

Determinación de Resistencia de Plutella
xylostella L. (Lepidóptera: Plutellidae)
a insecticidas Comunes en Honduras.

MICROISIS:	1552
FECHA:	28/01/91
ENCARGADO:	JARGAS

P O R

Oscar Eduardo Ovalle Gatica

T E S I S

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras
Abril. 1989

BIBLIOTECA WILSON FOPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 03
TEGUCIGALPA HONDURAS

DETERMINACION DE RESISTENCIA DE
Plutella xylostella L. (Lepidóptera: Plutellidae)
A INSECTICIDAS COMUNES EN HONDURAS.

Por

OSCAR EDUARDO OVALLE GATICA

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

Oscar Eduardo Ovalle Gatica

Abril 1989

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico con mucho
cariño a mis padres y hermanos,
que Dios los bendiga

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A mi padre Oscar Eduardo Ovalle Soto y a mi madre Mercedes Anabella Gatica de Ovalle por todo su apoyo moral y económico durante toda mi formación académica.

A la "Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung" DSE (Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional) por el financiamiento de mis estudios en la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano.

Al Dr. Ronald D. Cave por sus valiosos consejos y su cuidadosa revisión de mi trabajo.

Al Ing. Hernán Espinoza por su cooperación para la realización de este trabajo.

Al personal de comunicación del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana por toda su cooperación.

Al personal del Departamento de Protección Vegetal que de alguna forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

A mis compañeros de promoción que de alguna forma me ayudaron en mis estudios o durante el desarrollo de mi tesis.

INDICE GENERAL

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS	12
A. RECOLECCION	12
B. CRIA	13
C. PRUEBAS DE RESISTENCIA	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	16
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES	29
VII. RESUMEN	31
VIII. LITERATURA REVISADA	33
IX. ANEXOS	38

Eroles, 1976; Lee y Lee, 1979; Sudderodin y Kok, 1978; Sun et al., 1978; Sinchaisrri et al., 1980; Liu et al., 1981, 1982b; Miyata et al., 1982; Teh et al., 1982; Chou y Cheng, 1983; Noppum et al., 1983; Hama, 1983; Georghiou y Mellon, 1981; Tabashnik et al., 1987).

Según Georghiou (1981), hasta 1980 se habían reportado casos de resistencia de PDD a 36 insecticidas en 14 países. En algunas regiones tropicales la plaga ha desarrollado resistencia a casi todos los insecticidas usados para su control (Sudderuddin y Kok, 1978; Liu et al., 1982). En estas regiones PDD tiene de cinco a 28 generaciones, habiendo traslape de estadios cada año (Sun et al., 1978; Umeya y Yamada, 1973; Abraham y Padmanaban, 1968; Ho, 1965). En áreas de clima templado el desarrollo de resistencia no es tan rápido ya que aquí PDD tiene menor número de generaciones por año (Harcourt, 1963).

Cheng (1985) afirma que teóricamente PDD puede desarrollar resistencia a todos los insecticidas registrados para su control en Taiwán. Los niveles más altos de resistencia se desarrollan en áreas intensivamente cultivadas con hortalizas durante todo el año. Actualmente ninguna cepa susceptible de PDD existe en condiciones naturales en la costa oeste de Taiwán, incluso en la costa

este donde no hay una producción de hortalizas tan intensiva (Cheng, 1985).

Insecticidas registrados para el control de PDD Taiwán pertenecen a cuatro grupos de químicos: compuestos organofosforados, piretroides sintéticos, carbamatos y aminas terciarias. De todos estos grupos, en 1980 se determinó que PDD ha desarrollado el más alto grado de resistencia a los piretroides sintéticos (Chen et al., 1985; Liu et al., 1981).

Weng (1984 citado por Cheng 1985) reportó que metomil al ser introducido a Taiwán fue altamente efectivo para el control de PDD, sin embargo ninguna de las poblaciones estudiadas en 1985 fueron susceptibles a carbaril o a metomil. Muchos agricultores aún tienen la idea que metomil es el mejor insecticida para el control de PDD y lo combinan con otros insecticidas en mezclas. Cheng (1985) duda que metomil haya sido alguna vez efectivo para el control de PDD en Taiwán. Hirano (1981) reportó que metomil no era efectivo para el control de PDD en Japón y que carbofurán fue el único carbamato que dió muestras de tener acción insecticida para PDD. Desafortunadamente, PDD puede desarrollar resistencia a carbofurán en pocas generaciones, además la alta toxicidad de carbofurán para mamíferos y otros

organismos lo hace una solución no deseable para la protección de crucíferas (Cheng, 1985).

Teh et al. (1982) reportaron resistencia de PDD a permotrina en Malasia, aunque nunca se había utilizado este químico. Aparentemente esta resistencia es el resultado de resistencia cruzada debido a los altos niveles de resistencia de parte de PDD hacia DDT, ciclodienes y otros insecticidas que se habían documentado en Malasia con anterioridad (Sudderuddin y Kok, 1978). La resistencia cruzada está definida como un incremento en la LC_{50} de un insecticida causado por la selección con otro o más insecticidas diferentes.

Estudios en el campo y numerosos estudios de laboratorio hechos por Liu et al. (1981), Chou y Cheng (1983), Cheng et al. (1985), Cheng y Sun (1986), Wang y Feng (1986), Noppun et al. (1987) y Tabashnik et al. (1987) indican que existe resistencia cruzada de PDD a insecticidas piretroides. Este patrón no ha ocurrido sólo con PDD. Se puede mencionar la resistencia cruzada a DDT y piretroides que ocurre en mosquitos, moscas y cucarachas ver Tabashnik et al., (1987). Como en otros casos, resistencia cruzada a DDT y a piretroides puede involucrar insensitividad y

INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
Cuadro 1. Susceptibilidad de cepas de PDD provenientes de Cornell y de El Zamorano	17
Cuadro 2. Susceptibilidad de cepas de PDD provenientes de Cornell y de Tatumbia	18
Cuadro 3. Susceptibilidad de cepas de PDD provenientes de Cornell y de San Juan del Rancho	18

INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1. Comparación de las distintas LC_{50} de metomil para PDD en diferentes zonas de producción	21
Figura 2. Comparación de las distintas LC_{50} de metamidofós para PDD en diferentes zonas de producción	22
Figura 3. Comparación de las distintas LC_{50} de cipermetrina para PDD en diferentes zonas de producción	24
Figura 4. mg/ml necesarios para matar 50% de la población	25
Figura 5. Comparación de resistencia de las tres poblaciones estudiadas	26

INDICE DE ANEXOS

	<u>Página</u>
ANEXO Localidades de recolección	39

I. INTRODUCCION

El repollo (Brassica oleracea L. var. capitata) es la crucífera que más se produce en Honduras y es la hortaliza de mayor consumo fresco (Secaira y Andrews, 1987). Es de especial importancia para las zonas de Siguatepeque, Valle de Angeles, Santa Lucía, Lepaterique, Tatumbia y San Juan del Rancho. En los últimos años los agricultores hondureños se han visto confrontados con el daño causado por la palomilla dorso de diamante (PDD), Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae), la cual actualmente es la plaga más importante del repollo en Honduras (Ruiz, 1988). En general, esto se puede atribuir a tres razones importantes: 1) se cultiva repollo durante todo el año, lo cual provee a la plaga de un hospedero permanente; 2) incremento del área cultivada de repollo; 3) el desarrollo de resistencia a insecticidas por la plaga (Miyata et al., 1985).

Estudios indican que PDD ha adquirido cada vez mayores niveles de resistencia, lo cual ha inducido a los agricultores a utilizar más insecticidas mientras no se desarrollen otras medidas de control efectivo contra esta plaga (Cheng, 1985). En Honduras para el control de PDD se han utilizado insecticidas de diversos grupos, tales como

organofosforados, piretroides y carbamatos (Herrera, 1988). Aunque con el control químico se ha reportado mayor efectividad, también existen reportes de falta de control debido al desarrollo de resistencia, tal es el caso de los grupos de insecticidas piretroides y carbamatos (Herrera, 1988). Por tal razón es importante evaluar a nivel de laboratorio el grado de resistencia que PDD ha adquirido a ciertos insecticidas disponibles en el mercado para el productor hondureño. También, es importante comparar la resistencia de PDD procedente de las distintas áreas de producción para determinar que medidas de control son las más adecuadas para cada zona.

El siguiente estudio se hizo con el propósito de determinar si poblaciones de PDD procedentes de El Zamorano, Tatumbla y San Juan del Rancho en el departamento de Francisco Morazan han desarrollado algún grado de resistencia a insecticidas organofosforados, piretroides y carbamatos. De existir resistencia se podrán determinar algunas de las posibles causas responsables de que se presente este fenómeno y se darán algunas recomendaciones para un manejo más adecuado de PDD en cada zona.

II. REVISION DE LITERATURA

La resistencia de insectos hacia insecticidas es la capacidad que tienen ciertas cepas de insectos de sobrevivir a dosis letales de insecticidas. Esta capacidad resulta de la selección de individuos tolerantes de una población expuesta a toxicantes por varias generaciones (Pfadt, 1972).

La resistencia de insectos hacia los insecticidas es un fenómeno que científicamente se ha descrito en los últimos 70 años desde que Melander (1914) por primera vez describió la ineficiencia de las aplicaciones de cal y azufre que se hacían para el control de la escama de San José, Aspidiotus perniciosus (Comstock), en árboles de manzana en el valle de Clarkson, Washington (Metcalf, 1982).

La primera información que se tiene sobre la dinámica de resistencia se puede atribuir al trabajo de genetistas de poblaciones, quienes enfocaron la resistencia como un fenómeno evolutivo (Crow, 1952, 1953, 1966; Milani, 1957, 1959, 1964). Brown (1957, 1961, 1968, 1971, 1976), Busvine (1957), Georghiou y Taylor (1977), Keiding (1963) y Metcalf (1955) examinaron el desarrollo, la regresión y la

estabilidad de resistencia de varias especies, particularmente la mosca común y los mosquitos.

Con la proliferación de casos de resistencia en especies más representativas, con rangos más amplios de características biológicas, genéticas y etiológicas, se ha hecho más factible el estudio de la dinámica de resistencia con una perspectiva más amplia. El avance en la tecnología de las computadoras ha generado bastante interés en la creación de modelos con factores conocidos y especulados que afectan la evolución de la resistencia. Hay una concordancia general en que la evolución de resistencia está determinada por una variedad de factores genéticos, biológicos y operacionales que, actuando juntos, determinan el grado de la presión de selección que ejercen en una situación ecológica dada.

El primer caso bien documentado de resistencia de PDD fue demostrado en Java, Indonesia. Ankersmit (1953 citado por Miyata et al., 1982) observó que PDD había aumentado su resistencia a insecticida siete veces a la que tenían cuando salió el producto. Desde entonces numerosos casos de resistencia de PDD a un amplio número de insecticidas se han reportado (Lim, 1974; Barroga y Morallo-Rejesus, 1974, 1981; Asakawa, 1975; Tokairin y Nomura, 1975; Morallo-Rejesus y

resistencia al efecto de "knockdown" (Tabashnik et al, 1987; Liu et al, 1982; Chen et al, 1985; Hama et al, 1987).

Estudios de selección de PDD hechos en el laboratorio por Liu et al. (1981) demuestran que existe resistencia cruzada entre piretroides y otros tipos de insecticidas. La selección con insecticidas organofosforados tiende a incrementar la LC_{50} de piretroides y selecciones con diazinón causaron una fuerte resistencia cruzada a piretroides, especialmente a permetrina (Liu et al, 1981). Selecciones hechas con profenofós y protiofós causaron resistencia cruzada a piretroides (Cheng, 1985). Selecciones de mevinfós aumentó la LC_{50} de piretroides en 5 ó 6 casos (Chou y Cheng, 1983; Wang y Feng, 1986). Una débil resistencia cruzada a fenvalerato resultó de la selección de fentoate (Noppun et al. 1987). Inversamente, selecciones de piretroides generalmente incrementan las LC_{50} de mevinfós, profenofós y otros organofosforados (Chou y Cheng, 1983; Cheng et al. 1985; Chen y Sun, 1986; Wang y Feng, 1986). Selecciones con el carbamato metomil redujeron la LC_{50} de piretroides en unos 3 ó 4 casos (Liu et al. 1981). Sin embargo, la LC_{50} de piretroides aumentó en 4 ó 5 casos debido a la selección por carbofurán (Chou y Cheng, 1983; Wang y Feng, 1986). Selecciones con fenvalerato aumentaron la LC_{50} de carbofurán y metomil (Chou y Cheng, 1983; Wang y

Feng, 1985). Selecciones con cartap aumentaron la LC_{50} de piretroides y selecciones con fenvalerato aumentaron la LC_{50} de cartap (Chou y Cheng, 1983).

Según Cheng (1985), existe suficiente evidencia para distinguir tres relaciones de resistencia cruzada: 1) Sin relación alguna; 2) Compuestos con una alta resistencia cruzada; 3) Compuestos con una resistencia moderada. Como ejemplo de la primera relación, Cheng (1985) dice que PDD puede desarrollar un alto grado de resistencia a carbofurán, sin embargo no se desarrolla ningún efecto de resistencia a otros carbamatos como carbaril o metomil. Por otro lado en cepas seleccionadas por fenvalerato, la resistencia cruzada desarrollada a deltametrina fue evidente. La resistencia a cartap dió muestras de resistencia cruzada a fenvalerato y a deltametrina pero no se dió una relación de resistencia cruzada suficientemente clara por lo que esta relación se consideraría como la de tercer tipo.

Una relación del segundo tipo se ejemplifica con cepas de PDD seleccionadas con organofosforados que generalmente desarrollan resistencia a otros compuestos organofosforados. Como ejemplo se puede mencionar a cepas seleccionadas con profenofós que adquirieron resistencia también a dietquinalfós, cianofenofós y fentoate; cepas seleccionadas

con protiofós adquirieron resistencia cruzada a dietquinalfion, cianofenofós y mefosfolán.

Se sospecha que altos niveles de resistencia a piretroides sintéticos en poblaciones de campo se deben a resistencia cruzada aditiva (Cheng, 1985). Piretroides sintéticos también indujeron resistencia cruzada al grupo organofosforado, pero la magnitud de esta resistencia no es comparable con la resistencia inducida entre el mismo grupo de organofosforados. Cepas seleccionadas con permetrina y cipermetrina tuvieron una respuesta similar, lo que indica que el grupo extra de alfa-ciano en la molécula de cipermetrina no está involucrada en el mecanismo de resistencia (Cheng, 1985).

Liu et al. (1981) demostraron la ocurrencia de resistencia cruzada a los piretroides sintéticos permetrina, cipermetrina, deltametrina y fenvalerato. La cepa seleccionada con metomil mostró una resistencia cruzada de 3.8 veces mayor a fenvalerato. Esta misma cepa solo mostró una resistencia cruzada de 0.2 a 0.5 veces mayor a otros tres piretroides sintéticos.

Chau y Cheng (1983) reportaron que una cepa seleccionada con carbofurán mostró muy poca resistencia

cruzada a otros 19 insecticidas. Por otro lado, resistencia cruzada de un más alto nivel se observó en cepas seleccionadas con cartap y fenvalerato. Cheng et al. (1984) también seleccionaron una cepa susceptible con mevinfós durante 20 generaciones pero obtuvieron una resistencia cruzada de sólo 5 a 8 veces mayor. Esta cepa mostró una amplia resistencia cruzada a otros insecticidas organofosforados y cartap pero esta resistencia no se dió para la mayoría de piretroides sintéticos.

En Taiwán, Sun (sin publicar) indica que no parece haber resistencia cruzada entre piretroides y algunos insecticidas organofosforados, una razón más, además de la inestabilidad al desarrollo de resistencia, para retornar a los insecticidas organofosforados. También afirma que no existe resistencia cruzada de insecticidas convencionales con algunas benzoilfenil ureas, tales como teflubenzurón o chlorfluazuron y abamectin. Por lo tanto, se deberían manejar adecuadamente estos compuestos desde su introducción para prolongar su vida efectiva.

III. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se dividió en tres etapas: recolección, cría y pruebas de resistencia.

A. RECOLECCION

Las recolecciones de larvas y de pupas de PDD se hicieron en parcelas de repollo en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) (800 msnm), al igual que en diferentes parcelas de productores de repollo del área de Tatumbia (1700 msnm) y San Juan del Rancho (1200 msnm). Estas parcelas fueron tratadas por los agricultores con insecticidas que usualmente se usan para el control de PDD. En la EAP se reporta que se han utilizado los siguientes insecticidas para el control de PDD: los piretroides cipermetrina, high cys, fenvalerato, deltametrina, ciflutrin y bifentrin; los carbamatos carbaril y metomil; los organofosforados acefate, metamidofós y asinfosmetil (Herrera 1988). En Tatumbia se reporta el uso de deltametrina, cipermetrina, metamidofós y metomil (R. Cordero, comunicación personal). En San Juan del Rancho se reporta el uso de fenvalerato, deltametrina, cipermetrina, ciflutrin y metamidofós (M. Nora, comunicación personal).

Además, insecticidas microbiológicos Bacillus thuringiensis Berlíner (Dipel) y reguladores de crecimiento Chlorfluazuron (Júpiter) se aplican en estas zonas.

También, se contó con pupas que fueron traídas de la Universidad de Cornell, Nueva York, E.E.U.U. Esta cepa susceptible a insecticidas fue utilizada como parámetro de comparación en las pruebas.

B. C R I A

Los adultos obtenidos de las recolecciones hechas en el campo se colocaron en cajas de cría de 38 cm de ancho por 66 cm de largo por 39 cm de alto. Se colocaron hojas de repollo de la variedad Green Boy libres de aplicaciones de insecticidas que fueron reemplazadas cada tres días. Posteriormente las hojas fueron puestas en otra caja de cría donde se esperó a que eclosionaran los huevos. Las larvas que se obtuvieron continuaron siendo alimentadas con hojas de repollo de la misma variedad, las cuales fueron cambiadas por hojas frescas a intervalos de cinco días. Las pupas que se obtuvieron de esta caja fueron puestas en la caja donde se habían ovipositado. Los adultos que se recolectaron posteriormente a la primera fecha de

recolección fueron puestos en la caja donde se efectuó la oviposición.

C. PRUEBAS DE RESISTENCIA

Los insecticidas que se utilizaron en el estudio fueron metomil 98% material técnico, metamidofós 72% material técnico y cipermetrina 92% material técnico. Los tres materiales fueron obtenidos de Agro-químicas de Guatemala. Se hicieron seis diluciones para cada formulación: metamidofós 23.80 mg/ml, 11.90 mg/ml, 6.0 mg/ml, 3.0 mg/ml, 1.5 mg/ml y 0.7 mg/ml; cipermetrina 1.82 mg/ml, 0.91 mg/ml, 0.46 mg/ml, 0.23 mg/ml, 0.11 mg/ml y 0.05 mg/ml; metomil 24.5 mg/ml, 12.2 mg/ml, 6.1 mg/ml, 3.0 mg/ml, 1.5 mg/ml y 0.76 mg/ml. También se utilizó un testigo con una proporción de 1:1 agua y acetona, lo cual se utilizó como solvente para las diluciones.

Para cada población que se evaluó se utilizaron larvas del tercero y del cuarto instar, las cuales tuvieron un peso promedio de 0.00508 g. Se aplicaron 0.00329 ml de dilución a cada una de 10 larvas de cada población con un microaplicador Burkard. Posteriormente a la aplicación las larvas fueron colocadas en platos Petri de 9 cm de diámetro y se alimentaron con círculos de 8.5 cm de diámetro de hojas de repollo de la variedad Green Boy sin ninguna aplicación de insecticidas. Todas las pruebas se llevaron a

cabo a una temperatura ambiental de 21°C y con una humedad relativa de 55%.

Veinticuatro horas posterior a las aplicaciones se contaron las larvas muertas. Se consideraron larvas muertas todas aquellas larvas que no hicieron ninguna clase de movimiento al ser tocadas, al igual que todas las larvas de color negro o café que tampoco mostraron signos de vida. Se contó el número de larvas muertas de las cuatro repeticiones de 10 larvas cada una para cada una de las diluciones así como para cada una de las poblaciones. Estos datos fueron analizados en el Probit análisis del programa MSTAT versión 4.0 (MSTAT,1985), con la cual se pudo determinar la concentración letal media (LC_{50}) para cada una de las cepas hacia cada material técnico.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El programa Probit sólo toma en cuenta el número total de organismos utilizados en las pruebas, por lo cual el número de repeticiones no es tomado en cuenta. Esto obligó a que cada repetición fuera analizada por separado. Al igual que Tabashinik et al. (1987), no se encontró que los resultados de la LC_{50} o de la pendiente variaron significativamente al ser analizada cada repetición por separado (se obtuvo menos de un 0.03% de cambio). La mortalidad total que se alcanzó con el testigo fue de 0-0.05%.

La cepa proveniente de El Zamorano demostró más resistencia (RR) a cipermetrina que a metomil y a metamidófós (Cuadro 1). Sin embargo, cipermetrina fue el insecticida más tóxico para PDD por tener una LC_{50} más baja. Metamidofós fue el menos tóxico de los tres compuestos. Aunque la LC_{50} de metomil y metamidofós fue muy similar para la cepa susceptible, PDD procedente de El Zamorano tiene mayor resistencia a metamidofós que a metomil. Con una LC_{50} tan alta estos dos productos no ejercen un eficiente control para PDD ya que la LC_{50} que se recomienda por los fabricantes para los dos productos es aproximadamente de 12 mg/ml.

Cuadro 1. Susceptibilidad de cepas de PDD provenientes de Cornell y de El Zamorano

INSECTICIDA	CORNELL LC ₅₀ (mg/ml)	EL ZAMORANO LC ₅₀ (mg/ml)	RR ¹
METOMIL	1.05	47.76	45.29
METAMIDOFÓS	1.14	256.70	224.15
CIPERMETRINA	0.01	4.01	411.75

1. Proporción de resistencia = (LC₅₀ de cepa del Zamorano)/(LC₅₀ de cepa susceptible)

La cepa de Tatumbra demostró más resistencia a cipermetrina que a metomil o a metamidofós (Cuadro 2). Sin embargo, al igual que con la cepa de El Zamorano, cipermetrina fue el material más tóxico para PDD. Metamidofós en este caso también demostró ser el menos efectivo para el control de PDD. Sin embargo, la resistencia que la cepa PDD proveniente de El Zamorano desarrolló a metamidofós fue proporcionalmente mucho mayor que la que se dió en Tatumbra.

La cepa de San Juan del Rancho mostró un nivel de resistencia más alto a cipermetrina que a metamidofós y a metomil (Cuadro 3). Sin embargo, al igual que en las poblaciones de El Zamorano y de Tatumbra, este producto fue el más tóxico para PDD. Metamidofós fue el producto menos eficiente. La resistencia desarrollada a los insecticidas

por la cepa de San Juan del Rancho fue también mucho menor proporcionalmente que la que se dió para metomil en El Zamorano.

Cuadro 2. Susceptibilidad de cepas de PDD provenientes de Cornell y de Tatumbla

INSECTICIDA	CORNELL LC ₅₀ (mg/ml)	TATUMBLA LC ₅₀ (mg/ml)	RR
METOMIL	1.05	21.88	20.75
METAMIDOFOS	1.14	76.21	66.54
CIPERMETRINA	0.01	1.85	189.96

Cuadro 3. Susceptibilidad de cepas de PDD provenientes de Cornell y de San Juan del Rancho

INSECTICIDA	CORNELL LC ₅₀ (mg/ml)	San Juan del Rancho LC ₅₀ (mg/ml)	RR
METOMIL	1.05	15.15	14.37
METAMIDOFOS	1.14	81.13	70.84
CIPERMETRINA	0.01	1.54	158.13

La cepa de PDD procedente de El Zamorano fue la que más resistencia desarrolló a metomil (Figura 1). La concentración letal media para El Zamorano es 2.18 veces más

alta que la concentración letal para la cepa de Tatumbia y 3.15 veces más alta que para la cepa de San Juan del Rancho. Este alto grado de resistencia a metomil probablemente puede atribuirse a la cantidad de este químico que se ha utilizado en la EAP durante la última década. En la zona de San Juan del Rancho se empezó a cultivar repollo después de que esta hortaliza se empezó a cultivar en la zona de Tatumbia (M. Mora, comunicación personal). Esto probablemente dió como resultado el mayor grado de desarrollo de resistencia que se desarrolló en Tatumbia para metomil.

El grado de resistencia que se desarrolló en la zona de San Juan del Rancho para metamidofós fue casi igual al que se desarrolló en la zona de Tatumbia (Figura 2). Esto probablemente puede atribuirse a que en la zona de San Juan del Rancho se ha reportado mayor uso de metamidofós que en la zona de Tatumbia (R. Cordero, comunicación personal). Aunque en Tatumbia se tiene más tiempo de producir repollo y consecuentemente de usar químicos, en la zona de San Juan del Rancho se reporta el uso de mayores cantidades de estos productos para el control de PDD. La resistencia desarrollada por PDD procedente de las zonas de Tatumbia y de San Juan del Rancho no se aproximaron a la resistencia desarrollada por PDD procedente del Zamorano, la cual fue 3.36 veces más alta a la que se dió en la zona de Tatumbia y

3.16 veces más alta a la que se dió en la zona de San Juan del Rancho.

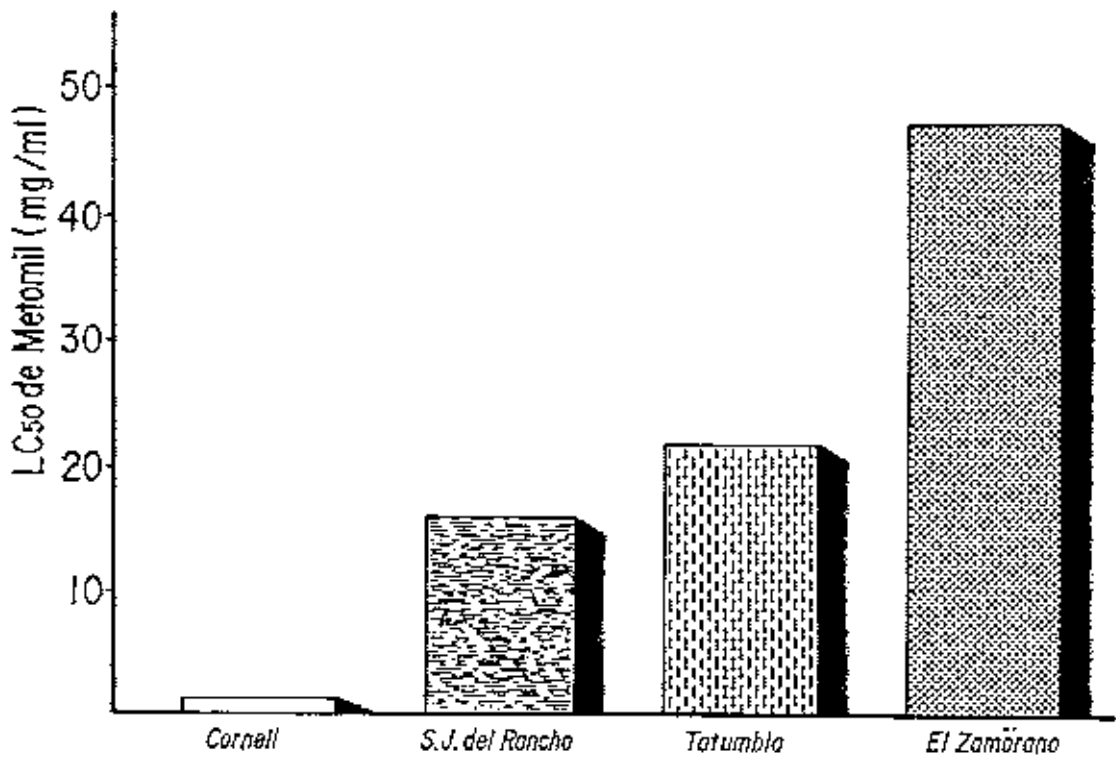


Fig.4. Comparación de las distintas LC50 de metomil para PDD en diferentes zonas de producción.

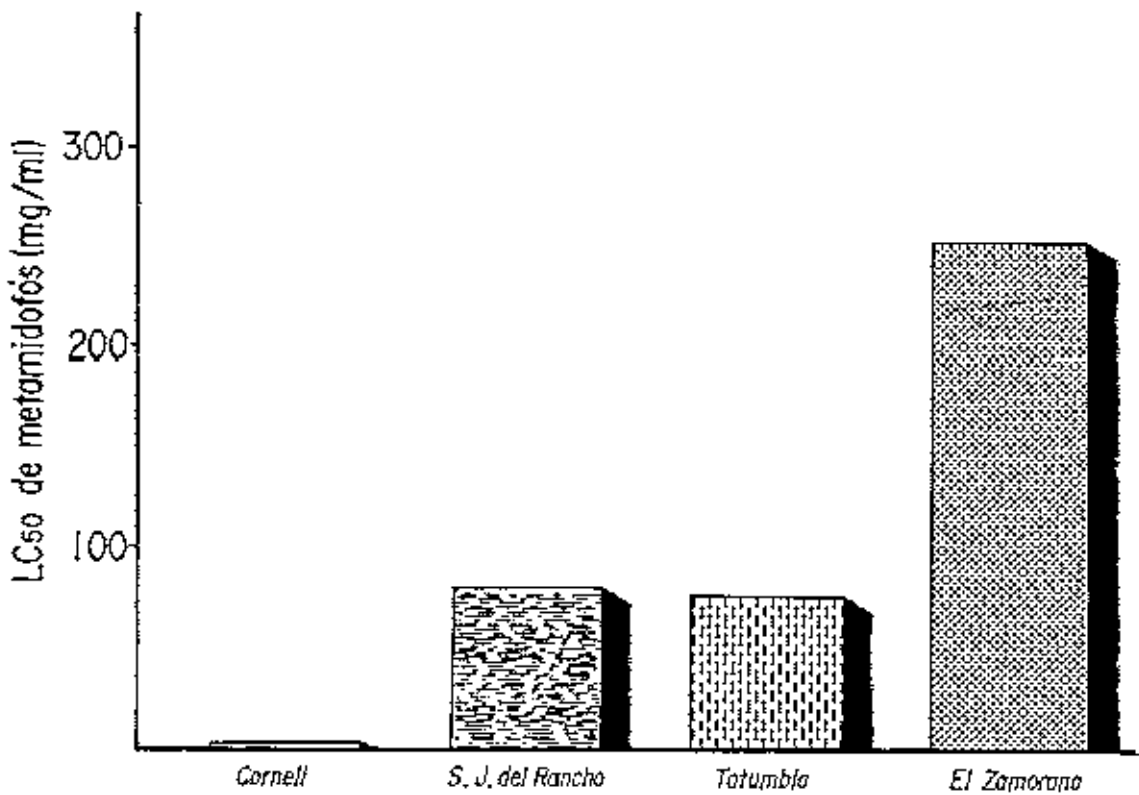


Fig.2. Comparación de las distintas LC50 de metamidofós para PDD en diferentes zonas de producción.

El grado de resistencia desarrollado por PDD procedente de El Zamorano a cipermetrina fue más alto que para las otras dos zonas (Figura 3). La resistencia que se dió en El Zamorano fue 2.6 veces más alta que la resistencia que se dió en San Juan del Rancho y 2.16 veces más alta de la que se dió en Tatumbla. Este alto grado de resistencia puede atribuirse a que en El Zamorano se tiene más tiempo de producir hortalizas y se han utilizado un mayor número de insecticidas pertenecientes a este grupo.

A pesar del alto grado de resistencia que se dió para cipermetrina, este material sigue siendo el producto más tóxico para PDD de los tres productos estudiados. Con este químico se necesitaron menos mg/ml para matar un 50% de las cepas estudiadas (Figura 4). Sin embargo, en los productos comerciales se recomiendan concentraciones tan bajas del ingrediente activo que tampoco se obtiene un control efectivo para PDD.

La cepa de El Zamorano desarrolló una resistencia mucho mayor que las otras dos cepas a los tres productos estudiados (Figura 5). La resistencia que se dió en la cepa

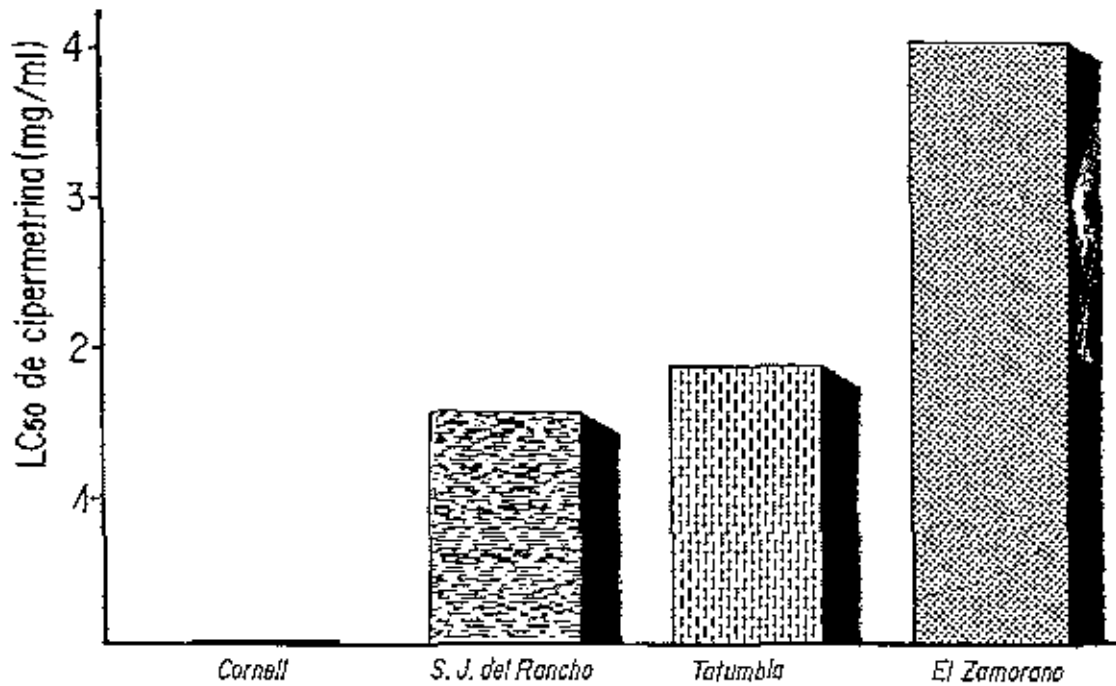


Fig.3. Comparación de las distintas LC₅₀ de cipermetrina para PDD en diferentes zonas de producción.

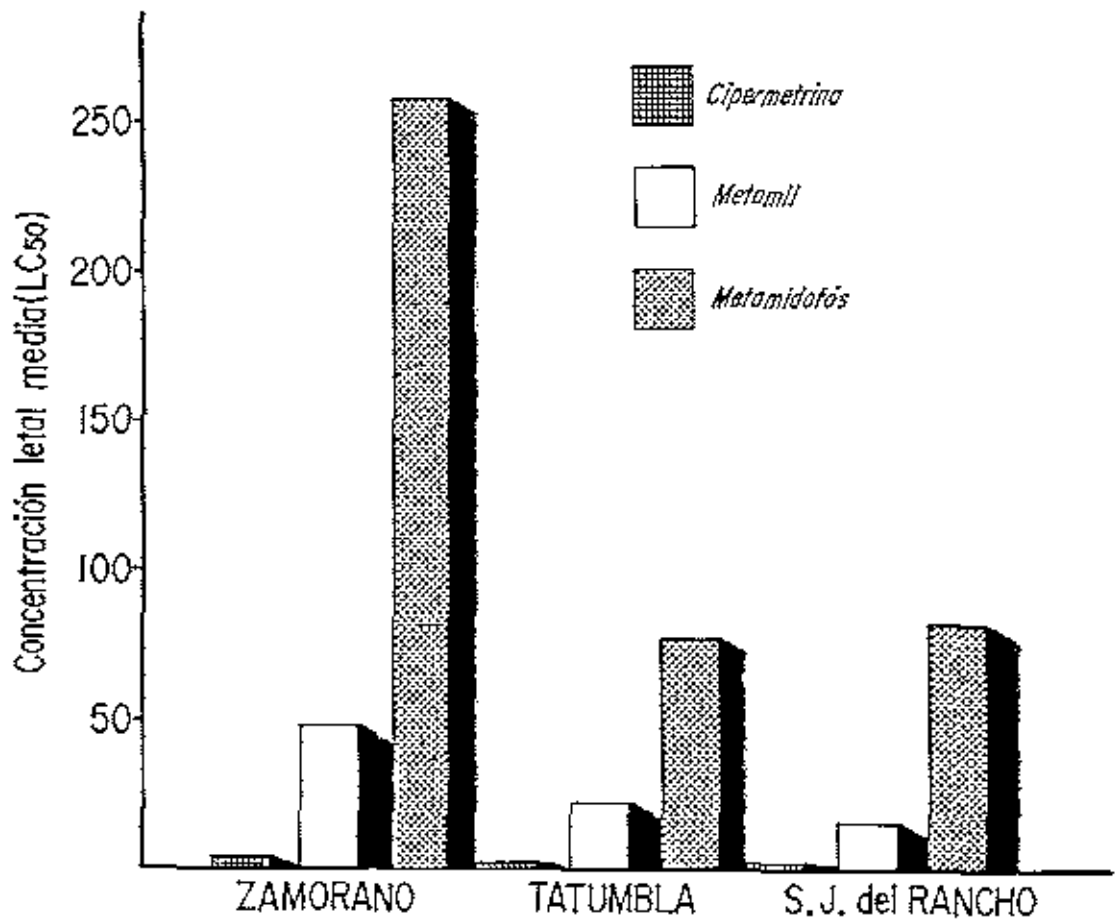


Fig.4. $\mu\text{g}/\text{ml}$ necesarios para matar 50% de la población.

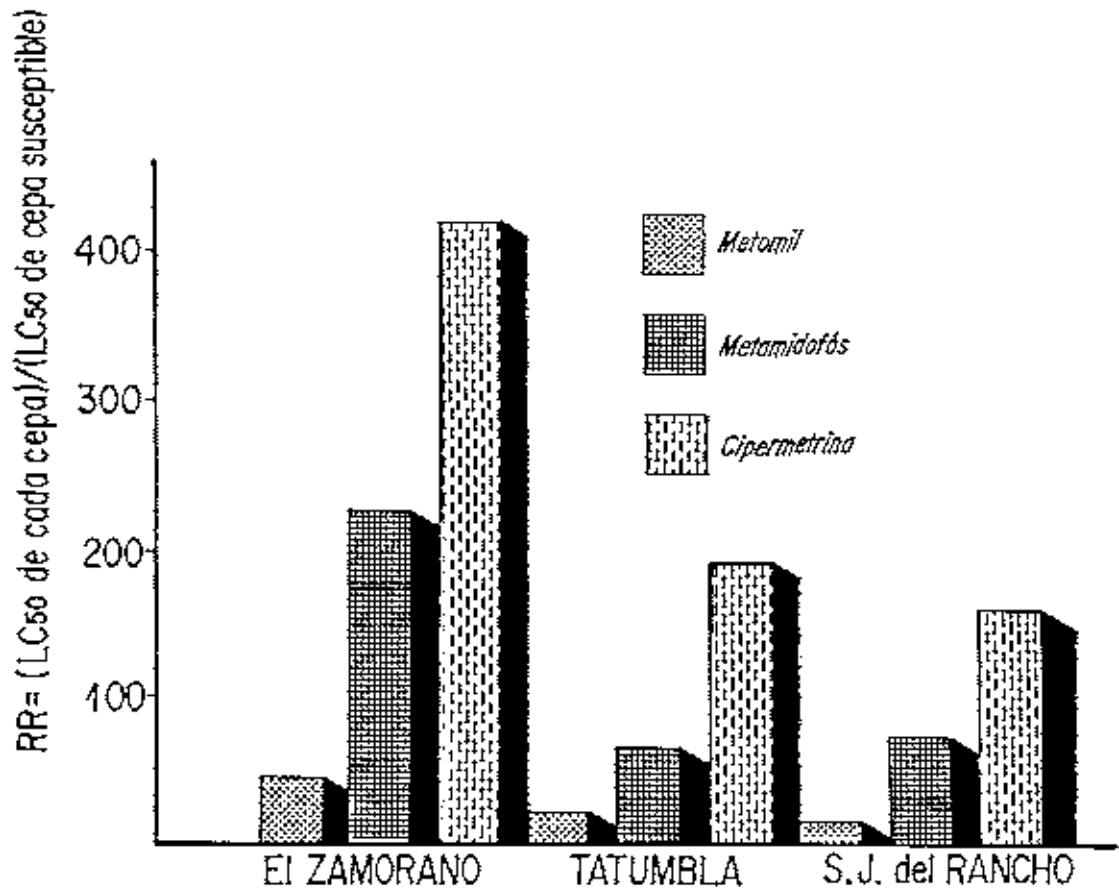


Fig.5. Comparación de resistencia de las tres poblaciones estudiadas.

de Tatumbla para metomil y para cipermetrina fue mayor que la resistencia que se dió en la cepa de San Juan del Rancho para los mismos productos.

Aunque con los datos obtenidos no se puede probar que PDD haya desarrollado resistencia cruzada a los productos estudiados, es muy probable que ésta exista. Por los altos niveles de resistencia que se dieron a cipermetrina, a metomil y a metamidofós, se puede sugerir que se dió resistencia cruzada entre piretroides, carbamatos y organofosforados y dentro de un mismo grupo con productos diferentes. En las tres zonas se utilizan diferentes productos comerciales pertenecientes a estos grupos por lo cual esto no sería raro. Por los altos niveles que se dieron en cipermetrina y metamidofós, es más probable que este tipo de resistencia se haya desarrollado a un nivel más alto entre piretroides y organofosforados. En otros países se ha reportado un mayor número de casos de resistencia cruzada para estos dos grupos (ver Revisión de Literatura).

V. CONCLUSIONES

1. Las cepas de PDD provenientes de El Zamorano, Tatumbla y San Juan del Rancho han desarrollado resistencia a metomil, metamidofós y cipermetrina.
2. La cepa de PDD proveniente de El Zamorano es la más resistente a los tres insecticidas estudiados. PDD proveniente de Tatumbla desarrolló más resistencia a cipermetrina y a metomil que la cepa proveniente de San Juan del Rancho, no así a metamidofós.
3. El grado más alto de resistencia fue desarrollado a cipermetrina, seguido por metamidofós y metomil.
4. A pesar de que la mayor resistencia fue desarrollada a cipermetrina, este producto fue el más tóxico para PDD en la tres zonas estudiadas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que este estudio se lleve a cabo en más localidades para conocer los diferentes grados de resistencia que se han desarrollado en otras zonas productoras de crucíferas en Honduras.
2. Es recomendable que se evalúen más insecticidas utilizados en el control de PDD para conocer cuales aún ejercen un control efectivo para PDD.
3. Se considera conveniente reducir en lo posible el uso de piretroides, carbamatos y organofosforados para que se reduzca la presión de selección hacia PDD no dando lugar al desarrollo de más resistencia a estos químicos.
4. Depender lo menos posible de químicos y apoyarse más en otras medidas para el control de PDD para evitar que se desarrollen altos niveles de resistencia en otros grupos de insecticidas.

5. Reducir la frecuencia de aplicaciones de metomil, metamidofós y cipermetrina ya que el uso constante de estos productos con mucha frecuencia causan que rápidamente se desarrollen altos niveles de resistencia.

VII. RESUMEN

Plutella xylostella L., la plaga más importante de repollo en Honduras, ha sido controlada con diversos grupos de insecticidas. Ultimamente se han obtenido reportes de falta de control. Por tal razón se evaluó a nivel de laboratorio el grado de resistencia de cepas de P. xylostella procedente de tres zonas productoras de repollo. Se recolectaron insectos procedentes de San Juan del Rancho (1200 msnm), Tatumbla (1700 msnm) y El Zamorano (800 msnm) y se les comparó con una cepa susceptible procedente de la Universidad de Cornell, U.S.A. Se hicieron seis diluciones para cada material técnico: metomil 98%, metamidofós 72%, y cipermetrina 92%. Diez larvas del 3ro y 4to estadio de cada zona (peso promedio 0.00529 g) fueron aplicadas cada una con 0.00329 ml de cada dilución. Se hicieron cuatro repeticiones por prueba. Se utilizó una solución testigo de agua/acetona (1:1). Veinticuatro horas posterior a las aplicaciones se registró mortalidad. Los análisis mostraron que la cepa de El Zamorano fue la más resistente a los tres productos. Para metomil la cepa de El Zamorano fue 45.29 veces más resistente que la cepa susceptible, 2.2 veces más resistente que la cepa de Tatumbla y 3.0 veces más resistente que la cepa de San Juan del Rancho. Para

motamidofós fue 224.15 veces más resistente que la cepa susceptible, 3.37 veces más resistente que la cepa de Tatumbia y 3.16 veces más resistente que la cepa de San Juan del Rancho. Para cipermetrina fue 411.75 veces más resistente que la cepa susceptible, 2.17 veces más resistente que la cepa de Tatumbia y 2.6 veces más resistente que la cepa de San Juan del Rancho. A pesar que se dió un mayor desarrollo de resistencia para cipermetrina, este producto fue el más tóxico para PDD de los productos evaluados.

VIII. LITERATURA REVISADA

- ABRAHAM, E. V. y M. D. PADMANABAN. 1968. Bionomics and control of the diamondback moth, Plutella maculipennis Curtis. Indian J. Agric. Sci. 38:513-519.
- ASAKAWA, N. 1975. Current status of insecticide resistance of agricultural insect pests. (en Japonés). Plant Prot. 29: 257-261.
- BARROGA, S. F. y B. MORRALLO-REJESUS. 1974. A survey of diamondback moth (Plutella xylostella Linn.) populations for resistance to insecticides in the Philippines. Phil. J. Plant Indus. 40-41: 1-14
- BARROGA, S. F. y B. MORRALLO-REJESUS. 1981. Mechanisms of joint action of insecticides on malathion-resistant diamondback moth (Plutella xylostella (L.)). Philipp. Entomol. 5:115-138.
- BROWN, A. W. A. 1961. The challenge of insecticide resistance. Bull. Entomol. Soc. Amer. 7 (1): 6.
- BROWN, A. W. A. 1968. Insect resistance comes of age. Bull. Entomol. Soc. Amer. 14 (1): 3
- BROWN, A. W. A. 1971. Pest resistance to pesticides en: Pesticides in the Environment, R. White-Stevens, ed., Dekker, N. Y. pp 458-533.
- CHEN, J. S., C. J. LEE, M. G. YAO y C. N. SUN. 1985. Effect of pyrethroides on knockdown and lack of coordination responses of susceptible and resistant diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 78: 1198-1202.
- CHEN, J. S. y C. N. SUN. 1986. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to a combination of fenvalerate and piperonyl butoxide. J. Econ. Entomol. 79: 22-30.
- CHENG, B. Y. 1985. The Resistance, Cross Resistance, and Chemical Control of Diamondback Moth in Taiwan. Proceedings of the First International Workshop Tainan, Taiwan 1985. p. 329-345.

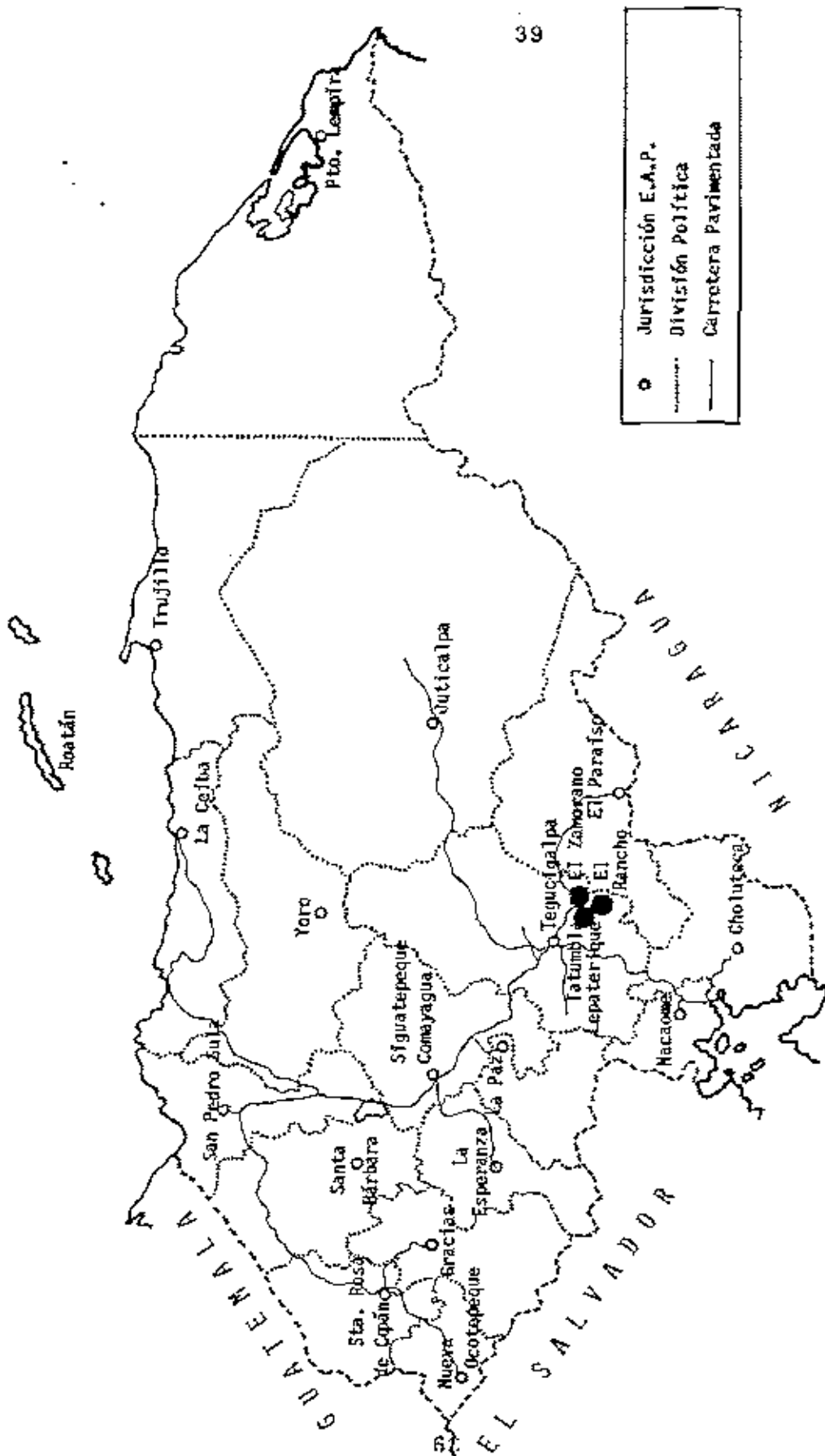
- CHENG, E. Y., T. M. CHOU y C. H. KAO. 1984. Insecticide resistance study in Plutella xylostella (L.). V. The induction, cross resistance and glutathione transferase in relation to mevinphos-resistance. J. Agric. Res. China 33: 77-80.
- CHOU, T. M. y E. Y. CHENG. 1983. Insecticide resistance study in Plutella xylostella (L.) III. The insecticide susceptibilities and resistance response of native susceptible strain. J. Agric. Res. China 32: 146-54
- CROW, J. F. 1952. Some genetic aspects of selection for resistance in the presence of migration. J. Theor. Biol. 64: 177.
- CROW, J. F. 1953. Genetics of insect resistance to chemicals. Annu. Rev. Entomol. 2: 227.
- CROW, J. F. 1966. Evolution of resistance in hosts and pests. Nat. Acad. Sci. Nat. Res Council, Publ. 1402: 263.
- GEORGHIOU, G. P. y C. E. TAYLOR. 1977. Pesticide resistance as an evolutionary phenomenon. Proc. XV Int. Congr. Entomol. p 759.
- GEORGHIOU, G. P. 1981. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. An index of cases reported through 1980. FAO, Rome.
- GEORGHIOU, G. P. y R. B. MELLON. 1983. Pesticide resistance in time and space. En G. P. Georghiou y T. Saito (eds.). Pest Resistance to Pesticides Plenum Press, New York. pp. 1-46.
- HAMA, H. 1983. Insecticide resistance of the diamondback moth on Malaya Kuala Lumpur. Division of Agriculture. Ministry of Agriculture, Bull. No. 118. 26 pp.
- HAMMA, H., Y. KONO y Y. SATO. 1987. Decreased sensitivity of central nerve to fenvalerate in the pyrethroid-resistant diamondback moth, Plutella xylostella LINNE (Lepidoptera: Yponomeutidae). Appl. Ent. Zool. 22: 176-180.
- HARCOURT, D. G. 1963. Major mortality factors in the population dynamics of the diamondback moth, Plutella maculipennis (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae) Can. Entomol. Soc. Mem. 32: 55-66.

- HERRERA, C. H. 1988. Evaluación de insecticidas para el control de Plutella xylostella en repollo. Tesis presentada a Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- HIRANO, M. 1981. Controlling insect pests of Chinese cabbage by fenvalerate and cyanophenofos. En N. S. Talekar and T. D. Griggs (eds.), Chinese Cabbage Proceedings of the First International Symposium. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Taiwan, ROC. pp. 185-192.
- HO, T. H. 1965. The life history and control of the diamondback moth in Malaya. Mins. Agric. and Cooperatives. Bull. 118: 26.
- KEIDING, J. 1963. Possible reversal of resistance, Bull. Wld. Hlth Org. Suppl. 29: 51
- LEE, S. L. y W. T. LEE. 1979. Studies on the resistance of diamondback moth, Plutella xylostella to commonly used insecticides (En chino con resumen en inglés). J. Agric. Res. China 28: 225-236.
- LEE, T. M., C. H. TOOH y Y. IBRAHIM (eds.) Proceedings of International Conference Plant Protection Society, Kuala Lumpur, Malaysia.
- LIM, G. S. 1974. Integrated pest control-Asia. En B. N. Dworkin (ed.) Environment and Development Scope Misc. Publication, Indianapolis. pp. 47-56.
- LIU, M. Y., Y. J. TZENG y C. N. SUN. 1981. Diamondback moth resistance to several synthetic pyrethroides. J. Econ. Entomol. 74: 393-396.
- LIU, M. Y., C. N. SUN. y S. W. HUANG. 1982. Absence of Synergism of DDT by piperonyl butoxide and DMC in larvae of the diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae). J. Econ. Entomol. 75: 964-965.
- LIU, M. Y., Y. J. TZENG, y C. N. SUN. 1982. Insecticide resistance in the diamondback moth. J. Econ. Entomol. 75: 153-155.
- MELANDER, A. L. 1914. Can insects become resistance to sprays? J. Econ. Entomol. 7: 167.
- MITCALF, R. L. 1955. Physiological basis for insect resistance to insecticides. Physiol. Rev. 35: 197.

- MILANI, R. 1957. Ricerche genetiche sulla resistenza degli insetti alla azione della sostanza tossiche, Rend. Rend. Istituto Superiore Sanita, Rome. 20: 713.
- MILANI, R. 1959. Genetical considerations on insect resistance to insecticides, Genetica Agraria. 10: 288.
- MILANI, R. 1964. Genetics and Sanitary Entomology, Symposia Genetica et Biologica Italica, Pavia. 13: 178.
- MIYATA, T., H. KAWAI, y T. SAITO. 1982. Insecticide resistance in the diamondback moth, Plutella xylostella (Lepidoptera: Yponomeutidae). Appl. Entomol. Zool. 17: 539-542.
- MIYATA, T., T. SAITO, V. NOPPUN. 1985. Studies on the mechanism of Diamondback moth resistance to Insecticides. En N. S. Talekar (ed.), Diamondback moth management: proceedings of the international workshop. Asia Vegetable Research and Development Center, Shanhua. Taiwan. pp. 347-357.
- MORALLO-REJESUS, B. y D. EROLES. 1976. Potentiation of paired insecticides combinations on Plutella xylostella (Linn.) and other cabbage insects. Philipp. Entomol. 3: 225-240.
- MSTAT (version 4.0). 1985. MSTAT users guide: Probit, Michigan State University and Agricultural University of Norway.
- NOPPUN, V., T. MIYATA, y T. SAITO. 1983. Susceptability of four strains of the diamondback moth, Plutella xylostella L., against insecticides. J. Pestic Sci. 8: 595-599.
- NOPPUN, V., T. MIYATA y T. SAITO. 1987. Cross resistance and synergism studies in the diamondback moth, Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae). Appl. Ent. Zool. 22: 98-104.
- PFADT, R. E. 1972. Fundamentals of Applied Entomology, MacMillan Publishing Co. Inc. New York. 798 pp.
- RUIZ J. R. 1988. Tablas de Vida y Evaluación de Perdida en el Cultivo de Repollo (Brassica oleracea var. capitata) en la Zona de San Juan del Rancho, Francisco Morazan, Honduras. Tesis presentada a Escuela Agricola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

- SECAIRA, E. y K. ANDREWS. 1987. El cultivo de repollo en Honduras, la necesidad de manejo integrado de plagas. Publicación MIPH-EAP. No. 109. Honduras.
- SINCHAI SRI, N., T. APEJRAKUL, y V. NOPPUN. 1980. Evidence of resistance to insecticides of some key pests in Thailand. XVI International Congress on Entomology. Aug. 3-9, 1980 (Kyoto). Abstract 411 p.
- SUDDERUDDIN, K. L. y P. F. KOK. 1978. Insecticide resistance in Plutella xylostella collected from the Cameron Highlands of Malaysia. FAO Plant Prot. Bull. 26: 55-57.
- SUN, C. N., H. CHI. y H. T. FENG. 1978. Diamondback moth resistance to diazinon and methomyl in Taiwan. J. Econ. Entomol. 71: 551-554.
- SUN, C. N. 1987. Insecticide resistance in Diamondback moth., National Chung-Hsing University Taichuag, Taiwan.
- TABASHNIK, B. E., N. C. CUSHING y M. W. JOHNSON. 1987. Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) Resistance to Insecticides in Hawaii: Intra-Island Variation and Cross-Resistance. J. Econ. Entomol. 80(16): 1091-1099.
- TEH, P. C., K. L. SUDDERUDDIN y S. MING. 1982. Toxicological studies of permethrin on the cruciferous pest, Plutella xylostella L. En K. C. HEONG, B. S. pp. 399-405.
- TOKAIRIN, O. y K. NOMURA. 1975. Comparative studies on the effectiveness of dichlorvos and Bacillus thuringiensis between three strains of diamondback moth, Plutella xylostella (L.) (En japonés). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 19: 298-299.
- UMEYA, K. y H. YAMEDA. 1973. Threshold temperature and thermal constants for development of the diamondback moth, Plutella xylostella L., with reference to their local differences (En japonés con resumen en inglés). Jpn. J. Appl. Entomol. 3001. 17: 19-24.
- WANG, T. C. y H. T. FENG. 1986. Diamondback moth resistance and cross resistance to four commonly used insecticides in Taiwan. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 25: 99-104.

ANEXO



LOCALIDADES DE RECOLECCION