

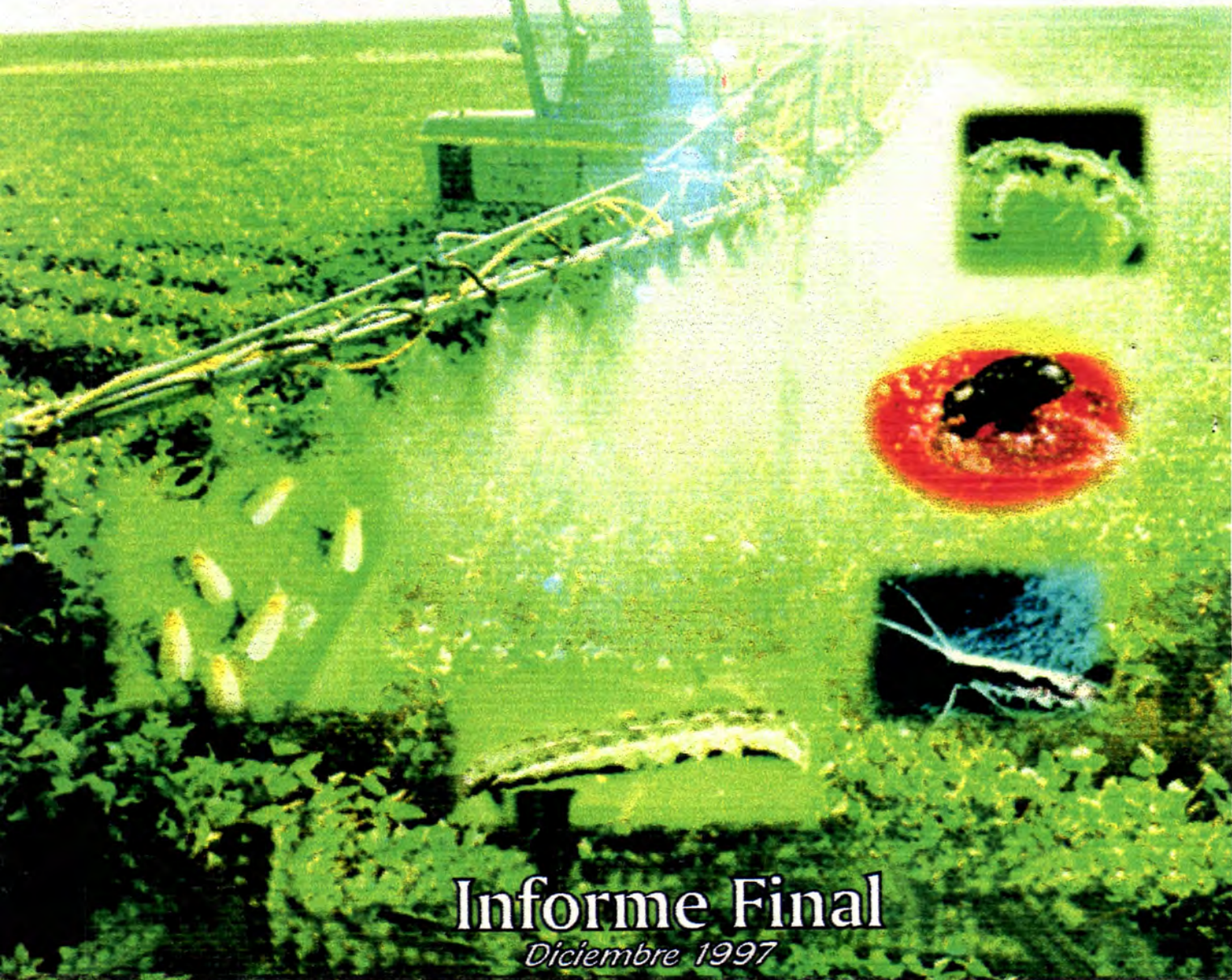
E.A.P.

156(22)

C.2

# PROYECTO

## CUANTIFICACION Y MANEJO DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS EN PLAGAS AGRICOLAS DE NICARAGUA



### Informe Final

*Diciembre 1997*



CORNELL  
UNIVERSITY



# PROYECTO:

## "CUANTIFICACION Y MANEJO DE LA RESISTENCIA A INSECTICIDAS EN PLAGAS AGRICOLAS DE NICARAGUA"

BIBLIOTECA WILSON POPEL  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 92  
TEGUCIGALPA HONDURAS

### INFORME FINAL

#### INSTITUCIONES:

- Programa de Manejo de Plaguicidas (PROMAP) - Contraparte
- Zamorano (Escuela Agrícola Panamericana)
- Universidad de Cornell
- Universidad Nacional Agraria, Managua
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León

Diciembre 1997

209230

# TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION .....	1
2. RESUMEN EJECUTIVO .....	2
3. ANTECEDENTES .....	5
3.1 Resistencia de <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera: Plutellidae) a Insecticidas en Nicaragua .....	5
3.2 Susceptibilidad de la Broca del Café (BC) [ <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)] en Nicaragua .....	5
3.3 Resistencia de <i>Spodoptera exigua</i> HUB y <i>Helicoverpa zea</i> Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) a Insecticidas en Nicaragua .....	6
3.4 Resistencia de mosca blanca [ <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)] a insecticidas en Nicaragua .....	7
4. TRABAJOS REALIZADOS .....	8
4.1 Resistencia de <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera: Plutellidae) a Insecticidas en Nicaragua .....	8
4.2 Susceptibilidad de la Broca del Café (BC) [ <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)] en Nicaragua .....	13
4.3 Resistencia de <i>Spodoptera exigua</i> HUB y <i>Helicoverpa zea</i> Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) a Insecticidas en Nicaragua .....	15
4.4 Resistencia de mosca blanca [ <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)] a insecticidas en Nicaragua .....	21
4.5 Cursos sobre "Métodos de Estudio de la Resistencia a Insecticidas en Plagas Insectiles" y otras actividades de capacitación .....	26
4.6 Visitas de supervisores .....	27
4.7 Presentación de los resultados .....	27
4.8 Resumen de actividades .....	28
5. RECOMENDACIONES .....	29
5.1 Recomendaciones para establecer un programa de manejo de la resistencia a pesticidas .....	29
5.2 Recomendaciones para el establecimiento del componente regulatorio .....	31
5.3 Recomendaciones para la asignación de materiales y equipos remanentes .....	32
5.4 El manejo de resistencia en Nicaragua .....	33
5.5 Los costos de la resistencia .....	33
5.6 Los pasos claves en el manejo de resistencia .....	34

# 1. INTRODUCCION

La resistencia de las plagas a plaguicidas es un problema que afronta la agricultura nacional y mundial. Se ha documentado resistencia en más de 500 especies de insectos, donde la mayoría son plagas agrícolas. A nivel mundial, los costos adicionales debido a la resistencia ascienden los miles de millones de dólares por año. Sólo para los piretroides Watkinson (1989) estima que una resistencia moderada tiene un costo de \$2.4 mil millones por año a nivel mundial. Sólo en el cultivo de la papa en un estado (Michigan) de los EE.UU., se estima una pérdida de US\$16 millones de producción debido a resistencia (Whalon 1991). En Nicaragua, Vaughan (1997) estima que el costo de la resistencia es de US\$ 2.8 millones por año en el período 1985-1995. Cuando aparece la resistencia, los productores aumentan la dosis y frecuencia de aplicación de plaguicidas. Pero en vez de mejorar la situación, se aumenta la selección de plagas resistentes, la cantidad de plaguicidas aplicados y se disminuye la rentabilidad del cultivo.

Existen además, efectos colaterales asociados el uso irracional de los plaguicidas: la eliminación de depredadores y parasitoides naturales de las plagas, el aumento de residuos en los alimentos, la contaminación de las aguas, y aumento en los casos de intoxicaciones humanas.

Para no perder el uso de los plaguicidas como una herramienta, es necesario el uso racional de los mismos, aplicándolos cuando fuese estrictamente necesario y no exista otra medida de control.

La evaluación de la resistencia de las plagas debe ser un proceso sistemático y continuo, y los resultados deben ser publicados para darlos a conocer a la comunidad científica, técnicos y agricultores. Esto permitirá implementar un plan de manejo para evitar la evolución rápida de la resistencia y manejarla donde ya existe. Así se puede reducir el número de aplicaciones de plaguicidas, identificar deficiencias en prácticas realizadas por los agricultores con respecto al manejo de las plagas, disminuir los costos de producción del cultivo y el costo ambiental, contribuyendo así a la sostenibilidad de nuestra producción agrícola.

El proyecto "Cuantificación de la Resistencia de Plagas Agrícolas a Insecticidas en Nicaragua", financiado por el Programa de Manejo de Plaguicidas de MARENA, realizó estudios para determinar el nivel de resistencia en cinco plagas agrícolas importantes en Nicaragua. Este proyecto fue ejecutado por Zamorano, la Universidad de Cornell, la Universidad Nacional Agraria (UNA) y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León). Los colaboradores fueron: Allan Hruska, Héctor Vanegas y Mario Bustamante (Zamorano), Carlos J. Pérez y Anthony M. Shelton (Universidad de Cornell), Freddy Miranda y Luis Hernández (UNA), Conny Narváez, Petrona Alvarado y Enma Hernández (UNAN-León). Carlos Pérez coordinó el proyecto en Nicaragua.

## 2. RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto "Cuantificación de la Resistencia a Insecticidas en Plagas Agrícolas de Nicaragua" fue ejecutado por Zamorano (Escuela Agrícola Panamericana, Honduras), la Universidad de Cornell (Ithaca, New York), la Universidad Nacional Agraria (Managua) y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (León). Dicho proyecto se realizó en el período comprendido entre el 1 de Agosto de 1996 y el 31 de Julio de 1997. Este proyecto es una actividad del Programa de Manejo de Plaguicidas y se enmarca dentro del Proyecto de Tecnología Agropecuaria y Ordenamiento de la Propiedad Agraria.

La resistencia a pesticidas es definida como "la reducción en la susceptibilidad de una población a un pesticida debido a un cambio en la estructura genética de los individuos de esa población". Actualmente, es uno de los fenómenos de mayor importancia afectando la agricultura a nivel mundial. Se ha documentado resistencia a pesticidas en más de 500 especies de artrópodos (insectos y ácaros) que son plagas agrícolas y vectores de enfermedades que afectan la salud en humanos y animales domésticos.

Los objetivos de este proyecto fueron:

- 1) Cuantificar la susceptibilidad a insecticidas en cinco plagas de importancia agrícola. Nuestros estudios fueron enfocados en la Palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), la plaga más importante en el cultivo de repollo y otras crucíferas; la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), la plaga de mayor importancia económica en el cultivo de café; el gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae), plaga importante en los cultivos de cebolla, algodón, y ocasionalmente en soya; el bellotero del algodón, *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), que ataca también el cultivo de la soya, tomate y maíz; y la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae), plaga de cultivos de importancia económica como el tomate, tabaco, algodón, frijol, y soya.
- 2) Elevar la capacidad institucional local para realizar este tipo de trabajos de investigación, mediante el entrenamiento de personal técnico de las universidades y las instituciones del estado ligadas a la agricultura.
- 3) Elaborar mapas de distribución geográfica de la resistencia a insecticidas en Nicaragua en cada una de las plagas antes citadas.

Durante el período de ejecución del proyecto se realizaron >350 bioensayos con poblaciones de plagas recolectadas en cultivos en diferentes regiones del país. De esos >350 bioensayos, 155 fueron considerados efectivos. Los bioensayos efectivos, eran aquellos que permitían estimar con precisión la  $DL_{50}$  o  $CL_{50}$  de cada insecticida. La  $DL_{50}$  o  $CL_{50}$  son los parámetros más comúnmente utilizados para distinguir la

susceptibilidad a un insecticida entre dos o más poblaciones de una misma especie. El resto de los bioensayos considerados como "no-efectivos" se conocen también como bioensayos exploratorios, que únicamente sirven para determinar la ventana biológica (mortalidad entre 2 y 98%) de un insecticida respecto a una población específica.

Los resultados de experimentos con 6,525 adultos de *Hypothenemus hampei* (Broca del café) provenientes de seis localidades, indican la ausencia de resistencia de esta plaga a endosulfán, el insecticida más comúnmente utilizado en Nicaragua. Por el contrario, se documentó resistencia de *Plutella xylostella* (plaga del repollo, brócoli y otras crucíferas) a los insecticidas cypermetrina (Cymbush), deltametrina (Decis), chlorfluazurón (Júpiter), thiocyclam (Evisect), y metamidofos (Tamaron 600). Adicionalmente, durante ese período se documentaron altos niveles de resistencia a cypermetrina y deltametrina en 2 poblaciones locales de *Spodoptera exigua*, pero niveles moderados de resistencia a chlorpyrifos y methomyl. En *Helicoverpa zea*, se documentaron niveles moderados de resistencia a cypermetrina, deltametrina y chlorpyrifos. Los estudios realizados con *Bemisia tabaci* (mosca blanca), indican la presencia de poblaciones resistentes a bifentrin (Talstar), metamidofos (Tamaron), y endosulfán (Thiodan). Desde el punto de vista geográfico, concluimos que las poblaciones de tres plagas recolectadas en el Valle de Sébaco (*P. xylostella*, *S. exigua* y *B. tabaci*) presentaron problemas con resistencia a por lo menos tres insecticidas. Además, se estableció que las poblaciones de *P. xylostella* que ocurren en al menos seis localidades de cuatro departamentos de Nicaragua han desarrollado resistencia a por lo menos cinco insecticidas comúnmente utilizados por los agricultores.

En cuanto a las actividades de fortalecimiento institucional, se realizó un curso formal con contenido teórico y práctico a nueve técnicos nicaragüenses. Adicionalmente, se impartió un curso introductorio a otros ocho estudiantes a nivel de postgrado provenientes del programa de Maestría en Ecotoxicología de la Universidad Nacional de Ingeniería. Se impartieron conferencias a estudiantes de Toxicología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua y a participantes del 2° Foro Nacional de Seguridad Química, llevado a cabo el 24 de Julio de 1997 en el Hotel Camino Real.

Para dar a conocer la importancia que la resistencia a insecticidas en plagas agrícolas representa para el manejo sostenible de plagas en Nicaragua, se organizaron 2 presentaciones: una el 23 de Mayo, en el Hotel Las Mercedes, donde participaron 53 invitados (Apéndice 2) y otra el 9 de Julio de 1997 en el Hotel Camino Real, donde participaron 69 invitados (Apéndice 3). En ambas presentaciones participaron representantes de asociaciones de productores agropecuarios, profesionales del sector salud pública, legislativo, docentes universitarios, profesionales del agro, y miembros de la industria de agroquímicos.

A mediano y largo plazo, los pesticidas seguirán siendo una herramienta importante en la agricultura nicaragüense a pesar de los esfuerzos de instituciones nacionales e internacionales por disminuir la dependencia en los pesticidas para el control de plagas. Sin embargo, en vista de los resultados obtenidos en este estudio, el desarrollo de un programa nacional de manejo de la resistencia a pesticidas es de extrema urgencia. Se recomienda a las autoridades nacionales, crear los mecanismos institucionales y financieros para apoyar programas de investigación que permitan detectar los problemas de resistencia a pesticidas en sus etapas iniciales. Además, es necesario establecer los mecanismos legales que regulen el uso de pesticidas en la agricultura y contra las plagas que afectan la salud humana. La presencia de poblaciones resistentes a insecticidas en al menos ocho cultivos de importancia económica, es el resultado de la falta de implementación de técnicas de manejo integrado de plagas. Es necesario y urgente, implementar métodos de control biológico, y todas aquellas medidas que conlleven al uso racional de pesticidas.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Resistencia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) a Insecticidas en Nicaragua

La palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella*, es la plaga más importante de las crucíferas (repollo, brócoli, coliflor) en Nicaragua y en todos aquellos países donde se cultivan estas hortalizas. Debido a que el daño de la larva de *P. xylostella* afecta directamente la comercialización del producto final, los agricultores recurren a aplicaciones frecuentes de insecticidas para poder obtener un producto "estrictamente sano".

La dependencia casi exclusiva en los insecticidas para manejar *P. xylostella* en crucíferas ha catalizado la evolución de resistencia de esta especie a más de 46 formulaciones de insecticidas en todo el mundo, incluyendo al bioinsecticida *Bacillus thuringiensis* Berliner (Sun 1992; Shelton et al. 1993; Tabashnik et al. 1990). Estudios de resistencia conducidos en Honduras por Ovalle y Cave (1989) revelaron que varias poblaciones de *P. xylostella* en ese país han desarrollado resistencia a methomyl, metamidofos y cypermetrina. Estudios recientes conducidos por Pérez y Shelton (1997) indican que poblaciones de *P. xylostella* de cuatro países de la región Centro Americana (Guatemala, Honduras, Nicaragua y Costa Rica), han desarrollado resistencia a *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* pero no a *B. thuringiensis* subsp. *aizawai*.

En este estudio, se cuantificó la susceptibilidad de poblaciones de *P. xylostella* recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua, a cypermetrina, deltametrina, chlorfluazurón, thiocyclam y metamidofos.

#### 3.2 Susceptibilidad de la Broca del café (BC) [*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)] en Nicaragua

La broca del café, *Hypothenemus hampei*, es la plaga más importante del café en Nicaragua desde que esta se introdujo a Nicaragua en 1987. Las hembras de *H. hampei* penetran al fruto por el extremo estilar y ponen sus huevos dentro del fruto. Las larvas consumen la semilla durante su desarrollo. *H. hampei* ha causado daños en el rendimiento y en la calidad estimados hasta en un 30%. A pesar de que se están realizando algunos esfuerzos por manejar las poblaciones de *H. hampei* con métodos biológicos, la aplicación de endosulfán es el método más común utilizado por los agricultores, aunque ese insecticida no es el único. La dependencia en un solo insecticida para el manejo de *H. hampei* aumenta el riesgo de seleccionar individuos resistentes.

La resistencia de *H. hampei* a endosulfán ha sido documentada en Nueva Caledonia (Brun et al. 1989; French-Constant y Brun 1994). Sin embargo, otros estudios realizados por Kern et al. (1989) con poblaciones de *H. hampei* recolectadas en Guatemala, Brazil, Camerún y las Filipinas, indican que hasta la fecha esta plaga era susceptible a endosulfán.

### 3.3 Resistencia de *Spodoptera exigua* HUB y *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) a Insecticidas en Nicaragua

El gusano soldado, *Spodoptera exigua*, es una plaga clave en los cultivos de tomate, algodón, soya, y cebolla. La aplicación de insecticidas es la práctica más utilizada por los agricultores para controlar esta plaga, aunque en algunos casos aislados se está utilizando virus de la polihedrosis nuclear (Narváez y Castillo 1997). Parece que hasta 1996 no se había documentado resistencia de *S. exigua* a insecticidas en Nicaragua. Sin embargo, se documentó un elevado nivel de resistencia a deltametrina en una población de *S. exigua* de Guatemala recolectada en el cultivo de algodón (Delorme et al. 1988). En ese mismo estudio se determinó que esa población de *S. exigua* de Guatemala acarrea dos mecanismos de detoxificación que confieren resistencia múltiple a deltametrina. Aunque la deltametrina no es un insecticida comúnmente utilizado contra *S. exigua* en Nicaragua, esta plaga puede sufrir presión de selección con deltametrina u otros piretroides que son aplicados contra *Helicoverpa zea* en el cultivo de algodón. Este evento puede ocurrir porque las poblaciones de ambas especies pueden ocurrir simultáneamente en la misma plantación y ser expuestos a los mismos insecticidas. En vista de la documentación de resistencia a deltametrina en Guatemala, es importante determinar si la distribución de resistencia a este insecticida tiene carácter regional.

Estudios de resistencia realizados con poblaciones del estado de California, indican que *S. exigua* ha desarrollado resistencia a piretroides y methomyl (Brewer y Trumble 1989; Brewer et al. 1990). También se ha documentado resistencia de *S. exigua* a la endotoxina CryIC producida por *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*, después de siete generaciones de selección continua en el laboratorio (Moar et al. 1995).

El gusano bellotero, *Helicoverpa zea*, es una plaga clave en el cultivo de algodón en Nicaragua. También causa daños económicos en cultivos hortícolas como el tomate, maíz dulce, soya, frijol, maíz convencional, sorgo y ajonjolí. En todos estos cultivos el daño lo provoca en las partes de la planta que conformarán el rendimiento y calidad de la cosecha. El uso de insecticidas para el control de *H. zea* es más intenso en el cultivo de algodón, tomate, y recientemente en maíz dulce, un cultivo hortícola relativamente nuevo en Nicaragua. En algodón se realizan unas 12 aplicaciones durante todo el desarrollo del cultivo. En general, los insecticidas del grupo de los piretroides son los más comúnmente aplicados por los agricultores para controlar *H. zea*.

La resistencia de *H. zea* a insecticidas ha sido documentada en varios países. En Nicaragua, se documentó resistencia a Methyl Parathión y endrín por primera vez en 1970 (Wolfenbarger et al. 1973). De 1970 a 1972 el nivel de resistencia a methyl parathión aumentó 10 veces (Wolfenbarger et al. 1981). En evaluaciones de susceptibilidad de *H. zea* a piretroides realizadas en Nicaragua (González y Rivas, 1992) se determinó que los niveles de susceptibilidad variaron entre dos temporadas agrícolas consecutivas, aunque no se logró establecer si dichos niveles de susceptibilidad estaban correlacionados con pérdida de eficacia a nivel de campo.

En este estudio se comparó la respuesta de poblaciones de *S. exigua* y *H. zea* recolectadas en diferentes localidades de Nicaragua y las respectivas poblaciones susceptibles de referencia, a cyupermetrina, deltametrina y chlorpyrifos. Se evaluó la susceptibilidad a methomyl únicamente en *S. Exigua*. Las poblaciones de campo de estas dos especies no fueron numerosas debido a la ausencia de los cultivos que éstas atacan durante la estación seca y a las bajas poblaciones que ocurrieron en varias localidades (Ej.: se muestrearon 3 lotes de cultivo de tomate en el Valle de Sébaco y no se encontró *H. zea*)

### 3.4 Resistencia de mosca blanca [*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)] a insecticidas en Nicaragua

*Bemisia tabaci* es una plaga clave en un amplio rango de cultivos. En Nicaragua, es el vector principal de virus en el cultivo de melón, sandía, tomate, tabaco, frijol, y en el algodón causa daños adicionales porque incide en el deterioro de la calidad de la fibra. La importancia económica de la mosca blanca como plaga de cultivos de agroexportación y hortícolas en Centro América se expande cada vez más (Monge 1993). Los agricultores utilizan los insecticidas como principal medio para controlar esta plaga. Al menos unas diez formulaciones de pesticidas organofosforados, carbamatos, piretroides y reguladores de crecimiento fueron utilizados contra mosca blanca en Nicaragua durante la estación agrícola 1991-1992. Es muy probable que el uso intensivo de insecticidas contra ésta plaga haya catalizado la evolución de resistencia a por lo menos uno de ellos. En Centro América, se ha documentado resistencia en dos poblaciones de mosca blanca, una de Guatemala y otra de Nicaragua, ambas recolectadas en el cultivo de algodón (Dittrich et al. 1990). En dicho estudio, se determinó que estas poblaciones de mosca blanca poseían tres mecanismos distintos que conferían resistencia múltiple a organofosforados, carbamatos y piretroides. En otros estudios realizados también con poblaciones de mosca blanca, se determinó que las poblaciones recolectadas en Nicaragua acarrean un tipo de Acetil Colinesterasa insensible que confiere altos niveles de resistencia a carbamatos y organofosforados (Byrne y Devonshire, 1993). En el presente estudio se evaluó la susceptibilidad de mosca blanca a tres insecticidas: bifentrin (Talstar), metamidofos (MTD 600), y endosulfán (Thiodan).

## 4. TRABAJOS REALIZADOS

### 4.1 Resistencia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) a Insecticidas en Nicaragua

**Insectos.** Se recolectaron larvas de *P. xylostella* en cultivos de repollo (*Brassica oleraceae* var. *capitata*) en 6 localidades: La Concha (Departamento de Masaya), Tisey (Departamento de Estelí), La Laguna (Departamento de Estelí), Sébaco (Las Brisas y Chagütillo; Departamento de Matagalpa), y Jinotega (Departamento de Jinotega). En cada localidad se recolectaron al menos 200 larvas de *P. xylostella*, y se establecieron en los laboratorios de la Escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria, Managua. Las larvas de cada localidad se criaron separadamente en plántulas de colza (*Brassica napus*) hasta que se recolectaron los adultos. Una vez recolectados los adultos, estos se trasladaban a jaulas de oviposición conteniendo 50 ml de agua azucarada (12% de azúcar) y una tira de aluminio impregnada con jugo de repollo, para estimular la oviposición de las hembras sobre el aluminio. Los huevos puestos sobre la tira de aluminio se almacenaban a 6 °C hasta por un máximo de 15 días, sin afectar la viabilidad de estos. Antes de los bioensayos, los huevos de *P. xylostella* se inoculaban en plántulas de colza sembradas en bandejas plásticas (31 x 22 x 7 cm). Además de las poblaciones locales de *P. xylostella*, también se estableció una población susceptible a insecticidas proveniente de la Universidad de Cornell (Geneva 88), Ithaca, Nueva York, para ser utilizada como referencia.

**Insecticidas.** Los bioensayos fueron realizados con formulaciones comerciales de dos piretroides cipermetrina (Cymbush 25 EC; ICI, PLC, Inglaterra) y deltametrina (Decis 2.5 EC; Roussel UCLAF, París, Francia). Un inhibidor de quitina, chlorfluazurón (Júpiter 12 EC; Ciba Geigy, Basilea, Suiza), metamidofos (Metamidofos 60 SL; Servicio Agrícola Gurdíam S.A., León, Nicaragua) y un neurotóxico a base de nereistoxina, thiocyclam (Evisect 50 SP; Sandoz, Basilea, Suiza).

**Bioensayo.** Se siguió una metodología similar a la utilizada por Shelton et al. (1993). Discos de hoja de repollo var. Superette (32 mm de diámetro) fueron sumergidos individualmente por 10 seg en al menos 6 concentraciones de cada insecticida. Inmediatamente después, el exceso de solución se secó al aire durante un período de 2 h, después del cual se introdujeron individualmente en copas plásticas transparentes (30 ml). A cada copa conteniendo un disco tratado se le agregaron 5 larvas de 2do. instar (0.3 - 0.4 mg). Por cada concentración de insecticida se utilizaron 5 discos (réplicas), para un total de 25 larvas de *P. xylostella* por concentración. Cada bioensayo se repitió al menos 2 veces en días diferentes. En general, se expusieron unas 150 larvas por cada bioensayo, para un total de 300 en las dos repeticiones. Las larvas se expusieron a los insecticidas cipermetrina, deltametrina, thiocyclam y metamidofos durante un período de 48 h, y por un período

de 72 h a chlorfluazurón, a 27 °C, 50% HR y un fotoperíodo de 12:12 h (L:O). En cada bioensayo, 25 larvas de *P. xylostella* de cada población, fueron alimentadas con discos de hoja de repollo sumergidos en agua destilada para utilizarlas como testigos. La mortalidad se registró después del período de exposición a cada insecticida. Una larva se consideró muerta cuando no se movía después de tocarla con un pincel de pelo de camello.

**Análisis.** Se estimó la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) de cada insecticida en cada una de las poblaciones de *P. xylostella*, asumiendo un modelo probit, mediante el programa POLO (LeOra Software, 1987). Igualmente se estimaron los límites fiduciales con una probabilidad de 95% (LF 95%). La respuesta de 2 poblaciones a un mismo insecticida se consideró significativamente diferente si los límites fiduciales no se traslapaban. Además, se calculó el factor de resistencia (FR) de cada población de campo respecto a la población susceptible, dividiendo la  $CL_{50}$  de la población de campo entre la  $CL_{50}$  de la población susceptible. Se utilizó el método de Correlación de Pearson (SYSTAT 1992) para examinar la presencia de resistencia cruzada mediante la estimación de la correlación entre las  $CL_{50}$ s de 2 o más insecticidas respecto a una población. Las  $CL_{50}$ s fueron transformadas a  $\log_{10}$  antes de realizar el análisis de correlación.

## Resultados

En general, los resultados indican que las poblaciones de *P. xylostella* que atacan el repollo en Nicaragua, han desarrollado resistencia a por lo menos 5 insecticidas (Cuadro 2). Los resultados con cypermctrina muestran que las  $CL_{50}$ s de las poblaciones locales de *P. xylostella* fueron 10 - 230 veces significativamente superiores a la  $CL_{50}$  de la población susceptible Geneva 88. Los resultados con deltametrina fueron todavía más acentuados por la gran diferencia (FR >10,000) observada entre las  $CL_{50}$  de las poblaciones locales y la  $CL_{50}$  de la población susceptible, Geneva 88. La presencia de genes de resistencia a cypermctrina y deltametrina en las poblaciones locales, sugiere que las poblaciones locales de *P. xylostella* poseen uno o varios mecanismos que confieren resistencia cruzada a por lo menos 2 piretroides. Los altos niveles de resistencia a deltametrina observados en este estudio coinciden con altos niveles de resistencia (FR's = 2,132 - 82,475) a varios insecticidas piretroides observados en una población de *P. xylostella* de la Florida (Yu & Nguyen, 1992). De igual manera, las poblaciones locales de *P. xylostella* han desarrollado resistencia a chlorfluazurón, thiocyclam y metamidofos. Comparando la respuesta a los cinco insecticidas, los niveles de resistencia más bajos fueron observados en las pruebas con thiocyclam.

La correlación significativa ( $r > 0.82$ ;  $P < 0.045$ ; Cuadro 2) entre las  $CL_{50}$ s de los cinco insecticidas sugiere que las poblaciones de *P. xylostella* ocurriendo en Nicaragua poseen resistencia cruzada o resistencia a múltiple a los cinco insecticidas evaluados en este estudio. Sin embargo, debido a que no se dispone de

información previa al desarrollo de insecticidas en *P. xylostella* en Nicaragua, no se puede concluir sobre el desarrollo de resistencia simultáneo a >2 insecticidas, o si la evolución de la resistencia fue secuencial. En el caso de la resistencia a thiocyclam, cabe mencionar que los resultados obtenidos son, hasta cierto punto, inesperados porque su historial de aplicación contra *P. xylostella* inició en 1995. Debido a la presencia de resistencia a este insecticida en poblaciones de *P. xylostella* recolectadas durante la estación seca de 1997, es probable que las poblaciones locales posean mecanismos que confieren resistencia cruzada a más de una clase de insecticidas y puede ser la causa de la rápida evolución de resistencia a thiocyclam en poblaciones locales de *P. xylostella*.

Cuadro 1. Respuesta a insecticidas comúnmente utilizados para control de *P. xylostella* en diferentes regiones productoras de crucíferas en Nicaragua

Población	n	Pendiente $\pm$ ES	CL <sub>50</sub> <sup>a</sup>	LF 95% <sup>b</sup>	FR <sup>c</sup>
<u>Cypermctrina</u>					
Geneva 88 F <sub>179</sub>	300	2.29 $\pm$ 0.38	0.63	(0.2 - 1.9)	1
La Concha F <sub>6</sub>	300	1.06 $\pm$ 0.12	6.4	(3.6 - 10.3)	10.1
Sébaco 2 F <sub>2</sub>	300	0.66 $\pm$ 0.08	24.7	(11.4 - 51.9)	39.2
Tisey F <sub>3</sub>	445	1.64 $\pm$ 0.17	75.0	(40.0 - 140.0)	119.0
Sébaco 1 F <sub>4</sub>	300	1.07 $\pm$ 0.11	81.3	(31.2 - 273.2)	129.0
Jinotega F <sub>1</sub>	175	1.86 $\pm$ 0.49	146.0	(36.1 - 266.1)	231.7
La Laguna F <sub>6</sub>	300	1.05 $\pm$ 0.10	76.0	(45.0 - 135.0)	120.6
<u>Deltametrina</u>					
Geneva 88 F <sub>183</sub>	750	0.67 $\pm$ 0.06	0.91*	(0.54 - 1.46)	1
Tisey F <sub>6</sub>	350	1.25 $\pm$ 0.12	45.3**	(17.3 - 110.1)	49,780
Jinotega F <sub>3</sub>	350	0.98 $\pm$ 0.11	10**	(5.5 - 16.0)	10,989
La Concha F <sub>6</sub>	350	1.14 $\pm$ 0.10	37**	(20.0 - 65.0)	40,659
Sébaco 1 F <sub>3</sub>	350	1.22 $\pm$ 0.11	38**	(25.0 - 56.0)	41,758
Sébaco 2 F <sub>2</sub>	300	1.12 $\pm$ 0.12	43.9**	(26.6 - 68.0)	48,241
La Laguna F <sub>5</sub>	300	1.47 $\pm$ 0.16	34.4**	(24.0 - 46.8)	37,802

Cuadro 1. (Continuación)

<u>Clorfluazurón</u>				
Geneva 88 F <sub>182</sub> 300	0.68 ± 0.07	0.03	(0.01 - 0.11)	1
La Concha F <sub>5</sub> 350	0.97 ± 0.1	0.4	(0.23 - 0.64)	13.3
La Laguna F <sub>3</sub> 300	0.91 ± 0.08	1.0	(0.3 - 1.7)	33.3
Jinotega F <sub>3</sub> 300	0.82 ± 0.08	1.1	(1.0 - 2.0)	36.7
Tisey F <sub>7</sub> 300	0.86 ± 0.08	2.1	(0.9 - 5.3)	70.0
Sébaco 1 F <sub>1</sub> 300	0.75 ± 0.07	3.0	(1.0 - 7.0)	100
Sébaco 2 F <sub>2</sub> 300	1.01 ± 0.10	6.0	(3.0 - 13.0)	200
<u>Thiocyclam</u>				
Geneva 88 F <sub>182</sub> 325	0.55 ± 0.05	0.52	(0.11 - 2.2)	1
La Concha F <sub>5</sub> 300	0.82 ± 0.07	2.8	(0.4 - 21.0)	5.4
Tisey F <sub>6</sub> 325	2.17 ± 0.20	11.0	(8.7 - 13.2)	21.2
La Laguna F <sub>4</sub> 400	2.11 ± 0.17	18.0	(10.0 - 36.0)	34.6
Sébaco 1 F <sub>2</sub> 350	2.15 ± 0.22	19.0	(15.0 - 24.0)	36.5
Jinotega F <sub>2</sub> 225	1.45 ± 0.17	11.0	(7.0 - 17.0)	21.1

<sup>a</sup>CL<sub>50</sub> en µg i.a./ ml excepto las CL<sub>50</sub> marcadas con asteriscos.

\*ng i.a./ml.

\*\*µg i.a./ml.

<sup>b</sup>Límites Fiduciales (95%).

<sup>c</sup>Factor de Resistencia = CL<sub>50</sub> de la población de campo / CL<sub>50</sub> de la población susceptible.

Cuadro 1 (Continuación)

Población	n	Pendiente ± ES	CL <sub>50</sub> <sup>a</sup>	LF 95% <sup>b</sup>	FR <sup>c</sup>
<i>Metamidofos</i>					
Geneva 88 F <sub>186</sub>	350	1.70 ± 0.17	0.47	(0.32 - 0.66)	1
La Concha F <sub>5</sub>	300	1.78 ± 0.21	60	(30 - 90)	127
Tisey F <sub>8</sub>	350	2.04 ± 0.18	80	(60 - 100)	170
La Laguna F <sub>6</sub>	300	2.47 ± 0.23	160	(110 - 220)	340
Sébaco 1 F <sub>4</sub>	300	2.70 ± 0.32	220	(170 - 270)	468
Jinotega F <sub>4</sub>	350	2.13 ± 0.36	110	(60 - 150)	234
Sébaco 2 F <sub>3</sub>	150	3.03 ± 0.41	130	(70 - 230)	276

<sup>a</sup>CL<sub>50</sub> en µg i.a./ ml.

<sup>b</sup>Límites Fiduciales (95%).

<sup>c</sup>Factor de Resistencia = CL<sub>50</sub> de la población de campo / CL<sub>50</sub> de la población susceptible.

**Cuadro 2.** Correlación entre las CL<sub>50</sub> de los insecticidas evaluados contra *P. xylostella*

	Cypermctrina	Deltametrina	Thiocyclam	Chlorfluazurón
Cypermctrina	--			
Deltametrina	0.82 <sup>1</sup> (0.045) <sup>2</sup>	--		
Thiocyclam	0.97 (0.001)	0.86 (0.029)	--	
Chlorfluazurón	0.94 (0.006)	0.91 (0.012)	0.95 (0.003)	--
Metamidofos	0.91 (0.013)	0.97 (0.001)	0.94 (0.006)	0.95 (0.004)

<sup>1</sup>Coefficiente de correlation (*r*).

<sup>2</sup>Si  $P < 0.05$ , la correlación es significativa; si  $P < 0.01$ , la correlación es altamente significativa.

#### 4.2 Susceptibilidad de la Broca del café (BC) [*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)] en Nicaragua

**Insectos.** Se recolectaron frutos de café con síntomas de ataque de broca en 11 localidades (Cuadro 3), distribuidas en las zonas cafetaleras más representativas de Nicaragua. Sin embargo, se obtuvo suficiente cantidad de adultos para realizar los bioensayos solamente en 6 de las 11 localidades. En entrevistas personales con 12 productores de café de las diferentes regiones y nuestras observaciones durante las visitas al campo constatamos que las infestaciones de broca fueron leves durante el ciclo agrícola '96/'97.

**Bioensayo.** El método utilizado consiste en la exposición de hembras adultas de broca a 2 concentraciones discriminantes de endosulfan (200 ppm y 400 ppm). Estas concentraciones discriminantes fueron ampliamente validadas por Brun et al. (1991) con poblaciones susceptibles y resistentes de broca recolectadas en Nueva Caledonia. En ese estudio, Brun et al. (1991) recomiendan utilizar estas concentraciones para determinar la frecuencia de resistencia a endosulfan en

poblaciones de campo de broca. En ese mismo estudio la mortalidad de brocas susceptibles a endosulfan fue consistentemente 100% a 400 ppm, mientras que la mortalidad en las poblaciones resistentes siempre fue <9.3%. Las evaluaciones de mortalidad en el estudio de Nicaragua, se realizaron después de 6 h de exposición a endosulfan, a 26 °C, 70% HR y fotoperíodo de 12:12 h (L:O). Se realizó un análisis químico de la concentración de endosulfan en la formulación comercial utilizada en estos estudios. Según el informe de los Laboratorios Químicos S.A. ( LAQUISA), la concentración de endosulfan fue de 355 gramos de i.a./litro, lo que se considera similar a la concentración de 350 gramos de i.a./litro reportado en la etiqueta.

**Análisis.** Se utilizó la prueba chi-cuadrada para determinar si la mortalidad observada no se correspondía a la mortalidad esperada a la concentración de 400 ppm de endosulfan (99.8%). Una población se clasificó como susceptible si la chi-cuadrada observada fue <3.84 ( $P > 0.05$ ).

## Resultados

Se realizaron 11 bioensayos con poblaciones de broca recolectadas en Yasica Norte, Masatepe, El Crucero, San Marcos (San Dionisio), Aranjuez, y San Ramón (Cuadro 4). En todos los casos, la mortalidad observada fue >99.1%. Debido a que la chi-cuadrada observada en las 6 poblaciones fue <3.84 ( $P > 0.05$ ), se concluye que hay ausencia de resistencia a endosulfan en al menos 6 poblaciones de *H. hampei* ocurriendo en Nicaragua. En todos los bioensayos realizados no se observó mortalidad en el testigo.

Cuadro 3. Localidades en las que se realizó recolecciones de frutos de café

Localidad	frutos infestados recolectados
La Concha, Masaya	1,228
San Marcos, Carazo (Las Carolinas)	2,293
Pueblo Nuevo, Jinotega	367
El Crucero, Managua	1,628
Yasica Norte, Matagalpa	842
Masatepe, Masaya	5,758
San Marcos, Carazo (San Dionisio)	5,558
Aranjuez (Jinotega)	671
San Ramón, La Laguna (Matagalpa)	7,584
Mirafior (Estelí)	1,062
La Dalia (Matagalpa)	3,888

99% i.a. (Roussel UCLAF, París, Francia), y chlorpyrifos 96.8% i.a. (Dow Chemical Industries, ) y methomyl 98.9% i.a. (Dupont de Nemours) diluïdos en acetona, que causaran entre 2 y 98% de mortalidad. Solo las poblaciones de *S. exigua* fueron expuestas a methomyl. De cada soluci3n de insecticida se aplic3 1 µl sobre el 2<sup>do</sup> segmento dorsal de larvas de 3<sup>er</sup> instar de ambas especies. El peso promedio ( $\pm$ SD; n = 60) de larvas de *S. exigua* y *H. zea* al momento del bioensayo fue de  $18.2 \pm 1.6$  mg y  $28.1 \pm 2.0$  mg, respectivamente. En cada bioensayo, cada soluci3n de insecticida, incluyendo un tratamiento conteniendo únicamente acetona, fue aplicada a tres grupos de 10 larvas/grupo para un total de 30 larvas/d3sis, y cada bioensayo fue repetido dos veces en dïas diferentes. Despu3s de aplicados los tratamientos, las larvas se alimentaron con dieta artificial por un perïodo de 48 h, a 27 °C, 50% HR, y un fotoperïodo de 12:12 h (L:O), despu3s del cual se registr3 la mortalidad. Una larva se consider3 muerta si quedaba inm3vil despu3s de tocarla con un pincel fino de pelo de camello. Únicamente en un bioensayo con *H. zea* se observ3 mortalidad de 3.3% en el testigo; en todos los bioensayos restantes con ambas especies no se observ3 mortalidad en los testigos.

**Análisis.** Se estim3 la dosis letal media ( $DL_{50}$ ) de cada insecticida en cada una de las poblaciones de ambas especies de noctuidos, asumiendo un modelo probit, utilizando el programa POLO-PC (LeOra Software, 1987). Igualmente se estimaron los límites fiduciales con una probabilidad de 95% (LF 95%). La respuesta de dos poblaciones a un mismo insecticida se consider3 significativamente diferente si los límites fiduciales no se traslapaban. Adem3s, se calcul3 el factor de resistencia (FR) de cada poblaci3n de campo respecto a la poblaci3n susceptible, dividiendo la  $DL_{50}$  de la poblaci3n de campo entre la  $DL_{50}$  de la poblaci3n susceptible. Se utiliz3 el m3todo de Correlaci3n de Pearson (SYSTAT 1992) para examinar la presencia de resistencia cruzada mediante la estimaci3n de la correlaci3n entre las  $DL_{50}$ s de 2 o m3s insecticidas respecto a una poblaci3n. Las  $DL_{50}$ s fueron transformadas a  $\log_{10}$  antes de realizar el an3lisis de correlaci3n.

## Resultados

***Spodoptera exigua.*** Las  $DL_{50}$ s de cypermetrina en las dos poblaciones de campo de *S. exigua* fueron 160 - 1,222 veces superiores a la  $DL_{50}$  de la poblaci3n susceptible (Cuadro 5). Solo en la poblaci3n susceptible fue posible estimar la  $DL_{50}$  de deltametrina. En las dos poblaciones de campo, la mortalidad a la dosis m3s alta de deltametrina (100 µg/gr de larva) en las poblaciones de S3baco y Darïo fue de  $5.0 \pm 1.1$  y  $10.9 \pm 0.9\%$  (n = 360), respectivamente, lo que hizo imposible la estimaci3n de la  $DL_{50}$ . Estos resultados indican que poblaciones de *S. exigua* atacando cultivos de cebolla en la localidades de S3baco y Darïo han desarrollado altos niveles de resistencia al menos a dos insecticidas del grupo de los piretroides. Debido a que la deltametrina es 2.2 veces m3s activa que la cypermetrina sobre la poblaci3n susceptible de *S. exigua*, la resistencia en las poblaciones de campo es m3s severa que la resistencia a cypermetrina. Las  $DL_{50}$ s de *S. exigua* de Nicaragua expuestas a

**Cuadro 4.** Respuesta de broca del café recolectadas en 6 localidades de Nicaragua a dos concentraciones discriminantes de endosulfán

Localidad	n	Mortalidad (%)					
		Testigo		200 ppm		400 ppm	
		bio 1	bio 2	bio 1	bio 2	bio 1	bio 2
Yasica Norte	1,350	0	0	99.1	98.7	100	99.1
Masatepe	1,350	0	0	100	95.5	100	100
Crucero	1,125	0	0	99.5	98.7	100	100
San Marcos (S. Dionisio)	900	0	0	99.3	100	100	100
San Ramón	1,350	0	0	99.5	99.1	99.5	99.5
Aranjuez	450	0		100		100	

#### 4.3 Resistencia de *Spodoptera exigua* HUB y *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) a Insecticidas en Nicaragua

**Insectos.** Se recolectaron larvas de *S. exigua* atacando cultivos de cebolla (*Allium cepa*), en las localidades de Sébaco y Darío, ambas del Departamento de Matagalpa. Las larvas fueron establecidas en el Departamento de Control Integrado de Plagas de la Universidad Nacional Autónoma de León, y desarrolladas en dieta artificial a base de soya. También se estableció una población de *S. exigua*, susceptible a insecticidas, proveniente de la Universidad de California, Riverside. Esta última fue utilizada como referencia para comparar la respuesta a insecticidas de las dos poblaciones de campo de *S. exigua*.

Se recolectaron tres poblaciones de *H. zea*. Dos en cultivo de maíz de riego (*Zea más*) en las localidades de Telica y Nagarote del Departamento de León, y una en cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en la localidad de Nandaimé (Departamento de Granada). También se estableció una población de *H. zea* susceptible a insecticidas proveniente de la Universidad de Cornell, Ithaca, Nueva York, para comparar la respuesta a insecticidas de las tres poblaciones recolectadas localmente. Las cuatro poblaciones utilizadas en este estudio fueron criadas en dieta artificial a base de frijol rojo.

**Bioensayo.** La técnica de bioensayo que se utilizó para evaluar la resistencia de *S. exigua* y *H. zea* a insecticidas en Nicaragua fue la recomendada por la Sociedad Entomológica de los EUA (Anonymous 1970). Se prepararon de 6 - 8 soluciones a partir de estándares analíticos de cipermetrina 92% i.a. (ICI, Corp.), deltametrina

chlorpyrifos y methomyl fueron 4 - 9.4 y 5.9 - 7.4 veces superiores, respectivamente, en comparación a la  $DL_{50}$  de los mismos insecticidas en la población susceptible. Sin embargo, debido a que no hay traslape en los límites fiduciales de las  $DL_{50}$ s respectivas, las poblaciones de Sébaco y Darío han desarrollado resistencia moderada a chlorpyrifos y methomyl. Los resultados del análisis de correlación (Cuadro 6) entre las  $DL_{50}$ s de los 4 insecticidas sugieren que hay ausencia de resistencia cruzada entre piretroides e insecticidas organofosforados y carbamatos. Sin embargo, las dos poblaciones evaluadas presentaron altos niveles de resistencia a cypermctrina y deltametrina, lo que sugiere la presencia de mecanismos que confieren resistencia cruzada o resistencia múltiple al menos a dos insecticidas piretroides.

*Helicoverpa zea*. Las  $DL_{50}$ s de cypermctrina en las poblaciones de *H. zea* de Nandaime, Telica, y Nagarote fueron 8.3 - 14.6 veces superiores a la  $DL_{50}$  de los mismos insecticidas en la población susceptible (Cuadro 7), indicando la presencia de resistencia a cypermctrina en dichas poblaciones. De igual manera, la ausencia de traslape entre los límites fiduciales de las  $DL_{50}$ s de deltametrina en las poblaciones de Nandaime, Telica y Nagarote, en comparación a la  $DL_{50}$  de la población susceptible de *H. zea*, indica la presencia de resistencia a deltametrina. Las  $DL_{50}$ s de chlorpyrifos en las tres poblaciones locales de *H. zea* fueron 26.5 a 97.4 veces superior a la  $DL_{50}$  de la población susceptible, indicando también, el desarrollo de resistencia a chlorpyrifos en al menos tres poblaciones de *H. zea* de Nicaragua. Según el análisis de correlación (Cuadro 8), hay una correlación significativa entre las  $DL_{50}$ s de cypermctrina y chlorpyrifos ( $r = 0.98$ ;  $P = 0.014$ ), lo que indica la presencia de mecanismos que confieren resistencia cruzada o resistencia múltiple a esos dos insecticidas en al menos una de las tres poblaciones de *H. zea*.

En un estudio realizado con poblaciones de *H. zea* recolectadas en cultivo de algodón en León, Chinandega y Managua durante el ciclo agrícola de 1989, se observaron  $DL_{50}$ s de deltametrina de 0.36, 0.37 y 0.51  $\mu\text{g i.a./gr}$  de larva, respectivamente (González y Rivas, 1990). Las  $DL_{50}$ s de deltametrina en las poblaciones de *H. zea* de Nandaime y Telica observadas en este estudio (Cuadro 7) son 3 - 4 veces superiores en comparación a las  $DL_{50}$ s reportadas por González y Rivas (1990). Aunque las poblaciones de *H. zea* provienen de cultivos y localidades diferentes, los resultados de ambos estudios sugieren que la resistencia a deltametrina se ha mantenido a niveles moderados.

**Cuadro 5.** Respuesta a cypermetrina, deltametrina, chlorpirifos y methomyl en dos poblaciones de *S. exigua* recolectadas en cultivo de cebolla en dos localidades del Depto. de Matagalpa

Población	n	Pendiente ± ES	DL <sub>50</sub> <sup>a</sup>	LF 95% <sup>b</sup>	Peso <sup>c</sup>	FR <sup>d</sup>
<u>Cypermetrina</u>						
Susceptible F <sub>4</sub>	360	1.38 ± 0.12	5.8	(4.0 - 8.6)	18.5 ± 1.6	1
Darío F <sub>2</sub>	420	1.21 ± 0.09	928.8	(585 - 1427)	18.8 ± 1.1	160.1
Sébaco F <sub>2</sub>	360	1.64 ± 0.17	7,091.0	(5634 - 9086)	18.8 ± 1.5	1,222
<u>Deltametrina</u>						
Susceptible F <sub>5</sub>	420	0.80 ± 0.06	2.6	(0.63 - 11.8)	19.1 ± 1.1	1
Sébaco F <sub>3</sub>	360		>5,464 <sup>e</sup>		18.3 ± 0.3	>2,101
Darío F <sub>3</sub>	360		>5,485 <sup>e</sup>		18.4 ± 0.5	>2,109
<u>Chlorpirifos</u>						
Susceptible F <sub>5</sub>	360	2.34 ± 0.20	36.8	(28.5 - 47.2)	18.2 ± 1.3	1
Sébaco F <sub>3</sub>	360	2.38 ± 0.34	150.2	(111.6 - 207.8)	18.3 ± 1.3	4.1
Darío F <sub>4</sub>	360	2.54 ± 0.22	347.9	(298.0 - 408.4)	18.5 ± 1.5	9.4
<u>Methomyl</u>						
Susceptible F <sub>7</sub>	300	0.95 ± 0.09	2.0	(0.87 - 4.9)	18.4 ± 0.5	1
Sébaco F <sub>5</sub>	300	1.20 ± 0.12	11.9	(7.7 - 17.6)	18.2 ± 0.2	5.9
Darío F <sub>5</sub>	420	0.60 ± 0.48	14.8	(8.2 - 26.8)	18.3 ± 0.4	7.4

<sup>a</sup>DL<sub>50</sub> expresada en µg i.a./gr de larva.

<sup>b</sup>Límites Fiduciales (95%).

<sup>c</sup>Peso promedio ± SD de larvas en mg (n = 60).

<sup>d</sup>Factor de Resistencia = DL<sub>50</sub> de la población de campo / DL<sub>50</sub> de la población susceptible.

<sup>e</sup>La mortalidad a la dosis de 100 µg i.a./larva fue de (x ± sd) 5.0 ± 1.1% y 10.9 ± 0.9% para *S. exigua* de Sébaco y Darío, respectivamente.

Cuadro 6. Correlación entre las DL<sub>50</sub>s de los insecticidas evaluados contra S. exigua

---

	Cypermetrina	Chlorpyrifos
Cypermetrina	--	
Chlorpyrifos	0.80 <sup>1</sup> (0.41) <sup>2</sup>	--
Methomyl	0.98 (0.11)	0.89 (0.30)

---

<sup>1</sup>Coefficiente de correlación (r).

<sup>2</sup>Si  $P > 0.05$ , la correlación entre DL<sub>50</sub>s no es significativa.

Cuadro 7. Respuesta a cypermetrina, deltametrina y chlorpyrifos en poblaciones de *H. zea* recolectadas en cultivo de maíz y tomate.

Población	n	Pendiente $\pm$ ES	DL <sub>50</sub> <sup>a</sup>	LF 95% <sup>b</sup>	Peso <sup>c</sup>	FR <sup>d</sup>
<u>Cypermetrina</u>						
Susceptible F <sub>2</sub> 360		1.52 $\pm$ 0.14	0.28	(0.21 - 0.35)	28.6 $\pm$ 0.7	1
Nandaime F <sub>2</sub> 420		1.71 $\pm$ 0.09	2.34	(1.90 - 2.90)	28.2 $\pm$ 0.3	8.3
Telica F <sub>1</sub>	420	1.50 $\pm$ 0.16	3.34	(2.36 - 4.44)	28.4 $\pm$ 0.4	11.9
Nagarote F <sub>1</sub>	420	1.55 $\pm$ 0.12	4.08	(3.17 - 5.0)	28.2 $\pm$ 0.8	14.6
<u>Deltametrina</u>						
Susceptible F <sub>2</sub> 660		0.75 $\pm$ 0.05	0.11	(0.07 - 0.21)	28.5 $\pm$ 0.6	1
Nandaime F <sub>2</sub> 360		1.07 $\pm$ 0.10	1.63	(0.80 - 2.80)	28.1 $\pm$ 0.2	14.8
Telica F <sub>1</sub>	420	1.00 $\pm$ 0.07	0.91	(0.42 - 2.08)	28.4 $\pm$ 0.5	8.3
Nagarote F <sub>1</sub>	360	0.76 $\pm$ 0.07	1.24	(0.50 - 3.61)	28.2 $\pm$ 0.2	11.3
<u>Chlorpyrifos</u>						
Susceptible F <sub>2</sub> 360		1.23 $\pm$ 0.11	0.76	(0.2 - 5.1)	28.7 $\pm$ 0.7	1
Nandaime F <sub>3</sub> 360		1.97 $\pm$ 0.18	20.4	(16.2 - 25.3)	28.5 $\pm$ 2.0	26.5
Telica F <sub>2</sub>	420	1.15 $\pm$ 0.93	75.0	(53.1 - 108.9)	28.3 $\pm$ 0.4	97.4
Nagarote F <sub>1</sub>	420	1.20 $\pm$ 0.96	48.5	(36.1 - 65.5)	28.3 $\pm$ 0.3	63.0

<sup>a</sup>DL<sub>50</sub> expresada en  $\mu\text{g}$  i.a./gr de larva.

<sup>b</sup>Límites Fiduciales (95%).

<sup>c</sup>Peso promedio  $\pm$  SD de larvas en mg (n = 60).

<sup>d</sup>Factor de Resistencia = DL<sub>50</sub> de la población de campo / DL<sub>50</sub> de la población susceptible.

**Cuadro 8.** Correlación entre las DL<sub>50</sub>s de los insecticidas evaluados contra *H. zea*

	Cypermctrina	Deltametrina
Cypermctrina	--	
Deltametrina	0.95 <sup>1</sup> (0.053) <sup>2</sup>	--
Chlorpyrifos	0.98 (0.014)	0.91 (0.092)

<sup>1</sup>Coeficiente de correlación (*r*).

<sup>2</sup>La correlación entre DL<sub>50</sub>s es significativa si *P* < 0.05.

#### 4.4 Resistencia de mosca blanca [*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)] a insecticidas en Nicaragua

Insectos. Se recolectaron ninfas de mosca blanca en cuatro localidades de Nicaragua: en Nandaimé (Departamento de Granada) y Sébaco (Departamento de Matagalpa) sobre cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), en El Viejo (Departamento de Chinandega) sobre cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.), en León (Departamento de León) sobre cultivo de pipián (*Cucurbita pepo* var. *ovifera* L.). Una vez recolectadas las hojas de dichos cultivos conteniendo ninfas, se colocaron entre láminas de papel toalla humedecido y se introdujeron a una bolsa plástica, posteriormente fueron trasladadas al Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras, en una hielera, a una temperatura de ≈10 °C. Las poblaciones de mosca blanca recolectadas en Nicaragua fueron criadas en plantas de algodón, *Gossypium hirsutum* var. Deltapine 20. También se estableció una población de mosca blanca susceptible a insecticidas proveniente del Centro Experimental de Rothamstead, Harpenden, Inglaterra. Esta última fue utilizada como referencia para comparar la respuesta a insecticidas de las poblaciones de mosca blanca recolectadas en Nicaragua.

Bioensayos. Para los estudios de resistencia a insecticidas, se empleó un método de bioensayo similar al de Prabhaker et al. (1992) y Sanderson y Roush (1992), utilizado extensamente para monitorear resistencia de mosca blanca a insecticidas en el Valle Imperial de California, y en mosca blanca de invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae). Estos autores utilizaron tarjetas amarillas adhesivas en sus respectivos trabajos. Se prepararon seis concentraciones que causaran entre 2 y 98% de mortalidad, de formulaciones comerciales de los

insecticidas bifentrín (Talstar, FMC), methamidofos (Tamaron 600), y endosulfán (Thiodan 35 EC, Hoechst). En todos los casos se utilizó agua destilada como diluyente. Se aplicaron 2 ml de cada concentración, incluyendo una sin insecticida, a las tarjetas amarillas adhesivas con un pulverizador electrostático (Electrostatic Spraying Systems, Watkinsville, GA). El pulverizador electrostático consiste en una boquilla que descarga una nube de gotas con carga eléctrica negativa (5 - 7 microamperios), a una presión de 2.8 kg/cm<sup>2</sup> (40 PSI), y a 80 cm de distancia de la tarjeta amarilla adhesiva. Después de aplicar los tratamientos, las tarjetas se secaron al aire en posición vertical por un período de 1h, después del cual, se expusieron a los adultos de mosca blanca dentro de las jaulas de cría hasta que 25 - 30 adultos se adherieran a cada tarjeta. Las tarjetas amarillas con los adultos de mosca blanca adheridos se colocaron verticalmente a 27 °C, en jarrones plásticos de 4lt conteniendo una capa de algodón inmersa en 200 ml de agua destilada para proporcionar >90% de HR. Los adultos de mosca blanca estuvieron expuestos a los tratamientos por un período de 24 h, después del cual, se registró la mortalidad. Un adulto fue considerado muerto si no se movía al ser tocado con una aguja. Las observaciones de mortalidad se realizaron con la ayuda de un estereoscopio 4X. Cada bioensayo fue repetido dos veces en días diferentes.

**Análisis.** Se estimó la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de cada insecticida en cada una de las poblaciones de *B. tabaci*, asumiendo un modelo probit, mediante el programa POLO-PC (LeOra Software, 1987). Igualmente se estimaron los límites fiduciales con una probabilidad de 95% (LF 95%). La respuesta de dos poblaciones a un mismo insecticida se consideró significativamente diferente si los límites fiduciales no se traslapaban. Además, se calculó el factor de resistencia (FR) de cada población de campo respecto a la población susceptible, dividiendo la CL<sub>50</sub> de la población de campo entre la CL<sub>50</sub> de la población susceptible. Se utilizó el método de Correlación de Pearson (SYSTAT 1992) para examinar la presencia de resistencia cruzada mediante la estimación de la correlación entre las CL<sub>50</sub>s de 2 o más insecticidas respecto a una población. Las CL<sub>50</sub>s fueron transformadas a log<sub>10</sub> antes de realizar el análisis de correlación.

## Resultados

Se realizaron 26 bioensayos con cinco poblaciones de mosca blanca, de las cuales cuatro fueron recolectadas en Nicaragua (Cuadro 9). Las CL<sub>50</sub>s de bifentrín de las poblaciones recolectadas en El Viejo, Sébaco y Nandaime fueron de 4.2 - 45 veces más grandes que la CL<sub>50</sub> de la población susceptible de Rothamstead. La CL<sub>50</sub> de la población de Nandaime fue significativamente diferente a las CL<sub>50</sub>s de las poblaciones de El Viejo y Sébaco, lo que sugiere que desde el punto de vista de la resistencia a bifentrín, las poblaciones que ocurren en Nandaime son relativamente diferentes a las que ocurren en las otras dos localidades. Las CL<sub>50</sub>s de metamidofos de las cuatro poblaciones recolectadas en Nicaragua fueron 55 - 545 veces superiores a la CL<sub>50</sub> de la población susceptible, indicando la presencia de

resistencia de *B. tabaci* a metamidofos en un rango geográfico bastante amplio. Al igual que bifentrin, los mayores niveles de resistencia a metamidofos fueron observados en la población de *B. tabaci* de Nandaime y la respuesta de esta última a methamidofos fue significativamente diferente a la respuesta de la población de El Viejo y León, pero no a la respuesta de la población de Sébaco. Las  $CL_{50}$ s de endosulfán en las poblaciones de Nicaragua fueron 31 - 58 veces superiores a la  $CL_{50}$  de la población susceptible, pero no se observaron diferencias significativas entre las  $CL_{50}$ s de las poblaciones locales de *B. tabaci*. La correlación significativa ( $r = 0.98$ ;  $P = 0.02$ ; Cuadro 10) entre las  $CL_{50}$ s de metamidofos y endosulfán indica la presencia de mecanismos que confieren resistencia cruzada o resistencia a múltiple a estos 2 insecticidas en al menos una población de *B. tabaci* en Nicaragua.

BIBLIOTECA WILSON POPENC  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 88  
TERRUCIALPA HONDURAS

**Cuadro 9.** Respuesta de *Bemisia tabaci* a bifentrin (Talstar), metamidofos (Tamaron) y endosulfán (Thiodan) en cuatro localidades de Nicaragua.

Población	n	Pendiente ± ES	CL <sub>50</sub> <sup>a</sup>	LF 95% <sup>b</sup>	FR <sup>c</sup>
<u><i>Bifentrin</i></u>					
Rothamstead F <sub>4</sub>	361	1.14 ± 0.16	0.11	(0.06 - 0.18)	1
El Viejo F <sub>3</sub>	369	0.98 ± 0.16	0.53	(0.22 - 0.97)	4.2
Sébaco F <sub>3</sub>	420	1.73 ± 0.30	1.05	(0.62 - 1.56)	9.5
Nandaime F <sub>3</sub>	302	2.46 ± 0.76	4.95	(2.27 - 8.84)	45.0
<u><i>Metamidofos</i></u>					
Rothamstead F <sub>4</sub>	426	1.06 ± 0.11	0.07	(0.05 - 0.12)	1
El Viejo F <sub>2</sub>	350	0.98 ± 0.16	5.1	(2.8 - 9.6)	67.6
León F <sub>2</sub>	446	1.04 ± 0.17	4.2	(2.8 - 9.6)	55.7
Sébaco F <sub>3</sub>	406	2.86 ± 0.78	32.1	(16.9 - 46.7)	422.9
Nandaime F <sub>3</sub>	406	2.70 ± 0.39	41.5	(31.5 - 51.5)	545.6
<u><i>Endosulfán</i></u>					
Rothamstead F <sub>4</sub>	399	0.64 ± 0.07	0.007	(0.003 - 0.016)	1
El Viejo F <sub>3</sub>	376	1.47 ± 0.24	0.22	(0.10 - 0.36)	31.0
Sébaco F <sub>3</sub>	416	1.89 ± 0.34	0.41	(0.21 - 0.63)	58.7
Nandaime F <sub>3</sub>	368	0.76 ± 0.16	0.37	(0.10 - 0.81)	53.4

<sup>a</sup>En mg i.a./ml

<sup>b</sup>Límites Fiduciales (95%).

<sup>c</sup>Factor de Resistencia = CL<sub>50</sub> de la población de campo / CL<sub>50</sub> de la población susceptible.

Cuadro 10. Correlación entre las  $CL_{50}$ s de los insecticidas evaluados contra *B. tabaci*

	Bifentrin	Metamidofos
Bifentrin	--	
Metamidofos	0.91 <sup>1</sup> (0.094) <sup>2</sup>	--
Endosulfan	0.84 (0.16)	0.98 (0.02)

<sup>1</sup>Coefficiente de correlación ( $r$ ).

<sup>2</sup>Si  $P < 0.05$ , la correlación es significativa; si  $P < 0.01$ , la correlación es altamente significativa.

#### 4.5 Cursos sobre “Métodos de Estudio de la Resistencia a Insecticidas en Plagas Insectiles” y otras actividades de capacitación

Se impartió un curso sobre “Métodos para el Estudio de Resistencia a Insecticidas en Plagas Insectiles” del 12 al 14 de Febrero de 1997. El evento se desarrolló en la Escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria (ver contenido del curso en el Apéndice 2). En total participaron 10 profesionales, todos de nacionalidad nicaragüense, provenientes de cinco instituciones dedicadas a la enseñanza, investigación, y regulación del uso de pesticidas. A continuación se detallan los nombres de los participantes del curso y sus respectivas afiliaciones.

Nombre del Participante	Institución o afiliación
Ing. Freddy Miranda	Escuela de Sanidad Vegetal, UNA <sup>1</sup>
Ing. Luis Hernández	Escuela de Sanidad Vegetal, UNA
Ing. Martha Zamora	Escuela de Sanidad Vegetal, UNA
Lic. Conny Narváez	Control Integrado de Plagas, UNAN-León <sup>2</sup>
Agr. Emma Hernández	Control Integrado de Plagas, UNAN-León
Lic. Petrona Alvarado	Control Integrado de Plagas, UNAN-León
Ing. Héctor Vanegas	Departamento de Protección Vegetal, Zamorano <sup>3</sup>
Ing. Oscar Salmerón	Depto. de Registro y Control de Plaguicidas, MAG <sup>4</sup>
Dr. José Enrique Medina	Programa de Manejo de Plaguicidas, MARENA <sup>5</sup>
Dr. Zacarías Duarte	Programa de Manejo de Plaguicidas, MARENA
Lic. Lesbia Aguilar	Dirección de Control de Tóxicos, MARENA

<sup>1</sup>Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

<sup>3</sup>Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras

<sup>4</sup>Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua

<sup>5</sup>Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Managua, Nicaragua

Además del curso formal a los 9 participantes anteriores, del 8 al 10 de Abril se impartió un curso introductorio sobre el tema de la resistencia a insecticidas y su impacto en el medio ambiente a 8 estudiantes del Programa de Maestría en Ecotoxicología de la Universidad Nacional de Ingeniería. Adicionalmente, el 27 de Mayo se impartió una conferencia sobre “Resistencia a Insecticidas en Nicaragua” a 30 estudiantes del 5º año de la carrera de Toxicología, Escuela de Biología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Esta última se impartió a petición de la Lic. Rebecca Pastora, Directora del Programa de Toxicología de esa institución.

## 4.6 Visitas de Supervisores

El Dr. Allan Hruska, Jefe del Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana y el Dr. Anthony M. Shelton, Profesor del Departamento de Entomología de la Universidad de Cornell fueron los principales supervisores de las actividades del proyecto. El Dr. Allan Hruska ha realizado cinco visitas de supervisión, mientras que el Dr. Anthony M. Shelton realizó una visita de supervisión desde el 21 al 26 de Febrero del corriente. En su visita, el Dr. Shelton efectuó reuniones con autoridades de diferentes instituciones tanto estatales como autónomas. Visitó la Universidad Nacional Agraria, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en León, el Programa de Manejo de Plaguicidas del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Dirección del Ambiente (MARENA), la oficina del Ministro (MARENA), Dirección General de Agricultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y Dirección General del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria.

## 4.7 Presentación de los Resultados

Para dar a conocer la importancia que la resistencia a insecticidas en plagas agrícolas representa para el manejo sostenible de plagas en Nicaragua y los resultados de este proyecto, se organizaron dos presentaciones: una el 23 de mayo en el Hotel Las Mercedes, donde participaron 53 invitados (Apéndice 3), y otra el 9 de julio de 1997 en el Hotel Camino Real, donde participaron 69 invitados (Apéndice 4). Además se publicó un informe divulgativo (Apéndice 7).

## 4.8 Resumen de actividades

ACTIVIDADES	Actividades realizadas al 31 de Julio '97	Observaciones
Desaduanaje de materiales de investigación importados	100	
Entrenamiento a personal técnico asociado	100	Se impartió curso a 9 técnicos nacionales
Establecimiento de crías de insectos en laboratorio:		
	100	Broca de 6 localidades
- <i>Hypothenemus hampei</i> (Broca)	100	PDD 6 localidades
- <i>Plutella xylostella</i> (PDD)	100	S.e. de 2 localidades
- <i>Spodoptera exigua</i> (S.e.)	100	H.z. de 3 localidades
- <i>Helicoverpa zea</i> (H. z.)	100	B.t. de 4 localidades
- <i>Bemisia tabaci</i> (B.t.)		
Importación y establecimiento de colonias susceptibles	100	<i>S. exigua</i> , <i>P. xylostella</i> , <i>H. zea</i> y <i>B. tabaci</i>
Bioensayos efectivos con:	100	11 tests con 6 poblaciones
	100	70 tests con 7 poblaciones
- <i>H. hampei</i>	100	
- <i>P. xylostella</i>	100	
- <i>S. exigua</i>	100	24 tests con 3 poblaciones
- <i>H. zea</i>		
- <i>B. tabaci</i>	100	24 test con 3 poblaciones
		26 tests con 5 poblaciones
Presentación del proyecto a autoridades nacionales y técnicos	100	Se realizaron 2 presentaciones; 1) 23 de Mayo; 2) el 9 de Julio, '97.
Visitas de supervisión de líderes del proyecto		10 visitas de 10 en total

## 5. RECOMENDACIONES

### 5.1 Recomendaciones para establecer un programa de manejo de la resistencia a pesticidas

En general, un programa de manejo de resistencia a insecticidas persigue los siguientes objetivos: 1) evitar el desarrollo de la resistencia a insecticidas en poblaciones de insectos, bajo el supuesto de que los pesticidas son un componente de los programas de manejo de plagas; 2) disminuir la velocidad del desarrollo de poblaciones aún más resistentes una vez que se ha detectado la presencia de resistencia en una fracción baja de la población; y 3) inducir la reversión de poblaciones resistentes hacia la susceptibilidad.

De igual manera, un programa de manejo de la resistencia a insecticidas posee varios componentes: 1) un sistema permanente de detección y monitoreo; 2) conocimiento de los mecanismos fisiológicos que están confiriendo resistencia a uno o más insecticidas; 3) organización de la ejecución del programa; 4) monitoreo ambiental; 5) componente económico, especialmente la fuente de financiamiento para darle continuidad al programa; y 6) componente regulatorio.

El componente institucional que lleve a cabo los componentes anteriores son esenciales para el manejo exitoso de la resistencia a insecticidas. En Nicaragua, los pesticidas se han estado utilizando desde antes de la segunda guerra mundial, aunque se intensificó la aplicación de estos en la agricultura y salud pública a partir de los años '50. Sin embargo, los estudios de resistencia a pesticidas han sido realizados de manera esporádica durante los últimos 10 años. En vista de la evolución de resistencia a insecticidas en al menos cuatro plagas de importancia agrícola, es necesario realizar estudios similares en otras especies. Es de capital importancia el que las autoridades nacionales, especialmente el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, realicen esfuerzos conjuntos para proveer soluciones a los agricultores que están siendo afectados por la presencia de plagas incontrolables debido a la resistencia a insecticidas. Desde el punto de vista institucional, la Universidad Nacional Agraria y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua podrían ser las ejecutoras de un programa de manejo de resistencia a insecticidas a largo plazo. Estas últimas instituciones poseen personal capacitado para realizar estudios de resistencia a insecticidas, personal capacitado en manejo integrado de plagas, e infraestructura para realizar dichos estudios.

En el caso particular de Nicaragua y específicamente las cinco especies que fueron objeto de este estudio, solo el sistema *Hypothenemus hampei*-endosulfan se encuentran en la etapa en la que todavía se puede evitar la selección de poblaciones

resistentes a dicho insecticida. Para evitar el desarrollo de resistencia a endosulfán en la broca del café es necesario realizar esfuerzos para encontrar otro insecticida tan eficaz como endosulfán pero con diferente modo de acción. Una vez identificados los otros insecticidas, estos pueden ser utilizados de forma alterna y no aplicar el mismo insecticida dos veces contra la misma generación. Además, es necesario establecer un programa de manejo integrado de la broca del café que enfatice la utilización de métodos de control biológico y cultural.

En el caso de las cuatro plagas restantes, la solución a los problemas de resistencia a insecticidas es más compleja. Los resultados obtenidos en este estudio indican que las poblaciones de *Plutella xylostella*, recolectadas en seis localidades de Nicaragua, han desarrollado resistencia a por lo menos 6 insecticidas. Estos resultados no son suficientes para concluir sobre cuales insecticidas pueden ser recomendados a los agricultores, puesto que no hay evidencia de susceptibilidad a los insecticidas evaluados (cypermetrina, deltametrina, clorfluazurón, thiocyclam, y metamidofos). Es necesario continuar los estudios con otros insecticidas para determinar si hay algunos que no estén afectados por la resistencia. Alternativamente, el caso de la *P. xylostella* debe ser tratado como de emergencia porque desde el punto de vista socio-económico, las crucíferas son cultivadas por familias campesinas en lotes relativamente pequeños (de 0.5 a 1 ha) y en la mayoría de los casos es la principal fuente de ingresos. Aunque no cuantificamos con exactitud las pérdidas ocasionadas por la *P. xylostella* en el Valle de Sébaco (Depto. de Matagalpa), La Laguna, Tisey y La Almaciguera (estas últimas del Depto. de Estelí), al menos cinco productores experimentaron pérdidas totales de sus cultivos de repollo por no poder controlar los ataques de *P. xylostella* con los insecticidas utilizados (metamidofos, thiocyclam, *Bacillus thuringiensis*, entre otros). Al igual que para las otras especies, urge implementar un programa de manejo integrado de *P. xylostella* en Nicaragua que incorpore diferentes componentes: 1) continuar con el monitoreo de la resistencia a otros insecticidas hasta encontrar los que no están afectados por la resistencia; 2) implementar técnicas de manejo integrado de plagas que incluyan control biológico, utilización de umbrales de daño, siembra de plántulas libres de *P. xylostella*, e implementar un programa de veda para romper el ciclo reproductivo del insecto. En el caso de *S. exigua*, *H. zea* y *B. tabaci*, es necesario continuar con los estudios de susceptibilidad a otros insecticidas, ya que las poblaciones locales de esas tres especies han desarrollado resistencia a por lo menos tres insecticidas con diferentes modos de acción. No sabemos si la resistencia a dos o más insecticidas en una misma población o especie se debe a resistencia cruzada o al desarrollo secuencial de resistencia a cada uno de los insecticidas a medida que estos han sido puestos a disponibilidad de los agricultores.

## 5.2 Recomendaciones para el establecimiento del componente regulatorio

Se mencionó anteriormente que el componente regulatorio del registro de pesticidas puede jugar un papel muy crucial en el desarrollo de un programa de manejo de la resistencia a nivel nacional. Cabe señalar que el propósito de establecer medidas regulatorias que ayuden a manejar la resistencia a insecticidas, es disminuir los riesgos para la salud humana y ambiental, y disminuir los riesgos de pérdidas económicas debido a la aplicación de pesticidas afectados por la resistencia. Se recomiendan las siguientes medidas:

1. Modificar los procedimientos de registro de plaguicidas de uso agrícola, de tal manera que se realicen pruebas de eficacia a nivel de campo y pruebas de susceptibilidad para determinar si el nuevo insecticida no está afectado por la resistencia de la plaga para la cual está siendo registrado.
2. Establecer el pre-registro de plaguicidas cada 5 años, de tal manera que se realicen los mismos procedimientos aplicados a los pesticidas que se registran por primera vez.
3. Registrar los pesticidas para uso en cultivos y plagas específicas.
4. En caso de resistencia de una plaga a un insecticida, cancelar el registro de dicho pesticida para uso contra esa plaga hasta que se demuestre una reversión de la resistencia a niveles de susceptibilidad como los observados antes de ser utilizado dicho insecticida.
5. En caso de resistencia a insecticidas, la etiqueta del pesticida en cuestión debe también ser modificada, de tal manera que se indiquen las especies que pueden ser eficazmente controladas con dicho producto.
6. Exenciones de registro en casos de emergencia cuando una plaga resistente a pesticidas causará una pérdida económica inminente. Esto significa que si se ha identificado un insecticida que es eficaz contra una plaga resistente a otro (s) pesticida (s), y el primero todavía no ha sido registrado, se permitirá su utilización a nivel de campo. Previo a su utilización en el campo, deberá mostrarse evidencia de la susceptibilidad de la plaga al nuevo pesticida.
7. No es recomendable otorgar exención de registro a dos o más pesticidas con el mismo modo de acción, y cuando el ataque de la plaga resistente a los pesticidas ya registrados no causarán pérdidas económicas medibles.
8. En vista del desarrollo de variedades transgénicas de maíz, algodón y papa que expresan genes de *Bacillus thuringiensis*, será necesario

establecer una estrategia de manejo de resistencia a las toxinas que expresan dichas variedades. Cualquier variedad transgénica debe ser liberada después de considerar los siguientes aspectos: a) conocimiento de la biología de la plaga que ataca dicha variedad; b) estrategia apropiada de despliegue de genes de *B.t.*; c) proveer refugios (plantas que no contengan genes de *B.t.*); d) monitoreo de resistencia a las toxinas expresadas por cada variedad o especie; e) implementación del manejo integrado de plagas en cada cultivo.

9. Desarrollar una estrategia de manejo de resistencia a pesticidas que involucre a las autoridades gubernamentales, industria de agroquímicos, gremios de profesionales del agro, instituciones autónomas ligadas a la investigación agropecuaria, y los productores.
10. Finalmente, el financiamiento de un programa permanente de monitoreo de resistencia y uso racional de pesticidas puede ser alcanzado mediante la creación de un impuesto para los pesticidas. En general, algunos países han creado un fondo de investigación y entrenamiento a agricultores gravando las ventas de pesticidas con impuestos que oscilan entre 2 y 3% del valor del producto comercial.

### **5.3 Recomendaciones para la asignación de materiales y equipos remanentes**

Durante el período de realización de las investigaciones se adquirieron materiales y equipos con fondos del Programa de Manejo de Plaguicidas. Después de finalizadas las actividades de investigación se realizaron inventarios de los materiales y equipos remanentes. La lista de los materiales y equipos remanentes ubicados en la Universidad Nacional Agraria y Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua están listados en los Apéndices 6 y 7, respectivamente. Se recomienda asignar los materiales y equipos correspondientes a cada una de las instituciones. Es decir, recomendamos asignar a la Escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria los materiales y equipos listados en el Apéndice 6; y recomendamos asignar al Departamento de Control Integrado de Plagas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, los materiales y equipos listados en el Apéndice 7. Las instituciones beneficiadas deberán adquirir los compromisos que el Programa de Manejo de Plaguicidas considere convenientes.

## 5.4 El Manejo de Resistencia en Nicaragua

Los resultados presentados aquí sobre el estado actual de resistencia a insecticidas son los más actualizados y completos de Centroamérica. Pero nos sirve muy poco si no usamos estos valiosos resultados. El reto es como usar nuestros conocimientos para mejorar nuestros sistemas agrícolas. Se necesita un programa de manejo de resistencia, en el cual varios actores tienen responsabilidades y obtendrán los beneficios de su implementación.

Sabemos qué causa la resistencia: la selección de individuos de una población de plagas resistentes a la aplicación de insecticidas. Mientras más intenso es el uso de plaguicidas, más intensa la selección y más rápido el desarrollo de poblaciones resistentes.

Entonces la solución debe ser fácil: reducir la intensidad de uso de los plaguicidas que tienen el mismo modo de acción. Sí es fácil la solución, pero no es fácil la implementación de la solución, debido a los intereses diversos que tienen los actores importantes quienes usan, producen, venden, benefician, y pagan los costos de uso de plaguicidas y de la resistencia.

## 5.5. Los Costos de la Resistencia

Los costos de la resistencia pueden clasificarse en dos categorías: costos directos y costos indirectos. Los costos directos son los aumentos en los costos de producción debido a un aumento en la dosis de insecticida y mayor número de aplicaciones, causados por la pérdida de eficacia. También, el aumento en uso de insecticidas resulta muchas veces en la creación de plagas secundarias, debido a la eliminación de los parasitoides y depredadores que naturalmente controlan otros insectos. Estos costos los absorbe directamente el productor.

Hay otros costos indirectos que no son absorbidos completamente por el productor, sino también por sus vecinos y la sociedad en general. Estos son los costos por la contaminación ambiental, intoxicaciones humanas, y residuos en los alimentos. La contaminación del agua potable, por ejemplo, la sufren todos los usuarios de la fuente. Los consumidores pagan por la contaminación de los alimentos. Finalmente, los costos de la resistencia recaen sobre la industria de agroquímicos. Una vez que su producto ya no funciona o no tiene venta, la industria sufre el colapso del mercado para su producto.

## 5.6 Los Pasos Claves en el Manejo de Resistencia

Para manejar la resistencia hay ciertos pasos importantes a tomar. Lo primero es tener un sistema de monitoreo. Sin tener datos de base y medir la evolución de la resistencia, no hay manera de determinar el avance de resistencia. Tiene que haber un programa de monitoreo que revise periódicamente el estatus de la susceptibilidad de las plagas a cada uno de los insecticidas comúnmente utilizados para su control. Los estudios deben hacerse con muestras tomadas en diferentes regiones.

El segundo paso a tomar es reducir la selección en el campo. Hay varias maneras de cumplir este objetivo. Primero hay que implementar un programa de manejo integrado de plagas que tenga como objetivo primordial, la prevención de problemas fitosanitarios. Prevenir el problema es mucho más eficiente que curarlo, especialmente con plaguicidas. Segundo, se debe usar una rotación de plaguicidas con diferente modo de acción. Esta rotación debe hacerse en la siguiente generación de la plaga. Finalmente, en casos de alta infestación se pueden hacer mezclas de plaguicidas con diferentes modos de acción.

El tercer paso es educar a los productores, técnicos y extensionistas del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria y Ministerio de Agricultura y Ganadería, asociaciones de productores, y fabricantes y distribuidores de plaguicidas, sobre el estado actual de la resistencia y las estrategias para reducirla.

Finalmente hay que crear los incentivos necesarios para que se pongan en práctica. Para determinar cuales son los incentivos, primero debemos determinar quienes deben pagar los costos.

## 5.7 ¿Quién debe pagar los costos de manejo de resistencia?

Como vimos anteriormente, los costos de la resistencia a plaguicidas los pagan los productores, comunidades, consumidores, en fin, la sociedad, y la industria de agroquímicos. Por lo tanto, todos deben aportar algo para cubrir los costos del manejo de la resistencia porque todos recibirán los beneficios.

Existen tres mecanismos importantes para poner en práctica un programa de manejo de resistencia:

- Acuerdos voluntarios
- Regulaciones/Prohibiciones
- Impuesto

Los acuerdos voluntarios resultan en situaciones donde todos los productores vean un beneficio directo al cumplir con el programa. En situaciones donde la plaga no es muy móvil y todos los productores afectados participan, los acuerdos voluntarios han funcionado. Por ejemplo, que los productores de tomate en un valle importante se pongan de acuerdo para manejar la resistencia de la mosca blanca.

Pero en muchas situaciones los acuerdos voluntarios no funcionan, porque las plagas son muy móviles y hay muchos pequeños productores, de los cuales algunos no colaboran con el programa. En estas situaciones el gobierno tiene que jugar un papel importante para asegurar el bien de toda la sociedad. En este último caso se necesitan leyes, regulaciones, y prohibiciones para crear un programa que funcione. Hay muchos ejemplos de estos casos que discutimos posteriormente.

Finalmente, el gobierno puede usar impuestos sobre plaguicidas en una forma selectiva como herramienta para cubrir los costos del programa de manejo de resistencia.

## 5.8 Estudios de Casos

En muchos países, los gobiernos con apoyo de los productores, han implementado programas de manejo de resistencia. Aquí citamos algunos ejemplos, para más detalle, ver Sawicki y Deholm (1987) y Cahill *et al.* (1996).

En Australia el gobierno implementó un programa para manejar resistencia a piretroides en *Heliothis armigera*, la plaga más importante del cultivo de algodón en ese país. El programa dividió el ciclo de producción del algodón en tres partes y dictó cuales insecticidas se podrían usar en cada período. En particular se limitó al uso de piretroides en un período de 42 días.

Egipto e Israel han implementado programas similares en algodón, para *Spodoptera littoralis* en el caso de Egipto, y para *Bemisia tabaci* en el caso de Israel. En los dos casos el gobierno prohibió el uso de ciertos insecticidas durante ciertas fases del cultivo.

En Zimbabwe, también el algodón, el gobierno implementó un programa de rotación de productos en años diferentes, para combatir resistencia primero en ácaros y luego en *Heliothis armigera*.

En los Estados Unidos hay programas de manejo de resistencia para cultivos transgénicos. Estos programas en algunos casos exigen al gobierno, y en otros casos a las compañías que venden la semilla. Se incluyen maíz, algodón, y papas.

## 5.9 Propuesta para Nicaragua

Para usar la información que ya se tiene a mano, las autoridades en Nicaragua pueden empezar un Programa de Manejo de Resistencia con una campaña de información. La información debería incluir el estado actual de la resistencia, sus causas, su impacto, y como manejarlo. Se debe enfatizar el manejo de resistencia como parte de programas de manejo integrado de plagas con un enfoque sobre la prevención de los problemas.

Segundo, se debe crear una Comisión Nacional de Resistencia que manejaría el programa. Esta comisión debe estar compuesta por todos los actores principales relacionados con el manejo de los sistemas agrícolas. Hay que crear un programa de monitoreo para asegurar la sistemática determinación de la evolución de resistencia en los puntos claves del país. Finalmente la Comisión debe proponer las regulaciones necesarias para asegurar que se está manejando la resistencia con los intereses de toda la sociedad.

Estas acciones a tomar requieren financiamiento para ser realizados. Lo más directo para financiar las actividades sería vía un impuesto gravado sobre la venta de insecticidas en el país. Por la cantidad de insecticidas vendidos en el país y los costos para realizar el trabajo, el porcentaje del impuesto resultará bien bajo.

## 5.10 Cultivos Transgénicos y Manejo de Resistencia

El uso de cultivos transgénicos ya es una realidad en los Estados Unidos y pronto llegarán a Mesoamérica. Hasta la fecha todos los cultivos usan genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) para protegerse del ataque de insectos. Existe una fuerte preocupación que su uso masivo resultará en la evolución de resistencia a las toxinas producidas por los genes de *Bt*. Para su uso se ha exigido la implementación de planes de manejo de resistencia. Cuando lleguen a Nicaragua, deberán prepararse con los planes adecuados para asegurarse que su introducción no cree la resistencia.

## 6. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS CITADAS

- Anonymous. 1970. Standard method for detection of insecticide resistance in *Heliothis zea* (Boddie) and *H. virescens* (F.). Bull. Entomol. Soc. Am. 16: 147-149.
- Brewer, M. J., J. T. Trumble, B. Alvarado-Rodriguez, and W. E. Chamey. 1990. Beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adult and larval susceptibility to three insecticides in managed habitats and relationship to laboratory selection for resistance. J. Econ. Entomol. 83: 2136-2146.
- Brewer, M. J. and J. T. Trumble. 1989. Field monitoring of resistance in beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. 82: 1520-1526.
- Brown, J. K., D. R. Frohlich, and R. Rosell. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex?. Annu. Rev. Entomol. 40: 511-34.
- Brun, L. O., V. Gaudichon, and C. Marcillaud. 1989. Provisional method for detecting endosulfan resistance in coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). FAO Plant Prot. Bull. 37: 125-129.
- Brun, L. O., C. Marcillaud, V. Gaudichon, and D. M. Suckling. 1989. Endosulfan resistance in *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia. J. Econ. Entomol. 82: 1311-1316.
- Byrne, F. J., and A. L. Devonshire. 1993. Insensitive acetylcholinesterase and esterase polymorphism in susceptible and resistant populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.). Pest. Biochem. Physiol. 45, 34-42.
- Cahill, M., I. Deholm, F.J. Byrne, and A.L. Devonshire. 1996. Insecticide Resistance in *Bemisia tabaci* current status and implications for management. Brighton Crop Protection Conference Proceedings. pp . 75-80.
- Delorme, R., D. Fournier, J. Chaufaux, A. Cuamy, J. M. Bride, D. Auge, and J. B. Berge. 1988. Esterase metabolism and reduced penetration are causes of resistance to deltamethrin in *Spodoptera exigua* HUB (Lepidoptera: Noctuidae). Pest. Biochem. Physiol. 32: 240-246.
- Dittrich, V., G. H. Ernst, O. Ruesch, and S. Uk. 1990. Resistance mechanisms in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala, and Nicaragua. J. Econ. Entomology 83(5): 1665-1670.

- French-Constant, R. H., J. C. Steichen, and L. O. Brun. 1994. A molecular diagnostic for endosulfan insecticide resistance in the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bull. Entomol. Research*, 84: 11-16.
- González, D. F. e I. Rivas. 1990. Susceptibilidad de *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) a la deltametrina en Nicaragua, pp. 34 – 50. *In: Informe Técnico Annual, Centro Nacional de Protección Vegetal, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua.*
- González, D.F., e I. Rivas. 1992. Susceptibilidad de *Heliothis zea* a dos moléculas piretroides, deltametrina y cypermetrina, en Nicaragua. *En: Memoria del Simposio Internacional de Sanidad Vegetal, Managua, Nicaragua, Enero 28-31.*
- Kern, M. J., F. E. Beyhl, P. Braun, H. Gotsch, and W. Knauf. 1989. Thiodan susceptibility in the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae), from Brazil, Cameroon, Guatemala, and the Philippines, documented by toxicological and physiological data, pp. 468-486. *In Proceedings of the First Asia-Pacific Conference of Entomology (APCE), Chiang Mai, Thailand, Nov. 8-13.*
- LeOra Software. 1987. POLO-PC. A user's manual for Probit Or Logit analysis. LeOra Software, Berkeley, CA.
- Martinez-Carrillo, J. L., L. P. Schouest, JR., and T. A. Miller. 1991. Responses of populations of the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) from northwest Mexico to pyrethroids. *J. Econ. Entomol.* 84: 363-366.
- Martinez-Carrillo, J. L., and H. T. Reynolds. 1983. Dosage-mortality studies with pyrethroids and other insecticides on the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) from the Imperial Valley, California. *J. Econ. Entomol.* 76: 983-986.
- Moar, W. J., M. Puzsai-Carey, H. Van Faasen, D. Bosch, R. Frutos, C. Rang, K. Luo and M. J. Adang. 1995. Development of *Bacillus thuringiensis* CryIC resistance by *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 2086-2092.
- Monge G., J. E. 1993. Diagnóstico sobre la problemática de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el valle de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 30: 31-34.
- Narváez, C., y P. Castillo. 1996. Uso del virus de la poliedrosis nuclear (VPN) para el control de *Spodoptera exigua* en el cultivo de cebolla. *Bolletín Epidemiológico e Informativo* VI(11): 33-34.

- Ovalle, O., and R. D. Cave. 1989. Determinación de resistencia de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) a insecticidas comunes en Honduras. *Ceiba* 30(1): 119-127.
- Pérez, C. J., and A. M. Shelton. 1997. Resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner in Central America. *J. Econ. Entomol.* 90(1): 87-93.
- Pérez, C. J., and A. M. Shelton. 1996. Field applications, leaf-dip, and diet incorporated diagnostic assays used against *Bacillus thuringiensis*-susceptible and resistant *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *J. Econ. Entomol.* 89(6): 1364-1371.
- Perring, T. M., C. A. Farrar, T. S. Bellows, A. D. Cooper, and R. J. Rodriguez. 1993. Evidence for a new species of whitefly: UCR findings and implications. *Cal. Agric.* 47: 7-8.
- Perring, T. M., A. Cooper, D. J. Kazmer, C. Shields, and J. Shields. 1991. New strain of sweetpotato whitefly invades California vegetables. *Cal. Agric.* 45: 10-12.
- Prabhaker, N., N. C. Toscano, T. M. Perring, G. Nuessly, K. Kido, and R. R. Youngman. 1992. Resistance monitoring of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the Imperial Valley of California. *J. Econ. Entomol.* 85: 1063-1068.
- Sanderson, J. P., and R. T. Roush. 1992. Monitoring insecticide resistance in greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) with yellow sticky cards. *J. Econ. Entomol.* 85: 634-641.
- Sawicki, R.M. y I. Deholm. 1987. Management of resistance to pesticides in cotton pests. *Trop. Pest Management* 33:262-272.
- Shelton, A. M., J. L. Robertson, J. D. Tang, C. Pérez, S. D. Eigenbrode, H. K. Preisler, W. T. Wilsey, and R. J. Cooley. 1993a. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* in the field. *Journal of Economic Entomology.* 86(3): 697-705.
- Shelton, A. M., J. A. Wyman, N. L. Cushing, K. Apfelbeck, T. J. Dennehy, S. E. R. Mahr, and S. D. Eigenbrode. 1993b. Insecticide resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in North America. *J. Econ. Entomol.* 86: 11-19.
- Sun, C.N. 1992. Insecticide resistance in diamondback moth. In: N.S. Talekar (ed.), *Management of Diamondback Moth and Other Crucifer Pests.* AVRDC, Shanhuu, Taiwan, pp. 419-426.

- SYSTAT for Windows. 1992. Statistics, Version 5 edition. Evanston, IL: SYSTAT, Inc. 750 p.
- Tabashnik, B. E., and N. L. Cushing. 1987. Leaf residue vs. topical bioassays for assessing insecticide resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. FAO Plant Prot. Bull. 35: 11-14.
- Tabashnik, B. E., N. L. Cushing, N. Finson, and M. W. Johnson. 1990. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 83: 1671-1676.
- Van Laecke, K. and D. Degheele. 1991. Detoxification of diflubenzuron and teflubenzuron in the larvae of the beet armyworm (*Spodoptera exigua*) (Lepidoptera: Noctuidae). Pest. Biochem. Physiol. 40: 181-190.
- Vaughan, M. A. 1997. Impacto de la resistencia a plaguicidas sobre las políticas agrícolas de Nicaragua. Presentación el 23 de marzo 1997.
- Watkinson, I. 1989. Pyrethroids and the Economics of Pest Management. Pesticide Science 27: 465-469.
- Wier, A. T., D. J. Bowthel, B. R. Leonard and E. Burris. 1994. Laboratory toxicity and field efficacy of AC 303,630 (Pirate) against beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner), larvae. J. Agric. Entomol. 11: 311-320.
- Wolfenbarger, D. A., P. R. Bodegas, and R. Flores. 1981. Development of resistance in *Heliothis* spp. in the Americas, Australia, Africa, and Asia. ESA Bull. 27: 181-185.
- Wolfenbarger, D. A., M. J. Lukefahr, and H. M. Graham. 1973. LD<sub>50</sub> values of methyl parathion and endrin to tobacco budworms and bollworms collected in the Americas and hypothesis on the spread of resistance in these lepidopterans to these insecticides. ESA Bull. 66: 211-216.
- Whalon, M.E. 1991. Introduction to Primer of Pesticide Resistance. Michigan State University.
- Yu, S. J., and S. N. Nguyen. 1992. Detection and characterization of insecticide resistance in the diamondback moth. Pestic. Biochem. Physiol. 44: 74-81.

(APENDICE 1)

Programa del Curso "Métodos de Estudios de la Resistencia a Insecticidas en Plagas Insectiles"; impartido los días 12, 13 y 14 de Febrero 1997

Programa del Curso "Métodos de Estudios de la Resistencia a Insecticidas en Plagas Insectiles"; impartido los días 12, 13 y 14 de Febrero 1997

Local: Universidad Nacional Agraria, Managua

Instructor: Dr. Carlos J. Pérez, Entomólogo, Universidad de Cornell

Miércoles 12 de Febrero

Hora	Actividad
08:00 - 08:30 am	Interacción entre los participantes y entrega de materiales
08:30 - 10:00 am	<u>Conferencia 1</u> <ul style="list-style-type: none"><li>- Definición del término "resistencia"</li><li>- Casos de resistencia en Nicaragua</li><li>- Evolución de los casos de resistencia de artrópodos a insecticidas en el mundo</li><li>- Factores que facilitan la evolución de resistencia</li></ul>
10:00 - 10:20 am	Refrigerio
10:20 - 12:00 m	<u>Conferencia 2</u> <p>Modo de acción y estructura molecular de los principales grupos de insecticidas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Organofosforados</li><li>Carbamatos</li><li>Organoclorinados</li><li>Piretroides</li><li>Ciclodienes</li><li>Avermectina</li><li><i>Bacillus thuringiensis</i></li><li>Reguladores de Crecimiento (IGR's)</li></ul>
12:00 - 01:30 pm	Almuerzo
01:30 - 03:00 pm	<u>Conferencia 3</u> <p>Mecanismos de resistencia o detoxificación de insecticidas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Penetración reducida</li><li>Detoxificación metabólica<ul style="list-style-type: none"><li>Monooxigenasas de Acción Mixta</li><li>Esterasas</li></ul></li></ul>

Insensibilidad del sitio de acción  
Canal de Sodio  
Canal de Cloro  
Epitelio ciliar del intestino medio  
Colinesterasa insensible

Jueves 13 de Febrero

- 03:00 - 03:20 pm Refrigerio
- 03:20 - 05:00 pm Conferencia 4  
Aspectos genéticos de la resistencia  
Dominancia  
Número de genes y herencia  
Estabilidad de la resistencia  
Efectos sobre la capacidad adaptativa

Martes 28 de Enero

- 08:00 - 08:30 am Interacción entre participantes y asignación de actividades
- 08:00 - 10:00 am Investigación bibliográfica y revisión de artículos
- 10:00 - 10:20 am Refrigerio
- 10:20 - 12:00 am Reportes de la investigación bibliográfica y revisión de artículos
- 12:00 - 01:30 pm Almuerzo
- 01:30 - 03:00 pm Métodos de cría de 5 especies de importancia agrícola  
*Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae)  
*Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae)  
*Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)  
*Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolitidae)  
*Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae)
- 03:00 - 03:20 pm Refrigerio
- 03:20 - 05:00 pm Conferencia 5  
Métodos de estudio de resistencia  
El bioensayo  
Métodos bioquímicos  
Métodos moleculares

ORLANDO WILSON POPKOS  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUIGALPA HONDURAS

## Viernes 14 de Febrero

08:00 - 08:30 am	Interacción entre participantes y asignación de actividades
08:30 - 10:00 am	Práctica de laboratorio Cálculo y preparación de diluciones
10:00 - 10:20 am	Refrigerio
10:20 - 12:00 am	Recolección de datos e introducción al análisis probit -Determinación de la DL ó CL <sub>50</sub> y Límites Fiduciales -Prueba Chi-cuadrada -Cálculo del factor de resistencia
12:00 - 01:30 pm	Almuerzo
01:30 - 03:00 pm	<u>Conferencia 6</u> Manejo de Resistencia Manejo por moderación Manejo por saturación Manejo por ataque múltiple Secuencia Rotación Mezclas Plántas transgénicas Relación entre resistencia y control a nivel de campo
03:00 - 03:20 pm	Refrigerio
03:20 - 04:00 pm	Preguntas y respuestas
04:00 - 5:00 pm	Evaluación del curso

(APENDICE 2)

Listado de Participantes a la Primera Presentación del Proyecto  
"Cuantificación de la Resistencia a Pesticidas en Plagas de  
Importancia Agrícola de Nicaragua"

**LISTA DE PARTICIPANTES EN LA 1a. PRESENTACION DEL PROYECTO  
"RESISTENCIA A PESTICIDAS EN PLAGAS DE IMPORTANCIA AGRICOLA EN NICARAGUA", PROMAP-MARENA  
HOTEL LAS MERCEDES, VIERNES 23 DE MAYO DE 1997**

<b>No.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO E INSTITUCION</b>
1	Acevedo, Dr. Francisco	Dir. de Enfermedades Transmitidas por vectores, MINSa, Managua
2	Aguilar, Lic. Lesbia	PROMAP, MARENA, Managua
3	Alvarado, Lic. Petrona	Entomólogo UNAN-León
4	Alvarado, Ing. Patricia	Sociedad Agrícola, Managua
5	Andrews, Keith L.	Director de la Escuela Agrícola Panamericana (El Zamorano)
6	Baltodano, Lic. Duilio	CISA AGRO, Managua
7	Belli, Lic. Ligia	Universidad de Cornell
8	Borgen, Dr. Salvador	ANIFODA, Managua
9	Calderón, Ing. Francisco	Sociedad Agrícola, Managua
10	Corriols, Dra. Marianela	Consultora Promap, MARENA
11	Cruz, Ing. Ana Rosa	Co-Directora Nacional, Programa Río Blanco, Managua
12	Cuadra García, Diputado José	Comisión del Medio Ambiente y Recursos Naturales
13	Cullen, Dr. Brian	EVICOL International, Managua
14	Duarte, Dr. Zacarías	Consultor, PROMAP, Managua
15	García, Rosa Palma	Departamento de Registro, MAG
16	González, Lic. Dora Fátima	Consultora, PROMAP-MARENA
17	González Pérez, Félix	Comisión del Medio Ambiente y R.R.N.N., Asamblea Nacional
18	Guharay, Dr. Falguni	MIP-CATIE-INTA, Managua
19	Hernández, Agr. Emma	UNAN - León
20	Hernández, Ing. Luis	Entomólogo, ESAVE-UNA
21	Hruska, Dr. Allan	Jefe del Depto. Protección Vegetal, ZAMORANO, Honduras
22	Jirón, Ing. Pablo	Representante de Rhone Poulanc, Managua, Nic.
23	Marín, Dra. Francisca	Control de Vectores, MINSa, Managua
24	Martínez, Ing. Claudio	Consultor, Managua
25	Mercado, Lic. Julio	MIP, INTA, Managua
26	Miranda, Ing. Freddy	Entomólogo, ESAVE-UNA
27	Monroy, Ing. José	AGEAP - ZAMORANO, Honduras
28	Montalván, Ing. Francisco	Delegado del Minsitro del MAG, Región II, León
29	Monterrey, Ing. Julio	MIP-CATIE-INTA, Managua
30	Monzón, Ing. Amulfo	Jefe de Depto. Entomología, ESAVE-UNA
31	Muñiz, Ing. Genaro	Director de Agricultura, MAG, Managua
32	Narváez, Lic. Conny	Depto. CIP, UNAN-León
33	Navarro, Ing. José Augusto	ANIFODA/Agrícola San Cristobal, Chinandega
34	Ortiz, Ing. Sergio	SAGSA - León
35	Osorio, Ing. Luis	Vice-Gerente General de Políticas Cafetaleras, UNICAFE, Managua

**LISTA DE PARTICIPANTES EN LA 1a. PRESENTACION DEL PROYECTO  
"RESISTENCIA A PESTICIDAS EN PLAGAS DE IMPORTANCIA AGRICOLA EN NICARAGUA", PROMAP-MARENA  
HOTEL LAS MERCEDES, VIERNES 23 DE MAYO DE 1997**

36	Pérez Arévalo, Ing. Salvador	SOAGRO, Managua
37	Pérez, Dr. Carlos J.	Univ. de Comell, Coord. Proyecto de Resistencia
38	Pastora, Lic. Rebecca	Facultad de Ciencias UNAN-León
39	Rocha Sánchez, Xiomara	Univ. Centro Americana, Esc. De Ecología y R.R.N.N., Managua
40	Rodríguez, Ing. Miguel A.	MANPROSA, Managua
41	Salmerón, Ing. Oscar	Depto.de Registro, MAG
42	Sánchez Blandón, Dip. Guadalupe	Com. del Medio Ambiente y R.R.N.N., Asamblea Nacional
43	Sediles, Ing. Alberto	Vice-Rector, UNA
44	Selva, Dr. Guillermo	Diputado, Presidente de la Com. del Medio Ambiente, Asam. Nacional
45	Solano, Lic. Luz Marina	Dirección de Sustancias Tóxicas, MINSA
46	Somarriba, Ing. Guillermo	UPANIC, Managua
47	Soto, Dra. Aurora	Directora de Higiene y Epidemiología, MINSA
48	Toledo, Reynerio	Dir. Sustancias Tóxicas - MINSA
49	Toruño, Ing. Gustavo	UNAG, Managua
50	Valle, Ing. Nicolás	Decano Facultad de Agronomía UNA
51	Vanegas, Ing. Héctor	Entomólogo - ZAMORANO
52	Varela, Ing. Gregorio	Director, ESAVE - UNA
53	Vaughan, Ing. Mario	Coordinador, PROMAP - MARENA, Managua

# PROGRAMA

## “Resistencia a Plaguicidas y Sostenibilidad del Manejo de Plagas en la Agricultura”

Auditorio Las Américas del Hotel Las Mercedes

Viernes 23 de Mayo de 1997

<u>Hora (p.m.)</u>	<u>Conferencia</u>	<u>Expositor</u>
3:00 - 3:15	Programa del Ministerio de Agricultura para Mejorar las Técnicas de Manejo de Plagas en la Agricultura.	Ing. Genaro Muñiz Director de Agricultura Ministerio de Agricultura y Ganadería
3:15 - 3:35	Resistencia a Plaguicidas y Sostenibilidad del Manejo de Plagas en Agricultura	Dr. Allan Hruska Jefe del Departamento de Protección Vegetal El Zamorano, Honduras
3:35 - 4:05	Casos de Resistencia a Insecticidas en plagas agrícolas de Nicaragua: pasado y presente.	Dr. Carlos J. Pérez Coordinador Proyecto Cuantificación de Resistencia a Insecticidas en Nicaragua
4:05 - 4:20	Impacto de la Resistencia a Plaguicidas sobre las Políticas Agrícolas de Nicaragua	Ing. Mario Vaughan Coordinador Programa de Manejo de Plaguicidas, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
4:20 - 4:45	Preguntas y Respuestas	
4:45 - 6:00	Refrigerio	

(APENDICE 3)

Listado de Participantes a la Segunda Presentación del Proyecto  
"Cuantificación de la Resistencia a Pesticidas en Plagas de  
Importancia Agrícola de Nicaragua"

**LISTA INVITADOS A LA 2a. PRESENTACION DEL PROYECTO  
"RESISTENCIA A PESTICIDAS EN PLAGAS DE IMPORTANCIA AGRICOLA EN NICARAGUA", PROMAP-MARENA  
HOTEL CAMINO REAL, SALON CHINANDEGA, MIERCOLES 9 DE JULIO DE 1997**

No.	NOMBRE	CARGO	Tel. ó Fax
1	Acevedo, Dra. Verónica	Ministerio de Salud, Managua	289-4605
2	Aguilar, Lic. Lesbia	PROMAP, MARENA, Managua	263-2354
3	Alvarado, Lic. Petrona	Entomólogo UNAN-León	0311-6961
4	Arauz, Ing. Vladimir	MANPROSA, Managua	278-6360
5	Belli, Lic. Ligia	Universidad de Cornell	278-1605
6	Bolaños, Ing. Miguel	Director de Proyectos, UNICAFE, Managua	278-6126
7	Bown, Dr. David	Organización Panamericana de la Salud, MINSA, Managua	289-4200
8	Calderón, Ing. Francisco	Sociedad Agrícola, Managua	222-2088
9	Cano, Lic. Enilda	Investigadora de Entomología, CIP, UNAN-León	0311-6961
10	Castro, Téc. Xiomara	Centro Experimental del Algodón, Posoltega	
11	Chamorro, Lic. Anabel	Ministerio de Agricultura, Managua	276-0211
12	Chamorro, Ing. William	Registro y Control de Plaguicidas, MAG, Managua	278-3418
13	Corriols, Dra. Marianela	Consultora PROMAP, MARENA	263-2354
14	Cruz, Ing. Guillermo	Rector, UNA	233-1619
15	Díaz, Ing. Jorge Ulises	ESAVE, UNA	263-2609
16	Duarte, Dr. Zacarías	Consultor, PROMAP, Managua	263-2354
17	Escorcia, Ing. Bayardo	Escuela de Producción Vegetal, UNA, Managua	233-1845
18	González, Lic. Dora Fátima	Consultora, PROMAP-MARENA	263-2354
19	González, Ing. Victor	CIEETS	227-7007
20	Góngora, Ing. Jorge	Director de Sanidad Vegetal, MAG, Managua	265-8536
21	Guharay, Dr. Falguni	MIP-CATIE-INTA, Managua	265-7268
22	Gutiérrez, Ing. Yanet	ESAVE, UNA	263-2609
23	Hernández, Agr. Emma	UNAN - León	0311-6961
24	Hernández, Ing. Luis	Entomólogo, ESAVE-UNA	263-2609
25	Herrera, Ing. Isabel	ESAVE, UNA, Managua	263-2609
26	Hruska, Dr. Allan	Jefe del Depto. Protección Vegetal, ZAMORANO, Honduras	504-766140
27	Jiménez, Lic. Cora María	Proyecto MIP/CATIE/INTA, Managua	265-7268
28	Jiménez, Lic. Alba Nidia	Dirección de Sanidad Vegetal, MAG	071-32617
29	Lacayo, Ing. Orontes	Supervisor Agrícola, OYACAL, Managua	276-0485
30	Lozano, Dra. Luz Marina	Sustancias Tóxicas, MINSA	289-4605
31	Lugo, Lic. Emperatriz	Jefe de Laboratorio de Entomología, MINSA, Man.	228-9404
32	Lumby, Ing. Uriel	PRODERBO, Managua	276-0383
33	Mayorga, Ing. Ramiro	Responsable Administrativo, Proy. Ord. Terr. y Tecnología Agropec.	276-0431
34	Martínez, Lic. Rolando	Docente en MIP, UNAN-León	0311-6961
35	Martínez, Lic. Danilo	Diario La Tribuna, Managua	

**LISTA INVITADOS A LA 2a. PRESENTACION DEL PROYECTO  
"RESISTENCIA A PESTICIDAS EN PLAGAS DE IMPORTANCIA AGRICOLA EN NICARAGUA", PROMAP-MARENA  
HOTEL CAMINO REAL, SALON CHINANDEGA, MIERCOLES 9 DE JULIO DE 1997**

36	Méndez, Ing. Elida	Proyecto MIP/CATIE/INTA, Managua	265-7268
37	Miranda, Ing. Fredy	Entomólogo, ESAVE-UNA	263-2609
38	Monterrey, Ing. Julio	MIP-CATIE-INTA, Managua	265-7268
39	Monzón, Ing. Amulfo	Jefe de Depto. Entomología, ESAVE-UNA	263-2609
40	Morales, Ing. Ellser	PRODERBO, Managua	276-0383
41	Narváez, Lic. Conny	Depto. CIP, UNAN-León	0311-6961
42	Noguera, Lic. Thelma	Programa E.T.V., SILAIS, Managua	249-5853
43	Ortiz, Ing. Sergio	SAGSA - León	0311-6003
44	Pérez Alemán, Lic. Salvador	Coordinador, MOPAFMA, Managua	277-4698
45	Pérez Arévalo, Ing. Salvador	SOAGRO, Managua	278-4368
46	Pérez, Dr. Carlos J.	Univ. de Cornell, Coord. Proyecto de Resistencia	278-1605
47	Palma García, Lic. Rosa	Departamento de Registro y Control de Plaguicidas, MAG	278-3418
48	Pastora, Lic. Rebecca	Facultad de Ciencias, UNAN-León	0311-4012
49	Pichardo, Ing. Sergio	ESAVE, UNA	263-2609
50	Quiñonez, Ing. Jairo	Dirección de Sanidad Vegetal, MAG	0812-2870
51	Reyes, Dra. Martha	Dir. Prog. de Enferm Transmit. por Vectores, MINSAs, Managua	249-5926
52	Rivas, Ing. Isabel	Sección de Fitopatología, ESAVE, UNA	263-2609
53	Ríos, Lic. David	Colegio de Biólogos y Ecólogos de Nicaragua	278-5204
54	Rojas, Ing. Aldo	ESAVE, UNA	263-2069
55	Rodríguez, Ing. Miguel A.	MANPROSA, Managua	267-0530
56	Rodríguez, Ing. Carlos	PRA-DC	222-2088
57	Sandino, Ing. Victor	Docente de Entomología, ESAVE, UNA	263-2609
58	Selva, Ing. Guillermo	Presidente, Comisión del Medio Ambiente, Asamblea Nacional	228-2099
59	Shelton, Dr. Anthony M.	Profesor, Departamento de Entomología, Univ. de Cornell	315-787-2352
60	Solano, Dra. Luz Marina	Dirección de Sustancias Tóxicas, MINSAs	289-4605
61	Tapia, Ing. Jorge	Dirección de Sanidad Vegetal, MAG	0311-4149
62	Ulloa, Lic. Socorro	PASOLAC, Managua	278-3073
63	Toledo, Lic. Reyneris	Dir. Sustancias Tóxicas - MINSAs	289-4160
64	Valle, Lic. Sonia	Lab. de Investigación Entomológica, MINSAs	228-9404
65	Vanegas, Ing. Héctor	Entomólogo - ZAMORANO	504-768140
66	Varela, Ing. Gregorio	Director, ESAVE - UNA	263-2609
67	Vargas, Lic. Danelia	Centro Experimental del Algodón, Posoltega	
68	Vargas, Pedro	UNAN-León	0311-6961
69	Vaughan, Ing. Mario	Coordinador, PROMAP - MARENA, Managua	263-2831

## PROGRAMA

# “Resistencia a Insecticidas en Plagas de Cultivos No-Tradicionales y Agroindustriales de Nicaragua”

HOTEL CAMINO REAL, SALON CHINANDEGA

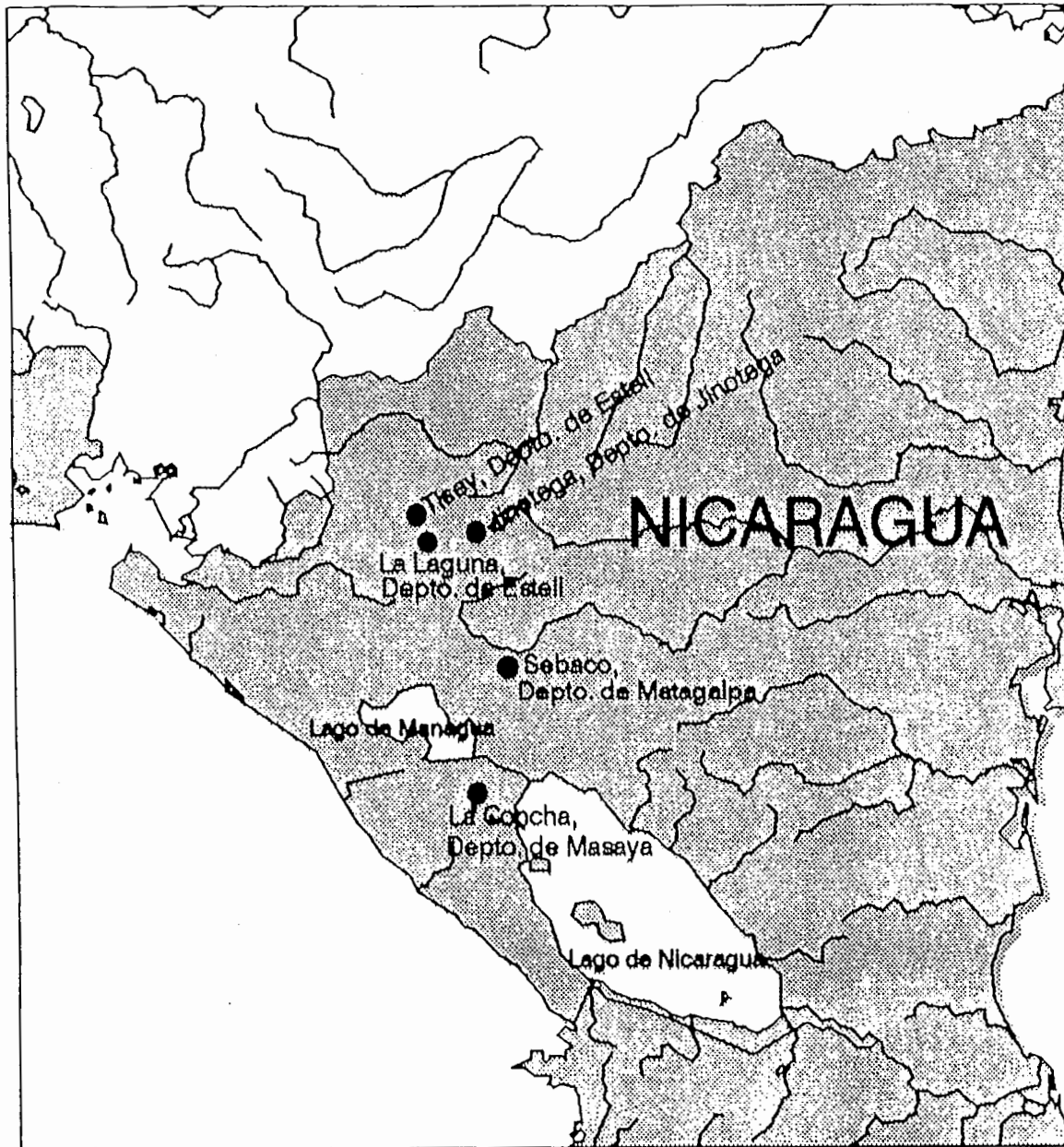
MIÉRCOLES 9 DE JULIO DE 1997

<u>Hora (p.m.)</u>	<u>Conferencia</u>	<u>Expositor</u>
1:45 – 2:00	Programa del Ministerio de Agricultura para implementar el Manejo Integrado de Plagas en la Agricultura.	<b>Ing. Jorge Góngora</b> Director de Sanidad Vegetal Ministerio de Agricultura y Ganadería
2:00 – 2:20	Relación entre severidad de la resistencia y reducción de la eficacia de los insecticidas a nivel de campo.	<b>Dr. Carlos J. Pérez</b> Coordinador Proyecto Resistencia a Insecticidas en Nicaragua
2:20 – 2:50	Resistencia a insecticidas en <i>Helicoverpa zea</i> y <i>Spodoptera exigua</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	<b>M. Sc. Petrona Alvarado</b> Depto. de Control Integrado de Plagas, UNAN-León
2:50 – 3:05	REFRIGERIO	
3:05 – 3:35	Resistencia a insecticidas en <i>Plutella xylostella</i> (Lepidoptera: Plutellidae) y <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Scolytidae).	<b>M. Sc. Freddy Miranda</b> Entomólogo Escuela de Sanidad Vegetal Universidad Nacional Agraria
3:35 – 3:50	Resistencia a insecticidas en la mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> (Homoptera: Aleyrodidae).	<b>Ing. Héctor Vanegas</b> Depto. de Protección Vegetal El Zamorano, Honduras
3:50 – 4:10	Integración de tácticas nuevas y tradicionales para el manejo de plagas.	<b>Dr. Anthony M. Shelton</b> Profesor, Dpto. de Entomología, Universidad de Cornell
4:10 – 4:40	Propuesta para el manejo de resistencia a pesticidas en Nicaragua.	<b>Dr. Allan Hruska</b> Jefe del Dpto. de Prot. Veget., El Zamorano, Honduras
4:40 – 5:10	Discusión	
5:10 – 7:00	COCKTAIL	

(APENDICE 4)

Mapas de Distribución Geográfica de la Resistencia a Insecticidas  
en *Plutella xylostella*, *Spodoptera exigua*, *Helicoverpa zea*  
y *Bemisia tabaci*

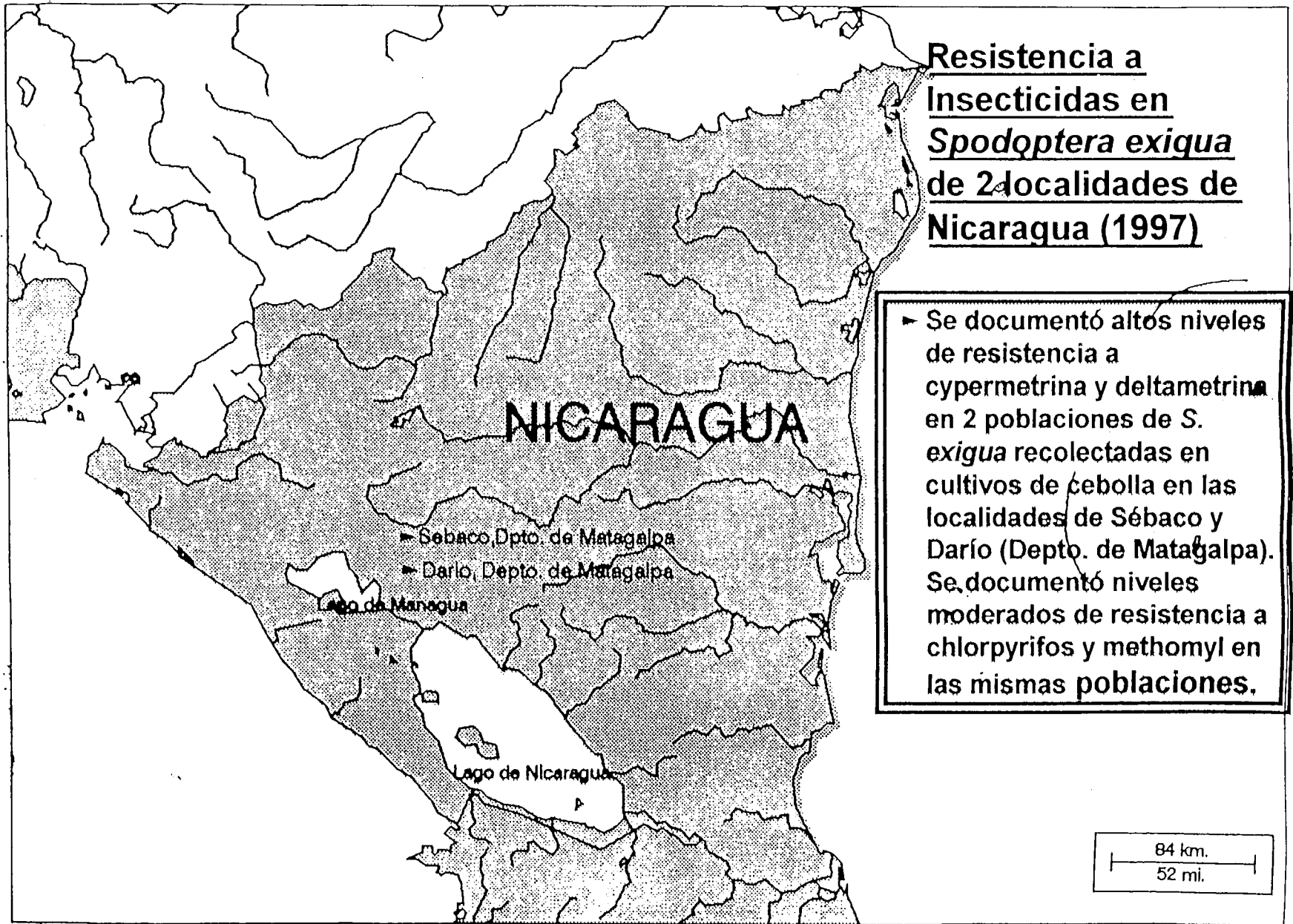
**Distribución**  
**Geográfica de la**  
**Resistencia de**  
***Plutella xylostella* a**  
**Insecticidas en**  
**Nicaragua (1997)**



- Se documentó resistencia a cypermetrina, deltametrina, thiocyclam, chlorfluazurón, y metamidofos en 6 localidades: Tisey y La Laguna (Depto. de Estelí), Sébaco-Las Brisas y Sébaco-Chagüitillo (Depto. de Matagalpa), La Concha (Depto. de Masaya) y Jinotega (Depto. de Jinotega).

84 km.  
52 mi.

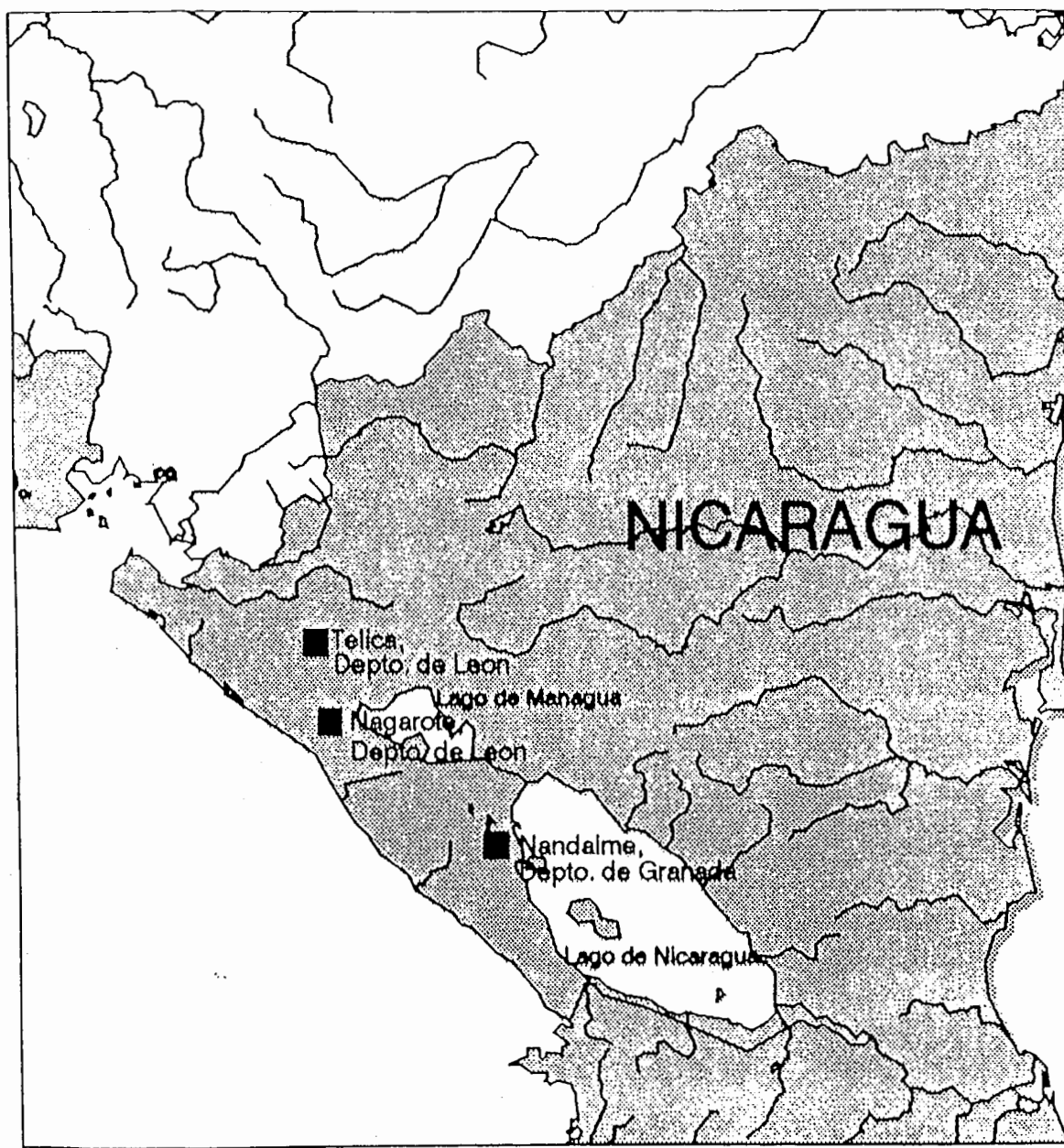
**Resistencia a  
Insecticidas en  
*Spodoptera exigua*  
de 2 localidades de  
Nicaragua (1997)**



- ▶ Se documentó altos niveles de resistencia a cypermetrina y deltametrina en 2 poblaciones de *S. exigua* recolectadas en cultivos de cebolla en las localidades de Sébaco y Darío (Depto. de Matagalpa). Se documentó niveles moderados de resistencia a chlorpirifos y methomyl en las mismas poblaciones.

84 km.  
52 mi.

Resistencia a  
Insecticidas en  
*Helicoverpa zea* de 3  
localidades de  
Nicaragua (1997)



NICARAGUA

■ Telica,  
Depto. de León

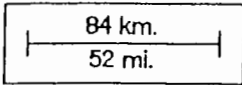
■ Nagarote,  
Depto. de León

■ Nandaime,  
Depto. de Granada

Lago de Nicaragua

Lago de Managua

■ Se documentó resistencia a cypermetrina, deltametrina y chlorpyrifos, en 3 poblaciones de *H. zea* recolectadas en cultivos de tomate y maíz en las localidades de Nandaime (Depto. de Granada), Telica y Nagarote (Depto. de León).

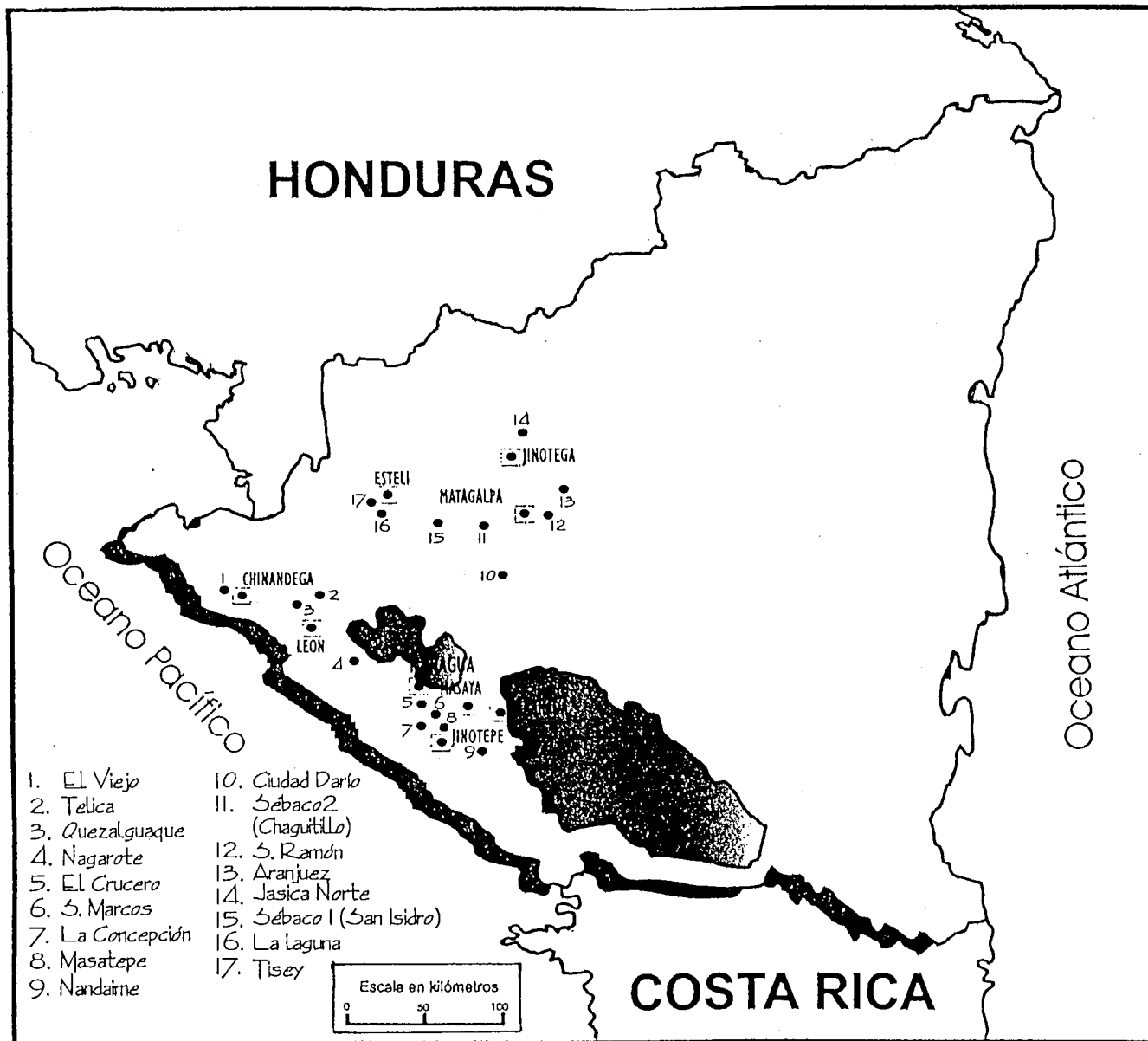


**Resistencia a  
Insecticidas en  
*Bemisia tabaci* de 4  
localidades de  
Nicaragua (1997)**

× Se documentó resistencia a bifentrín, metamidofos y endosulfán en *B. tabaci* de El Viejo (Depto. De Chinandega), Sébaco (Depto. de Matagalpa) y Nandaimé (Depto. de Granada). Además, se documentó resistencia a metamidofós en una población de *B. tabaci* recolectada cerca de la ciudad de León.



84 km.  
52 mi.



MAPA DE ZONAS DONDE FUERON RECOLECTADAS LAS 5 PLAGAS PARA EVALUACION DE RESISTENCIA EN NICARAGUA, JULIO 1996 - JULIO 1997.

(APENDICE 5)

Inventario de Materiales y Equipos Remanentes Ubicados en la  
Escuela de Sanidad Vegetal, Universidad Nacional Agraria  
(Inventario Realizado por Ing. Luis Hernández; Agosto 4 de  
1997)

Managua, 4 de agosto de 1997

Ing. Arnulfo Monzon  
Sud- Director ESAVE

Estimado Ingeniero:


Por este medio le estoy remitiendo listado de materiales utilizados en el Proyecto de Cuantificación y Manejo de la Resistencia a Insecticidas en Plagas Agrícolas de Nicaragua en fecha del 19 de noviembre de 1996 al 4 de agosto de 1997.

Es importante darle a conocer que en la cría existe una bomba de vacío que esta en carácter de préstamo (Zamorano) y que la impresora que esta en la dirección no tiene una asignación definitiva.

Ademas quiero manifestarle que alguna cristalería y materiales plásticos sufrieron algún deterioro y no se incluyen en la lista como por ejemplo 3 beakers de 600 ml. , 6 pipetas serológicas etc.

Deseándole muchos éxitos en el ejercicio de su profesión.

Afectuosamente

  
Ing. Luis Hernández

cc: Dr. Carlos Pérez ✓  
Ing. Freddy Miranda

**Inventario realizado el día 4 de agosto de 1997**  
**Proyecto Resistencia a Insecticidas**  
**Departamento de Control Integrado de Plagas**  
**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León**

Cantidad	Descripción	Unidades
3	Máscaras	2
2	Bolsas prefilter Retainer	
2	Bolsas prefilter part. # 8010 TC-23C-1338	
1	Caja de pipet 10 ml in 1/10 ml	12 unidades
3	Cajas de pipetas 1ml in 1/10 ml	28 unidades
3	Cajas de pipetas 5 ml in 1/10 ml	35 unidades
1	Caja de filtros (3 pares)	6 unidades
2	Caja de puntas de micropipetas	143 unidades
2	Bolsas de pipet tips 1-200 microliter	
1	Bolsa de pipet tips 200-1000 microliter	
1	Bolsa de microtubes	
1	Caja de viales	34 unidades
1	Caja de tapones negro para viales	135 unidades
1	Set de cucharas de medir	
2	Microjeringa de 0.025 ml	2 unidades
2	Microjeringa de 0.050 ml (usada)	2 unidades
2	Repetidores order # U6271084002	2 unidades

1	Contador	1 unidad
1	Ingraham Model 12-723	1 unidad
1	Micropipeta 10-100 ul	1 unidad
1	Micropipeta 100-1000 ul	1 unidad
1	Micropipeta 20-200 ul	1 unidad
4	Picetas de 500 ml	4 unidades
2	Picetas de 1000 ml	2 unidades
5	Wheaton 125 ml	
1	Vaso plástico (Rubbermaid)	1 unidad
1	Embudo	1 unidad
2	Espátulas plásticas	2 unidades
1	Licadora industrial (1 gal)	1 unidad
2	Bulbos de hule para pipetas	2 unidades
3	Succionadores tapón blanco	3 unidades
1	Termómetro	1 unidad
1	Olla de aluminio con su tapa	1 unidad
5	Bandejas plásticas	5 unidades
1	Balde plástico grande (para jaula)	1 unidad
1	Balde plástico pequeño (para jaula)	1 unidad
1	Cuchara de madera	

BIBLIOTECA WILSON POPENOM  
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
 APARTADO 93  
 TEGUCIGALPA HONDURAS

(APENDICE 6)

Inventario de Materiales y Equipos Remanentes Ubicados en el  
Departamento de Control Integrado de Plagas, Universidad  
Nacional Autónoma de Nicaragua-León  
(Inventario Realizado por Agr. Emma Hernández;  
Agosto 4 de 1997)

Inventario realizado el día 4 de agosto de 1997  
 Proyecto Resistencia a Insecticidas  
 Departamento de Control Integrado de Plagas  
 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León

Cantidad	Descripción	Unidades
3	Máscaras	2
2	Bolsas prefilter Retainer	
2	Bolsas prefilter part. # 8010 TC-23C-1338	
1	Caja de pipet 10 ml in 1/10 ml	12 unidades
3	Cajas de pipetas 1ml in 1/10 ml	28 unidades
3	Cajas de pipetas 5 ml in 1/10 ml	35 unidades
1	Caja de filtros (3 pares)	6 unidades
2	Caja de puntas de micropipetas	143 unidades
2	Bolsas de pipet tips 1-200 microliter	
1	Bolsa de pipet tips 200-1000 microliter	
1	Bolsa de microtubes	
1	Caja de viales	34 unidades
1	Caja de tapones negro para viales	135 unidades
1	Set de cucharas de medir	
2	Microjeringa de 0.025 ml	2 unidades
2	Microjeringa de 0.050 ml (usada)	2 unidades
2	Repetidores order # U6271084002	2 unidades
1	Contador	1 unidad

1	Ingraham Model 12-723	1 unidad
1	Micropipeta 10-100 ul	1 unidad
1	Micropipeta 100-1000 ul	1 unidad
1	Micropipeta 20-200 ul	1 unidad
4	Picetas de 500 ml	4 unidades
2	Picetas de 1000 ml	2 unidades
5	Wheaton 125 ml	
1	Vaso plástico (Rubbermaid)	1 unidad
1	Embudo	1 unidad
2	Espátulas plásticas	2 unidades
1	Licuada industrial (1 gal)	1 unidad
2	Bulbos de hule para pipetas	2 unidades
3	Succionadores tapón blanco	3 unidades
1	Termómetro	1 unidad
1	Olla de aluminio con su tapa	1 unidad
5	Bandejas plásticas	5 unidades
1	Balde plástico grande (para jaula)	1 unidad
1	Balde plástico pequeño (para jaula)	1 unidad
1	Cuchara de madera	

(APENDICE 8)

Acuerdo de Cooperación MARENA-MAG  
Programa de Manejo de Plaguicidas  
Contrato de Firma Consultora  
Términos de Referencia

# PROYECTO DE ORDENAMIENTO Y TECNOLOGIA

## ACUERDO DE COOPERACION MARENA-MAG

### PROGRAMA DE MANEJO DE PLAGUICIDAS

#### CONTRATO DE FIRMA CONSULTORA

#### TERMINOS DE REFERENCIA

##### *INVESTIGACION DE LA RESISTENCIA DE PLAGAS A LOS PLAGUICIDAS*

#### I. ANTECEDENTES

Como una consecuencia del uso intensivo, indiscriminado y a dosis cada vez más elevadas de plaguicidas, el problema del desarrollo de resistencia de las plagas a ellos conlleva consecuencias económicas y ambientales de gran significación. Muchas plagas han desarrollado resistencia pero los estudios que se han realizado hasta ahora en Nicaragua sólo cubre un limitado número de especies en relación a una diversidad también limitada de productos químicos. En base a cálculos realizados respecto al consumo de plaguicidas en 1987, se estima que el costo de la resistencia de las plagas a los plaguicidas fue del orden de 26.1 millones de dólares en ese año. Entre las pocas plagas estudiadas se conocen como resistentes los belloteros del algodón, la polilla dorso de diamante del repollo, los gusanos medidores, las orugas militares, los minadores y el picudo del algodónero. También los mosquitos transmisores de la malaria desarrollaron una amplia resistencia debido al uso intensivo de insecticidas en los campos de cultivo.

Actualmente los estudios de resistencia son muy limitados y se requiere desarrollar un programa muy concreto que incluya el reconocimiento de la resistencia de plagas claves a plaguicidas que están siendo usados intensivamente en áreas y cultivos críticos.

El Plan de Operaciones del Programa de Control de Plaguicidas, un subcomponente del Proyecto de Tecnología Agropecuaria y Ordenamiento de la Propiedad Agraria contempla la contratación de una firma Consultora que se ocupe de realizar estos estudios.

#### II. OBJETIVO DE LA CONSULTORIA

Evaluar la resistencia de las plagas claves a los plaguicidas de uso común, especialmente en cultivos anuales sujetos a un uso intensivo de plaguicidas (ej., hortalizas, granos básicos y oleaginosas).

### III. RESULTADO ESPERADO

Como resultado del trabajo, se espera orientar a los agricultores y dar bases a las agencias gubernamentales respectivas para regular aquellos productos afectados por este fenómeno y en último término restringir el uso de aquellos plaguicidas contra los cuales las plagas han desarrollado resistencias a fin de proteger los intereses de los usuarios y de los propios fabricantes y distribuidores.

### IV. EL TRABAJO

Bajo la autoridad del MARENA en cooperación con el MAG y la supervisión de la coordinación del programa, la firma consultora deberá:

1. Seleccionar aquellas plagas y plaguicidas comunes en cultivos económicamente importantes sujetos a una alta presión de control químico.
2. En base a normas internacionalmente reconocidas y estadísticamente confiables, hacer las evaluaciones correspondientes en aquellas poblaciones de insectos de importancia crítica, procesar e interpretar los resultados y señalar los niveles de resistencia encontrados en relación a poblaciones susceptibles y derivar conclusiones y recomendaciones de manejo del problema.
3. Hacer un mapa de distribución de áreas, plagas y cultivos críticos desde el punto de vista del desarrollo de resistencia a plaguicidas y proponer al gobierno las medidas pertinentes.

### V. COORDINACION

La firma consultora deberá enlazar la ejecución de su trabajo con el Coordinador del Programa y con las Direcciones y Departamentos atinentes del MINSA y del MAG y mantener una estrecha relación con la Comisión Nacional de Agroquímicos y los miembros de la misma que tengan relación con el trabajo de la firma consultora. Cuando fuese necesario, también podrá desarrollar actividades de coordinación y colaboración con otras entidades gubernamentales o no, relacionadas al tema de los residuos de plaguicidas en los alimentos.

### VI. INFORMES

La firma consultora preparará informes trimestrales del progreso de las actividades y lo presentará a la Coordinación del Programa para su envío a la Unidad Coordinadora del Proyecto a través de la Dirección General del Ambiente (DGA) del MARENA y posterior inclusión en el informe trimestral consolidado del Proyecto. Los informes deberán incluir los aspectos financieros de la Consultoría.

Además de los informes y revisiones de medio plazo, se hará una evaluación del impacto del trabajo realizado dentro del Programa de Manejo de Plaguicidas y sus potenciales consecuencias en la salud y la actividad agrícola.

Al final del período de su trabajo la firma consultora preparará un borrador de informe final describiendo en detalle los resultados de su trabajo incluyendo la documentación correspondiente por él generada. Después de su revisión por la coordinación del programa y aprobación por la DGA/MARENA y la UCP el consultor presentará el informe final a más tardar treinta días después de que el borrador haya sido aprobado por la DGA/MARENA y UCP.

## VII. CALIFICACIONES DE LA FIRMA CONSULTORA

Experiencia en el muestreo, análisis e interpretación de resultados de estudio de resistencia de plagas a los plaguicidas. Capacidad científica, conocimiento técnico y experiencia práctica en el estudio de la resistencia de las plagas. Deberá tener al menos 5 años de actividad ligada a estos estudios y vinculaciones en el ámbito internacional. Estar familiarizado con las políticas ambientales, agropecuarias y del sector ocupacional.

## VIII. DURACION

Para su ejecución, la duración inicial de este contrato será solamente de un año pero se renovará de acuerdo al tiempo real requerido sujeto a la recomendación de especialistas en la materia.