 daño fuerte a muy severo.

d. Porcentaje de repollo comerciable. El porcentaje de repollo comerciable de primera, incluyó aquellos repollos de calidad 1 y 2. El porcentaje de repollo de segunda, incluyó el repollo de calidad 3. Los repollos de calidad 4, 5 y 6 fueron considerados como no comerciables.

e. Rendimiento. Se cuantificó el rendimiento de repollo por hectárea, separando el de primera y segunda calidad y el no comercial.

Para el análisis estadístico de los resultados, los datos de conteos de insectos se transformaron a  $x+1$ . Los porcentajes se transformaron a  $\arcsin x$ . Posteriormente se realizó el análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan. Se realizaron

regresiones entre la infestación de la plaga y el rendimiento, así como entre la infestación y la calidad del repollo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Crecimiento de la población. En la Fig. 1 se observa el crecimiento poblacional de larvas de P. xylostella para el tratamiento testigo durante dos épocas. En el invierno, la población fue baja durante todo el ciclo. En el verano, sólo fue baja al principio, pero a partir de la sexta semana ocurrió un incremento exponencial muy fuerte, alcanzando la máxima infestación en la octava, novena y décima semanas.

Probablemente la lluvia fue el factor que afectó más el crecimiento poblacional, ya que se le ha señalado como uno de los factores más importantes que ocasionan la mortalidad larval.

En la Fig 2 se presentan los datos de precipitación ocurridos durante el estudio. Se observa que en invierno, la precipitación varió entre 12.8 y 120.7mm. En verano, la precipitación máxima fue de 29.8 mm.

Al inicio del ciclo del cultivo, no hubo una relación significativa entre la lluvia y la infestación de Plutella. Sin embargo, a medida que se incrementaron los recursos alimenticios disponibles para la plaga, por crecimiento del cultivo, en las etapas de preformación y llenado de cabeza, sí ocurrió una relación negativa, con un coeficiente de correlación de (-0.74). Esto se debe probablemente, a que en las etapas tempranas de crecimiento del cultivo, la plaga está en una fase de colonización, pero conforme aumentan los recursos disponibles para la plaga, ésta pasa a la fase de multiplicación la cual alcanza su máximo en la etapa de llenado de cabeza. Sin embargo, en la época de invierno, esta fase de multiplicación se limita por el efecto negativo de la lluvia la cual impide que se alcancen niveles altos de infestación. Esta relación entre la lluvia y la infestación de Plutella, se debe al efecto del agua

sobre la mortalidad de las larvas en sus primeros estadios, como ha sido señalado también por Harcourt (1963 y 1986) y Yaseen (1974).

### Efecto de la aplicación de plaguicidas sobre *P. xylostella*

En las dos épocas de siembra se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) para el efecto de la aplicación de insecticidas, las fechas de muestreo y la interacción plaguicidas por muestreo sobre el total de larvas de Plutella.

En el verano no hubo diferencias significativas entre el combate químico y el Bt pero sí entre estos dos tipos de combate respecto al testigo en el que la infestación de Plutella fue muy severa (Fig. 3). En el período lluvioso (Fig. 3) hubo diferencias significativas entre los tratamientos de control con respecto al testigo, pero éstas fueron mínimas comparadas con las ocurridas en el verano (Ver Cuadro 1).

En el Cuadro 1, se observa que la infestación a la cosecha en los diferentes tratamientos fue muy severa en verano, e inclusive en los tratamientos químico y Bt, ésta fue superior al tratamiento testigo de la época lluviosa. Esto sugiere que, en este testigo, la precipitación fue más efectiva en reducir la infestación de Plutella que el tratamiento con insecticida químico y Bt del verano. Asimismo indica que en invierno es posible reducir a un mínimo el uso de insecticidas y obtener un control efectivo.

**CUADRO 1.** Número de larvas por cabeza y calidad de repollo a la cosecha

Tratamiento	Número de larvas		Grado de daño	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Químico	0.74 a*	3.1 b	1.4 b	1.6 b
Dipel	0.23 a	6.2 b	1.33 b	2.0 b
Testigo	0.74 a	39.5 a	2.56 a	6.0 a

\*Valores con la misma letra no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

También se observó que en época de verano hubo una mayor efectividad del insectida químico sobre el Bt, lo cual probablemente fue consecuencia de la menor persistencia de éste en el campo, tal como lo señalan Rajamohan y Jayaraj (1978) quienes concluyeron que la baja persistencia de Bt, se debe a la acción de la luz solar, la lluvia y el viento.

### **Relación maleza-plaga-parasitoide**

En ninguna de las dos épocas estudiadas se presentaron diferencias significativas por efecto de las malezas sobre el grado de infestación de Plutella o sobre el porcentaje de parasitismo de D. insulare, posiblemente debido al reducido tamaño de las parcelas, a la poca separación entre estas o al efecto de los bordes enmalezados sobre las parcelas sin malezas. Esto sugiere que para evaluar el efecto de las malezas sobre la incidencia de Plutella y su parásito, es necesario incrementar el tamaño de las parcelas. No obstante, Harcourt (1963) y Kopvillen (1960), han informado sobre el efecto de las malezas principalmente las Crucíferas, sobre la dinámica de la plaga y sus enemigos naturales. Esto hace suponer que la crucífera Cardamine bonaerensis, maleza predominante en el lugar del ensayo, podría influir en la dinámica poblacional de esta plaga en la zona, aspecto que se debe investigar en parcelas más extensas.

### **Efecto de la aplicación de plaguicidas sobre el parasitismo**

El efecto de la aplicación de insecticidas sobre el parasitismo de Diadegma no fue significativo en ninguna de las épocas estudiadas. Sin embargo, la incidencia de Diadegma fue mayor en el invierno que en el verano.

La Figura 4 muestra los porcentajes de parasitismo distribuidos en las tres etapas de desarrollo del repollo, a saber: la primera corresponde a la etapa de establecimiento, la segunda a la de preformación de cabeza, y la tercera, a la de llenado de cabeza. En dicha figura se observa que en la época lluviosa, el promedio del parasitismo fue más alto que en el verano.

En la interacción huesped-parásito, aún cuando las diferencias no fueron significativas, se observó que cuando la infestación de Plutella fue baja (invierno), la incidencia de D. insulare alcanzó hasta un 36%, sin embargo, conforme se incrementó la infestación de la plaga, verano, la incidencia del parásito bajó considerablemente (6.6%).

Es probable que ésto fuera consecuencia de varios factores. Primero, que la plaga colonizó antes que el parásito, iniciando aquella su multiplicación sin dificultad, al no existir factores adversos tales como la lluvia; sin embargo, el parásito tiene una desventaja en su colonización pues tiene que esperar a que las larvas de Plutella, hayan alcanzado el segundo estadio larval. Segundo, que el parásito tiene que buscar y penetrar en los repollos para localizar a su huesped y ovipositar, con la desventaja de que las larvas se ocultan en sitios inaccesibles al parásito. Tercero, que el parásito no tiene la capacidad o agresividad para ajustarse a la acelerada tasa de crecimiento de la plaga, no mostrando todo su potencial reproductivo. Esta última posibilidad la destacan también Bennett y Yaseen (1972) en su estudio de parásitos en las Antillas Menores.

Estos resultados, concuerdan con los de Harcourt (1963) quien encontró que el número de huéspedes atacados por D. insulare, se incrementó en una tasa decreciente, conforme se incrementó la densidad de la plaga. Esto mismo ha sido señalado por Putnam (1968). Esta conducta del parásito se debe, probablemente a que el número de huéspedes atacados por cada hembra, decrece con el incremento en la densidad del parásito, debido a la interferencia mutua entre las hembras (Harcourt, 1986).

Esta mayor incidencia del parásito en el invierno fue otro factor que limitó la tasa de crecimiento de Plutella, que conjuntamente con la lluvia impidió que alcanzara niveles altos de infestación.

El hecho de existir poco efecto de la aplicación de insecticida sobre el parasitismo, podría estar relacionado con el pequeño tamaño de la parcela y la contiguidad entre las mismas. Sin embargo, ya mencionamos algunas evidencias de que la aplicación de plaguicidas afecta a los insectos benéficos de diferente manera.

### Calidad del repollo

La calidad del repollo presentó diferencias significativas por efecto de la aplicación de plaguicidas. En el cuadro 1 se observa que no hubo diferencias entre la acción del plaguicida químico y la del *Bt*, pero sí entre estos con respecto al testigo.

Se observa que en invierno la calidad promedio para químico y biológico fue de 1.4 y 1.33 respectivamente, es decir cabezas sin daño. En el verano fue de 1.6 y 2 para los mismos tratamientos, es decir, cabezas sin daño a ligeramente dañadas. Una diferencia bastante drástica entre invierno y verano, ocurrió en el testigo, ya que en invierno la calidad fue de 2.57 correspondiente a un daño moderado, mientras que en verano las cabezas mostraron un daño muy severo, equivalente al grado 6 en dicha escala. Este efecto de la aplicación de insecticidas sobre la calidad de repollo, está directamente relacionado con el efecto que estos tienen sobre el grado de infestación de *Plutella*, principalmente en verano, en el cual la infestación en el testigo se incrementó drásticamente a partir de la séptima semana, y que alcanzó el máximo durante la cosecha del repollo.

Estos resultados demuestran que para obtener repollo de buena calidad durante el verano, es necesario mantener la infestación de la plaga a niveles bajos con insecticidas, principalmente durante las etapas tempranas del cultivo. En el invierno, el control natural ejercido por la lluvia es muy efectivo

En la Fig. 5 se presenta la relación entre la calidad del repollo y el total de larvas por repollo en el verano. Se observa que entre 1 y 4 larvas, el repollo se mantuvo completamente sano (grado 1). Entre 5 y 12 larvas, el daño en la cabeza fue de ligero a

moderado (grados 2 y 3) y más de 12 larvas causaron un daño de fuerte a muy severo (grados 4, 5 y 6). En invierno, esta relación no se pudo obtener, dado que la infestación aún en el testigo fue inferior a 5.

**Rendimiento**

El Cuadro 2 muestra las diferencias significativas para el porcentaje de repollo comercial y rendimiento por efecto de la aplicación de insecticidas. También se nota que el porcentaje de repollo comercial no presentó diferencias entre insecticida químico y Bt pero sí con respecto al testigo. Sin embargo, el testigo del invierno presentó un 54% de repollo comercial.

Esto se manifestó en el rendimiento de repollo, con valores para el invierno de 100000, 84000 y 60000 Kg/ha para los tratamientos químico, Bt y testigo y en el verano con 60500, 65000 y cero Kg/ha, respectivamente (Cuadro 2). Se observa que en invierno se logró cosechar repollo comerciable aún en aquellas parcelas que no recibieron insecticidas, esto fue consecuencia de la alta mortalidad de larvas que ocurre por efecto de la lluvia. Esto no fue posible en verano ya que al no haber un factor de mortalidad natural como la lluvia, la incidencia de la plaga se elevó drásticamente.

**CUADRO 2.** Rendimiento de repollo comercial

Tratamiento	Invierno		Verano	
	% Comerciable	Rendimiento Kg/ha	% Comerciable	Rendimiento Kg/ha
Químico	82.5 a*	100000 a	83 a	65500 a
Dipel	79.0 a	84000 b	67 b	65000 a
Testigo	54.0 b	59000 c	0 c	0 b

\*Valores con una misma letra dentro de una misma columna, no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Por esta razón, en verano, el cultivo de repollo, demanda fuertes aplicaciones de plaguicidas, para obtener un producto de calidad comerciable. Sin embargo, aun en invierno, muchos agricultores realizan aplicaciones innecesarias. De acuerdo con los resultados obtenidos, el uso de insecticidas en invierno podría reducirse, o bien seguir algún criterio que permita bajar el número de aplicaciones.

En la figura 6 se presenta la relación inversa existente entre el rendimiento total y el total de larvas por repollo durante el verano. Aquí se observa que se obtuvieron rendimientos superiores a 60000 Kg/ha cuando la población de Plutella se mantuvo a niveles de 1 a 9 larvas por repollo, cuando la infestación se incrementó a 15 larvas, el rendimiento disminuyó a 40000 Kg/ha. A niveles de infestación severa de más de 25 larvas por planta, el rendimiento fue inferior a 20000 Kg/ha. En invierno no se pudo obtener una relación significativa entre infestación y rendimiento debido a la baja infestación de Plutella. Sin embargo, esta relación podría ser de utilidad en la determinación del nivel de daño económico.

## CONCLUSIONES

La infestación de larvas de Plutella durante el invierno, fue baja durante todo el ciclo del cultivo, debido al efecto de la lluvia como factor de mortalidad de las larvas. En verano, la infestación fue baja al principio, pero a partir de la sexta semana, se observó un crecimiento exponencial muy fuerte, alcanzando el máximo en la novena semana.

Como consecuencia de esta baja infestación de Plutella en invierno, las diferencias por aplicación de insecticidas fueron mínimas, sin embargo, en verano, al presentarse una severa infestación, la aplicación de plaguicidas si tuvo un efecto significativo.

Cuando la infestación de Plutella fue baja (invierno), la incidencia de D. insulare alcanzó un 36 %, sin embargo, conforme se incrementó la densidad de la plaga (verano), la incidencia del pa-

rásito bajó considerablemente (6.6 %), lo cual sugiere que este parásito tiene limitaciones para ajustarse a la acelerada tasa de incremento de la densidad de la plaga. Otras investigaciones podrían esclarecer los factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en la dinámica poblacional de ambos organismos y talvez conducir a medidas de tipo cultural que favorezcan la acción de los parásitos.

Cuando no se aplicaron insecticidas, se obtuvo un 54 % de repollo de buena calidad en la época de invierno, sin embargo en el verano, el repollo fue severamente dañado. Por el contrario, cuando se aplicaron insecticidas, el repollo fue de buena calidad en ambas épocas.

El rendimiento de repollo en los tratamientos de insecticida químico y Bt, fue un 20 % mayor en invierno que en verano. Asimismo, cuando no se aplicaron insecticidas, el rendimiento de repollo fue aceptable en el invierno, pero en el verano no se cosechó nada. Esto fue consecuencia del efecto de la lluvia como factor de mortalidad de las larvas de Plutella, el cual no tuvo importancia en el verano, época en la que se presentó una drástica elevación en la infestación de la plaga.

#### LITERATURA CITADA

- BENNETT, F.D.; YASEEN, M. 1972. Parasite introductions for the biological control of three pests in the Lesser Antilles and British Honduras. PANS 18(4):468-74.
- BOLTER, C.J.; LAING, J.E. 1983 Competition between Diadegma insulare (Hymenoptera: Ichneumonidae) and Microplitis plutellae (Hymenoptera: Braconidae) for larvae of the diamondback moth, Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae). Proceedings of the Entomological Society of Ontario 114:1-10.
- CARBALLO, V.M.; QUEZADA, J.R. 1987. Estudios del parasitoide de Plutella xylostella (Diadegma sp.) en Costa Rica. Trabajo presentado en el V Congreso de Manejo Integrado de Plagas, AGMIP, Guatemala, Agosto 5-7, 1987. 6 p.
- COSTA RICA. 1973. Censo Agropecuario. San José. Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Dirección General de Estadística y Censos. s. p.

- COSTA RICA. 1983. Análisis económico de la producción de repollo en la zona de Zarceró. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Mercadeo Agropecuario, Departamento de Estudios Económicos. Serie: Economía para Mercadotecnia. Doc 3DEE. 20 p.
- HAMILTON, J.T.; ATTIA, F.I. 1977. Effects of mixtures of Bacillus thuringiensis and pesticides on Plutella xylostella and the parasite Thyraella collaris. Journal of Economic Entomology 70(1):164-148.
- HARCOURT, D.G. 1960. Biology of the diamondback moth, Plutella maculipennis (Curtis) (Lep: Plutellidae), in Eastern Ontario. III Natural enemies. Canadian Entomologist 92:419-428.
- \_\_\_\_\_. 1963. Biology of caterpillars in Eastern Ontario. Proceedings of the Entomological Society of Ontario 93:61-75.
- \_\_\_\_\_. 1986. Population dynamics of the diamondback moth in southern Ontario. In: International Workshop (1:1985 Tainan, Taiwan). Proceedings Diamondback Moth Management. Shanhua, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center p.3-15.
- KENNEDY, G.G.; OATMAN, E.R. 1976. Bacillus thuringiensis and Pirimicarb; selective insecticides for use in pest management on broccoli. Journal of Economic Entomology 69(6):767-72.
- KOPVILLEN, K.G. 1960. Parasites of the cabbage moth and the diamondback moth in the Moscow region. Entomological Review 39:584-592.
- KOSHIHARA, T. 1986. Diamondback moth and its control in Japan. In: International Workshop (1:1985 Tainan, Taiwan). Proceedings Diamondback Moth Management. Shanhua, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center p. 43-53.
- LIM, G.S. 1986. Biological control of diamondback moth. In: International Workshop (1:1985 Tainan, Taiwan). Proceedings Diamondback Moth Management. Shanhua, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center p. 159-171.
- \_\_\_\_\_; SIVAPRAGASAM, A. y RUWAIDA, M. 1986. Impact assesment of Apanteles plutellae on diamondback moth using an insecticide-check method. In: International Workshop (1:1985 Tainan, Taiwan). Proceedings Diamondback Moth Management. Shanhua, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center p. 195-204.
- OOI, P.A.C. 1980. Laboratory studies of Diadegma cerophagus (Hym: Ichneumonidae), a parasite introduced to control Plutella xylostella (Lep: Hyponomeutidae) in Malaysia. Entomophaga 25 (3):249-259.

PUTNAM, G.G. 1968. Experiments in the quantitative relations between Diadegma insulare and Microplitis plutellae with their host Plutella maculipennis. Canadian Entomologist 100 (1):11-16.

\_\_\_\_\_. 1973. Effects of the larval parasites Diadegma insulare and Microplitis plutellae on the abundance of the diamondback moth in Saskatchewan rape and mustard crops. Canadian Journal of Plant Science 53:911-914.

RAJAMOCHAN, N.; JAYARAJ, S. 1978. Field efficacy of Bacillus thuringiensis and some other insecticides against pest of cabbage. India Journal of Agricultural Science. 48(11):672-75.

SASTROSISWOJO, S. y SASTRODIHARDJO, S. 1986. Status of biological control of diamondback moth by introduction of parasitoid Diadegma eucerothoga in Indonesia. In: International Workshop (1:1985 Tainan, Taiwan). Proceedings Diamondback Moth Management. Shanhua, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center p. 185-194.

SECAIRA, E. y ANDREWS, K. 1987. El cultivo de repollo en Honduras: La necesidad de manejo integrado de plagas. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP No.7. 26 p.

VAN EMDEN, H.F. 1965. The role of uncultivated land in the biology of crop pest and beneficial insects. Scientific Horticulture 17:121-136.

UGALDE, H.; CANESSA, W. y SEGURA, L. 1983. Combate biológico y químico de Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae) en repollo (Brassica oleracea var. capitata). Boletín Técnico Estación Fabop Baudrit (Costa Rica) 16(3):7-12.

WILKINSON, J.D.; BIEVER, K.D.; IGNOFFO, C.M. 1979. Synthetic pyrethroid and organo phosphate insecticides against the parasitoid Apanteles marginiventris and the predators Geocoris punetipes, Hyppodamia convergens and Podisus maculiventris. Journal of Economic Entomology. 72(4):473-75.

YARROW, W.H. 1970. Parasites of Plutella xylostella (L.) in South Eastern Queensland. Journal of Agricultural and Animal Science 27:321-24.

YASEEN, M. 1974. Biology, seasonal incidence and parasites of Plutella xylostella (L.) in Trinidad and the introduction of exotic parasites into the Lesser Antilles. In Symposium on the Protection of Horticultural Crops in the Caribbean, St. Augustine, Trinidad & Tobago, 1974. Crop Protection in the Caribbean. Proceedings. Ed. by C.W.D. Brathwaite, R.H. Phelps and F.D. Bennett. St. Augustine, University of the West Indies. p. 237-244.

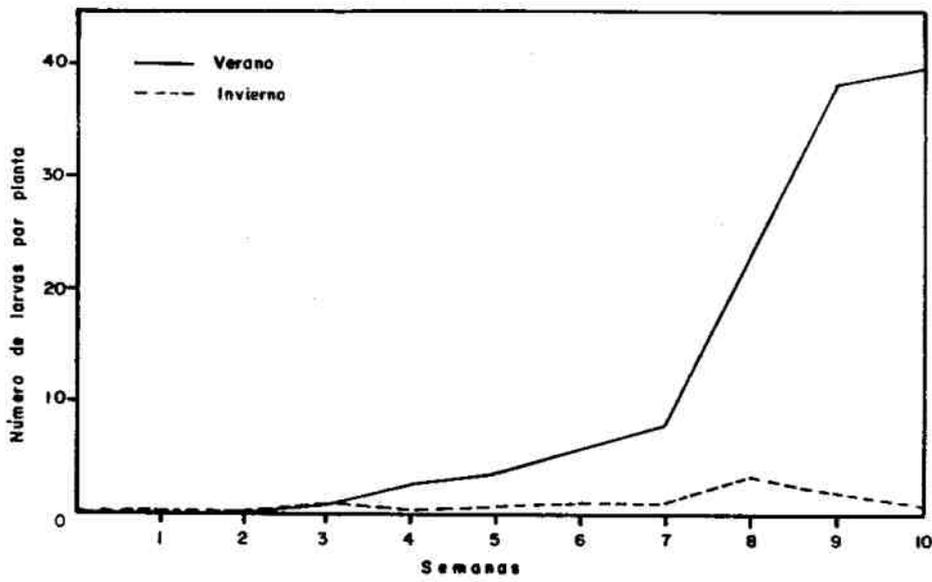


Fig. 1. Crecimiento poblacional de larvas de *P. xylostella* en dos épocas de siembra de repollo.

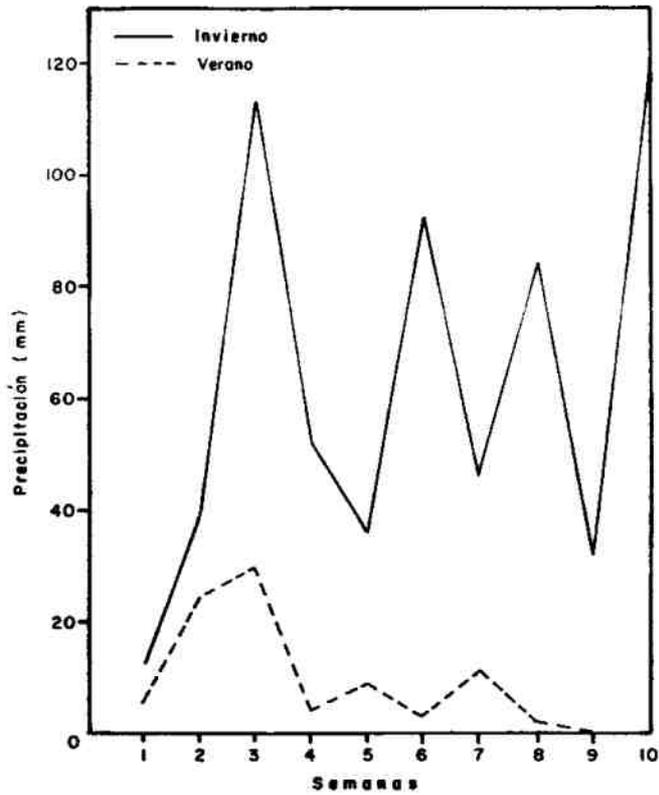


Fig. 2. Precipitación semanal acumulada durante las épocas en estudio.

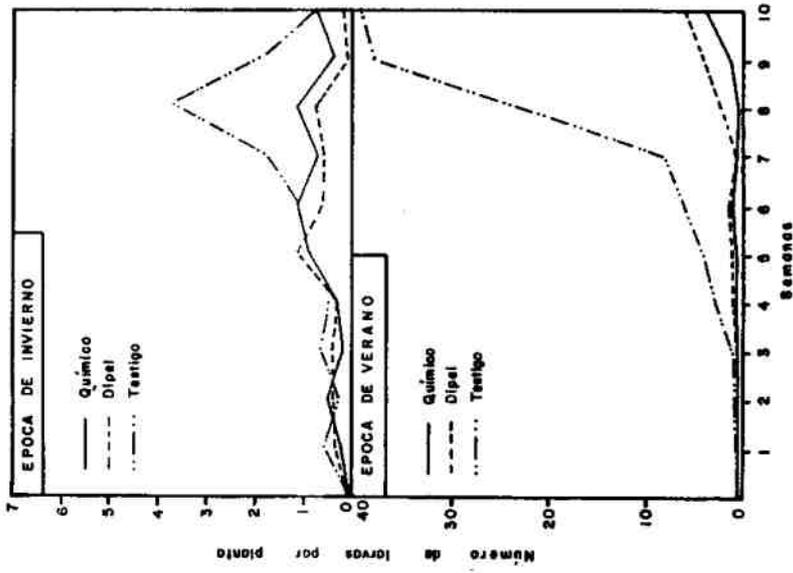


Fig. 3. Variación en la infestación de *P. xylostella* por efecto de la aplicación de insecticidas en dos épocas de siembra.

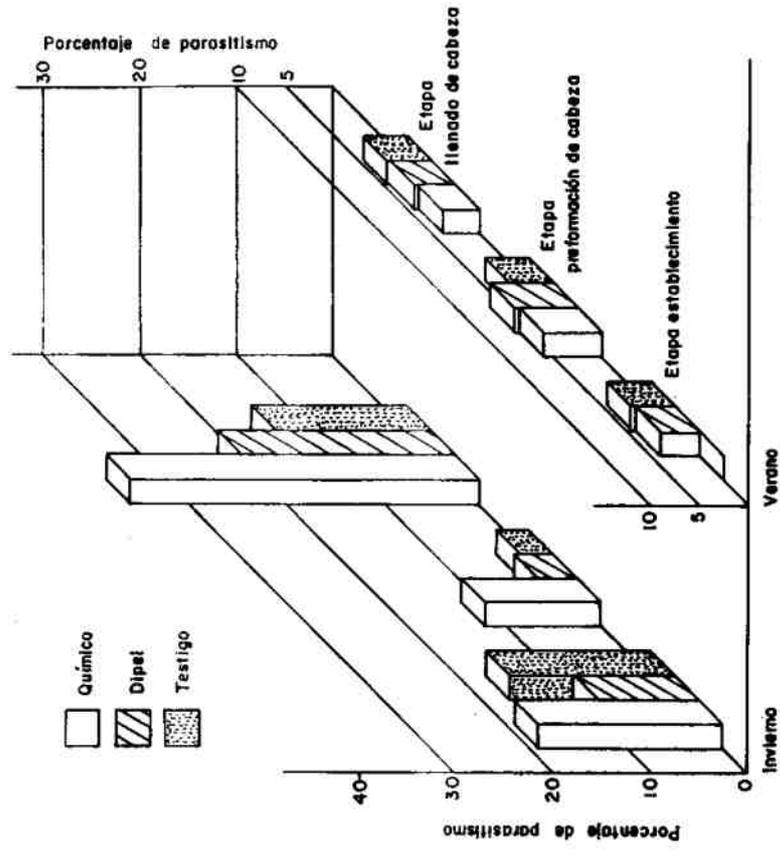


Fig. 4. Variación en el porcentaje de parasitismo de *D. insularis* por efecto de la aplicación de insecticidas y la fenología del repollo en dos épocas de siembra.

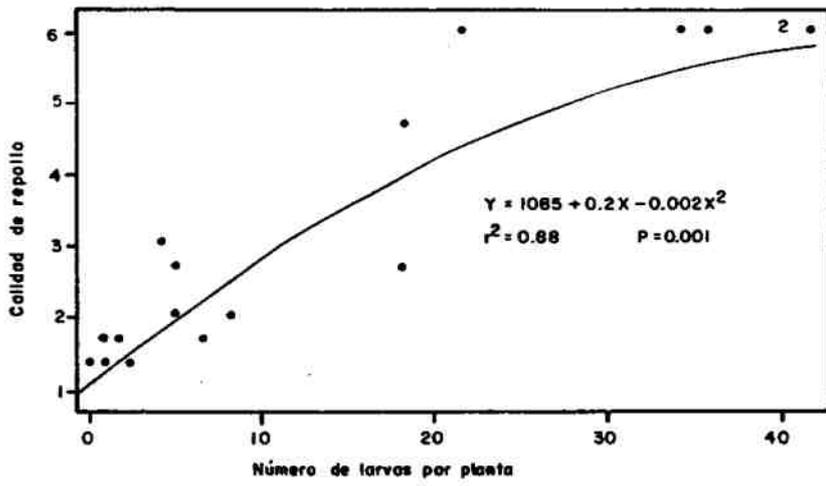


Fig. 5. Relación entre el número de larvas a la cosecha y la calidad de repollo en verano.

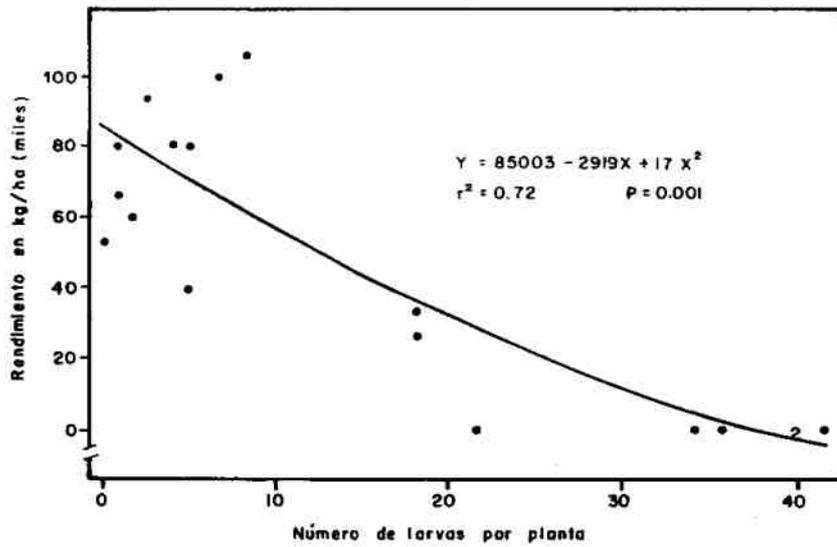


Fig. 6. Relación entre el número de larvas a la cosecha y el rendimiento de repollo en verano.