



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

**EFFECTOS DE EXTRACTOS BOTANICOS SOBRE EL
MINADOR DE LA HOJA DE LOS CITRICOS (*Phyllocnistis
citrella* Stainton) EN PLANTAS DE VIVERO**

POR :

SERGIO ERNESTO FLORES HERNANDEZ

RAUL ALFREDO ORELLANA PERAZA

MAX VELASQUEZ VELASCO

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 1998

T-UES
1304
1998
F634

Ej.º 9

1441

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

DR. BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL:

LIC. ENNIO LUNA



FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO :

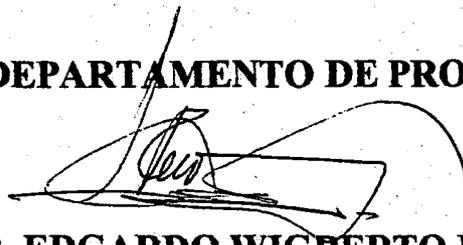
ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

SECRETARIO :

ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO

COMPRA DONACION CANJE
POR: Secretario de la fa.
FECHA: OCT. 1998

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



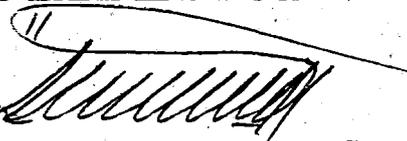
ING. AGR. EDGARDO WIGBERTO LARA RODRIGUEZ

ASESOR

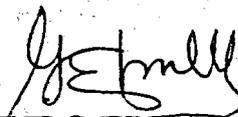


ING. AGR. LEOPOLDO SERRANO CERVANTES

JURADO EXAMINADOR



ING. AGR. M. Sc. JOSE MIGUEL SERMEÑO CHICAS



ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN



ING. AGR. M. Sc. JOSE ALCIDES NAVARRO

RESUMEN

El trabajo se realizó en dos fases : a) fase de invernáculo; y b) fase de campo.

La primera se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agronómicas en la Ciudad Universitaria, San Salvador, entre Abril y Julio de 1997, bajo condiciones de casa de malla y vidrio (invernáculo), utilizando el diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones y tres plantas de mandarina (*Citrus reticulata*) por unidad experimental, evaluando los siguientes parámetros : Número de hojas susceptibles y número de hojas minadas por tratamiento.

En esta fase se probaron los siguientes extractos botánicos : *Ocimum basilicum*, *Mentha citrata*, *Origanum* sp (Labiatae); *Ricinus communis* (Euforbiaceae); *Annona muricata* (Annonaceae); *Eryngium* sp (Umbelliferae); *Gliricidia sepium*, *Erythrina berteroana* (Papilionaceae); *Allium sativum*, *Allium cepa* (Liliaceae); *Cecropia peltata* (Moraceae); *Mammea americana* (Gutiferae); *Ruta graveolens* (Rutaceae); *Hamelia patens* (Rubiaceae); *Thevetia peruviana* (Apocinaceae); *Psittacanthus calyculatus* (Lorantaceae); *Bursera simaruba* (Burseraceae); *Enterolobium cyclocarpum* (Mimosaceae); *Swietenia humilis*, *Azadirachta indica*, *Melia azederach* (Meliaceae); y *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), los cuales se dividieron en cuatro ensayos con diferente número de tratamientos, seleccionando al final los últimos tres para ser evaluados en la siguiente fase de campo, ya que éstos no presentaron hojas minadas durante la evaluación y donde los testigos relativo y absoluto de cada uno de ellos mostraron los siguientes porcentajes de hojas dañadas : 59.91 y 46.21; 65.46 y 74.84; 43.43 y 42.89, respectivamente.

Con el propósito de entender mejor el efecto de los extractos botánicos en la fase anterior, se realizaron algunas pruebas de mortalidad y repelencia *in vitro*, en donde se incluyeron los tres extractos antes mencionados, así como también : *Allium sativum*, que no presentó hojas minadas, *Allium cepa* y *Mentha citrata*, con un porcentaje de hojas minadas del 2.08 y 2.38, respectivamente.

La segunda fase se llevó a cabo en el Cantón El Volcán, Jurisdicción de Sensuntepeque, Cabañas, entre los meses de Agosto y Septiembre del mismo año,

evaluando en campo extractos acuosos de *Azadirachta indica*, *Melia azederach* y *Nicotiana tabacum*, junto a un tratamiento "testigo relativo" consistente en el uso de un insecticida organofosforado (Malathion 57% C.E.); bajo un diseño estadístico de bloques al azar con siete repeticiones, cinco tratamientos y cinco plantas por unidad experimental.

Los parámetros evaluados fueron: número de hojas susceptibles y número de hojas minadas por tratamiento, obteniéndose en los tres extractos probados un porcentaje de hojas minadas del 25.02, 27.01 y 23.52 respectivamente, siendo superior este porcentaje en el testigo absoluto (81.37). Con respecto al testigo relativo (18.78% de hojas minadas), los extractos acuosos no tuvieron diferencia significativa.

Al hacer el recuento de hojas minadas en el tratamiento correspondiente a *Azadirachta indica*, se pudo observó en algunas ocasiones un desarrollo incompleto de las larvas de *Phyllocnistis citrella*, por lo que es de suponer que ejerce algún efecto sobre éstas.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad de El Salvador, por habernos brindado nuestra formación profesional.
- A nuestro asesor, Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes, por su apoyo incondicional durante el desarrollo de la investigación.
- Al Proyecto Usulután II y a la Ing. Agr. María Cristina Negro, por su ayuda económica, como apoyo a fotografías, tiraje y fotocopiado de este trabajo.
- A los Ings. Agrs. Miguel Sermeño y Roberto Calderón, por facilitar materiales para el establecimiento de los ensayos; así como valiosa información para el desarrollo del trabajo.
- Al Ing. Agr. Francisco Lara, por haber dedicado parte de su tiempo para ayudar en la interpretación de resultados de este trabajo.
- Al Ing. Agr. Alcides Navarro y al Técnico Israel Olivares (MAG), por su valiosa colaboración logística brindada durante esta investigación.
- Al Ing. Agr. Elmer Blanco (CENTA), por permitir el acceso al vivero de dicha institución.
- A la familia Velasco (Cantón El Volcán, Sensuntepeque), por facilitar el área donde se instaló la fase de campo de este estudio.
- A los miembros del jurado examinador, quienes con sus conocimientos enriquecieron el contenido y presentación de este trabajo.

- A José María Martínez Dueñas (dibujante Técnico de la Facultad de Ciencias Agronómicas), por la elaboración de las diferentes figuras que se presentan dentro de este trabajo.

- A la señora Marina del Carmen Rodríguez, por su colaboración en la digitación del documento.

DEDICATORIA

- **A DIOS TODOPODEROSO :** Principal guiador de mi vida, por haberme iluminado en todos estos años, por darme la sabiduría y la fuerza para alcanzar la cumbre de mi Carrera.

- **A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR :** Por brindarme el camino hacia el desarrollo profesional, útil a la sociedad.

- **A MIS PADRES :** Por depositar en mí la confianza y el deseo de verme realizado como profesional.

- **A MIS HERMANOS :** Por su ayuda y apoyo incondicional.

- **A LOS DOCENTES :** Para ellos manifiesto mi respeto y agradecimiento, por su empeño y ardua labor.

- **A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS :** De manera especial por su amistad y apoyo brindado para salir adelante.

SERGIO ERNESTO FLORES HERNANDEZ

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO Y CRISTO JESUS, por proveerme de sabiduría, perseverancia y salud para culminar una etapa más de mi vida.
- A MI PADRE : Raúl Orellana (Q.E.P.D.), por inculcarme buenos valores y ser un digno ejemplo de superación.
- A MI MADRE, Victoria Peraza, por ser mi inspiración y darme el apoyo necesario para lograr esta anhelada meta.
- A MIS TIOS: César Peraza y Adán Galdámez, por brindarme su apoyo incondicional para la obtención de esta profesión universitaria.
- A MIS HERMANAS: Gabriela y Fátima Orellana, por su comprensión y paciencia que me tuvieron a lo largo de mi formación profesional.
- A mis demás familiares y amigos, que de alguna u otra manera me apoyaron para seguir adelante y alcanzar el éxito.

RAUL ALFREDO ORELLANA PERAZA

DEDICATORIA

- **A DIOS TODOPODEROSO: Por darme existencia, salud y entendimiento, durante la fase de estudio.**
- **A MIS PADRES : Pedro Juan Velásquez y Sofia Velasco.**
- **A MIS HERMANOS : Aquiles Velásquez y Aníbal Velásquez**
- **A MIS TIOS : Leticia Velasco y Sebastián Velasco.**
- **DEMÁS FAMILIARES Y AMIGOS.**

MAX VELASQUEZ VELASCO

INDICE

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMEN | iv |
| AGRADECIMIENTOS | vi |
| DEDICATORIA | vii |
| INDICE DE CUADROS | xvi |
| INDICE DE FIGURAS | xxii |
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. REVISION DE LITERATURA | 2 |
| 2.1. Frutales cítricos | 2 |
| 2.1.1. Importancia de los cítricos | 2 |
| 2.1.2. Origen y distribución de los frutales cítricos | 2 |
| 2.1.3. Principales insectos asociados a los cítricos | 2 |
| 2.2. Minador de la hoja de los cítricos | 3 |
| 2.2.1. Clasificación taxonómica | 3 |
| 2.2.2. Origen y distribución geográfica | 3 |
| 2.2.3. Daños | 4 |
| 2.2.4. Biología | 5 |
| a) Huevo | 5 |
| b) Larva | 6 |
| c) Prepupa | 7 |
| d) Pupa | 8 |
| e) Adulto | 8 |
| f) Ciclo de vida | 9 |
| 2.2.5. Bioecología | 11 |
| a) Clima y abundancia estacional | 11 |
| b) Enemigos naturales | 11 |
| c) Susceptibilidad de las hojas | 13 |

| | Página |
|---|--------|
| d) Hospedantes y susceptibilidad dentro del género <i>Citrus spp</i> | 13 |
| 2.2.6. Medidas de control del minador de la hoja de los cítricos. | 16 |
| a) Control químico sintético | 16 |
| b) Control biológico | 20 |
| c) Control cultural | 24 |
| d) Control botánico | 25 |
| 2.2.7. Plaguicidas botánicos | 26 |
| 2.2.7.1. Paraíso (<i>Melia azederach</i>) | 29 |
| a) Generalidades | 29 |
| b) Clasificación y descripción botánica | 30 |
| c) Origen y distribución | 30 |
| d) Principio activo y modo de acción | 30 |
| e) Insectos sobre los que actúa | 31 |
| f) Método de preparación y aplicación de extractos | 31 |
| 2.2.7.2. Neem (<i>Azadirachta indica</i>) | 31 |
| a) Generalidades | 31 |
| b) Clasificación y descripción botánica | 32 |
| c) Origen y distribución | 32 |
| d) Principio activo y modo de acción | 33 |
| e) Plagas sobre las que actúa | 34 |
| f) Método de preparación y aplicación de extractos | 34 |
| 2.2.7.3. Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) | 35 |
| a) Generalidades | 35 |
| b) Clasificación y descripción botánica | 35 |
| c) Origen y distribución | 35 |
| d) Principio activo y modo de acción | 36 |

| | Página |
|--|--------|
| e) Método de preparación y aplicación de extractos | 36 |
| 2.2.7.4. 0,0 Dimetil fosforoditioato de dietil (Malathion 57% CE) | 36 |
| 3. MATERIALES Y METODOS | 37 |
| 3.1. Fase de invernáculo | 37 |
| 3.1.1. Localización | 37 |
| 3.1.2. Descripción del invernáculo | 37 |
| 3.1.3. Características climáticas del lugar | 37 |
| 3.1.4. Montaje de los ensayos | 37 |
| a) Inducción de las plantas a brotación | 37 |
| b) Obtención de la plaga | 39 |
| c) Cámara de cría | 39 |
| d) Preparación de extractos | 39 |
| e) Aplicación de extractos | 39 |
| f) Exposición de adultos a extractos botánicos | 41 |
| g) Alimentación del insecto | 41 |
| 3.1.5. Metodología estadística | 41 |
| a) Factores en estudio y tratamientos | 41 |
| b) Toma de datos | 41 |
| c) Diseño estadístico | 41 |
| d) Tamaño y cantidad de experimentos | 42 |
| e) Parámetros evaluados | 42 |
| f) Modelo estadístico | 42 |
| 3.1.6. Descripción de pruebas experimentales de mortalidad y repelencia de adultos de <i>P. citrella</i> | 46 |
| a) Prueba de mortalidad | 46 |
| b) Prueba de repelencia | 46 |
| 3.2. Fase de campo | 49 |
| 3.2.1. Localización | 49 |

| | Página |
|---|--------|
| 3.2.2. Características climáticas del lugar | 49 |
| 3.2.3. Montaje del ensayo | 49 |
| a) Inducción de plantas a brotación | 49 |
| b) Preparación de extractos | 49 |
| c) Establecimiento de los bloques | 50 |
| d) Aplicación de extractos | 50 |
| 3.2.4. Metodología estadística | 50 |
| a) Factores en estudio y tratamientos | 50 |
| b) Toma de datos | 52 |
| c) Diseño estadístico | 52 |
| d) Parámetros evaluados | 52 |
| e) Modelo estadístico | 52 |
| 3.3. Algunas consideraciones sobre la morfología, bioecología y – comportamiento de <i>P. citrella</i> | 53 |
| a) Morfología de <i>P. citrella</i> | 53 |
| b) Bioecología y comportamiento de <i>P. citrella</i> | 54 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSION | 55 |
| 4.1. Observaciones experimentales del efecto de extractos botánicos sobre <i>P. citrella</i> en la fase de invernáculo | 55 |
| 4.2. Observaciones experimentales de las pruebas de mortalidad y re- pelencia sobre <i>P. citrella</i> | 60 |
| a) Prueba de mortalidad | 60 |
| b) Prueba de repelencia | 62 |
| 4.3. Observaciones experimentales del efecto de extractos botánicos sobre <i>P. citrella</i> en la fase de campo | 63 |
| 4.4. Observaciones sobre la morfología, bioecología y el comporta- miento de <i>P. citrella</i> | 71 |
| a) Morfología de <i>P. citrella</i> | 71 |
| b) Bioecología y comportamiento de <i>P. citrella</i> | 71 |
| 5. CONCLUSIONES | 75 |

| | Página |
|--------------------------|--------|
| 6. RECOMENDACIONES | 76 |
| 7. BIBLIOGRAFIA | 78 |
| 8. ANEXOS | 86 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Ciclo biológico de <i>P. citrella</i> | 10 |
| 2 | Enemigos naturales de <i>P. citrella</i> Stn | 12 |
| 3 | Especies cítricas susceptibles y resistentes al ataque de <i>P. citrella</i> Stn | 14 |
| 4 | Observaciones sobre la incidencia del minador de la hoja de los cítricos en especies de <i>Citrus spp</i> y otras Rutáceas en la Provin- cia de Panamá, 1994. (ESQUIVEL, 1995) | 15 |
| 5 | Materiales botánicos evaluados contra <i>P. citrella</i> , en el primer en- sayo, durante la fase de invernáculo | 44 |
| 6 | Materiales botánicos evaluados contra <i>P. citrella</i> , en el segundo ensayo, durante la fase de invernáculo | 44 |
| 7 | Materiales botánicos evaluados contra <i>P. citrella</i> , en el tercer en- sayo, durante la fase de invernáculo | 45 |
| 8 | Materiales botánicos evaluados contra <i>P. citrella</i> , en el cuarto en- sayo, durante la fase de invernáculo | 45 |
| 9 | Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> en los tratamientos evaluados en el primer ensayo du- rante la fase de invernáculo | 56 |

| Cuadro | | Página |
|--------|--|--------|
| 10 | Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> en los tratamientos evaluados en el segundo ensayo, durante la fase de invernáculo | 56 |
| 11 | Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> en los tratamientos evaluados en el tercer ensayo, durante la fase de invernáculo | 57 |
| 12 | Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> en los tratamientos evaluados en el cuarto ensayo, durante la fase de invernáculo | 57 |
| 13 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante el primer ensayo de la fase de invernáculo | 58 |
| 14 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante el segundo ensayo de la fase de invernáculo | 58 |
| 15 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante el tercer ensayo de la fase de invernáculo | 59 |
| 16 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante el cuarto ensayo de la fase de invernáculo | 60 |
| 17 | Mortalidad de adultos de <i>P. citrella</i> , a las 24 horas y 48 horas después de la aplicación de extractos botánicos | 61 |

| Cuadro | | Página |
|--------|--|--------|
| 18 | Prueba de Tukey para la mortalidad promedio por tratamiento de adultos de <i>P. citrella</i> | 62 |
| 19 | Repelencia de adultos de <i>P. citrella</i> , a las 24 horas y 48 horas después de la aplicación de extractos botánicos | 63 |
| 20 | Prueba de Tukey para la repelencia promedio por tratamiento de adultos de <i>P. citrella</i> | 64 |
| 21 | Muestreo de la plaga (<i>P. citrella</i>) previo a la aplicación de tratamientos plaguicidas de origen botánico en la fase de campo | 64 |
| 22 | Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la primera semana, - durante la fase de campo | 65 |
| 23 | Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la segunda semana, - durante la fase de campo | 66 |
| 24 | Porcentaje promedio por planta de follaje afectado por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la tercera semana, durante la fase de campo | 66 |
| 25 | Porcentaje promedio por planta de follaje afectado por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la cuarta semana durante la fase de campo | 67 |

| Cuadro | | Página |
|--------|---|--------|
| 26 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante la primera semana de la fase de campo | 67 |
| 27 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante la segunda semana de la fase de campo | 68 |
| 28 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante la tercera semana de la fase de campo | 68 |
| 29 | Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por <i>P. citrella</i> , durante la cuarta semana de la fase de campo | 69 |
| A-1 | Listado de plantas utilizadas para el control del minador de la hoja de los cítricos (<i>P. citrella</i>) en la fase de invernáculo | 87 |
| A-2 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en el primer ensayo durante la fase de invernáculo | 91 |
| A-3 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en el segundo ensayo, durante la fase de invernáculo | 91 |

| Cuadro | | Página |
|--------|--|--------|
| A-4 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en el tercer ensayo, durante la fase de invernáculo | 92 |
| A-5 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en el cuarto ensayo, durante la fase de invernáculo | 92 |
| A-6 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la primera semana, durante la fase de campo | 93 |
| A-7 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la segunda semana durante la fase de campo | 93 |
| A-8 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la tercera semana, durante la fase de campo | 94 |
| A-9 | Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por <i>P. citrella</i> , en los tratamientos evaluados en la cuarta semana, durante la fase de campo | 94 |
| A-10 | Calibración del microscopio compuesto | 95 |
| A-11 | Calibración del microscopio estereoscopio | 95 |
| A-12 | Análisis de varianza para el 1°, 2°, 3° y 4° ensayo, durante la fase de invernáculo | 96 |

| Cuadro | | Página |
|--------|--|--------|
| A-13 | Análisis de varianza para la prueba de mortalidad de adultos de <i>P. citrella</i> | 97 |
| A-14 | Análisis de varianza para la prueba de repelencia de adultos de <i>P. citrella</i> | 97 |
| A-15 | Análisis de varianza para la 1ª, 2ª, 3ª, y 4ª, semana, durante la fase de campo | 98 |
| A-16 | Ingredientes del plaguicida botánico Bio-insectril | 99 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Plano y distribución de jaulas en el invernáculo | 38 |
| 2 | Cámara de cría de <i>P. citrella</i> utilizada en la fase de invernáculo . | 40 |
| 3 | Jaula utilizada durante los ensayos en invernáculo | 43 |
| 4 | Cámara para prueba de mortalidad de adultos de <i>P. citrella</i> | 47 |
| 5 | Cámara para prueba de repelencia de adultos de <i>P. citrella</i> | 48 |
| 6 | Plano de campo y distribución de los bloques de plántulas cítricas en la fase de campo | 51 |
| 7 | Representación gráfica del efecto producido por los tratamientos sobre <i>P. citrella</i> , durante la fase de campo | 70 |
| 8 | Diferencias internas a nivel de abdomen entre macho y hembra de <i>P. citrella</i> | 72 |
| A-1 | Algunas estructuras morfológicas de <i>P. citrella</i> | 100 |
| A-2 | Tamaño de los diferentes estadios de desarrollo de <i>P. citrella</i> en comparación gráfica | 101 |
| A-3 | Segmentos genitales de la hembra <i>Phyllocnistis populiella</i> - Clem | 102 |

1. INTRODUCCION

En El Salvador, el cultivo de cítricos es uno de los rubros de mayor importancia dentro de la producción de frutales, ya que constituye una fuente de vitamina C a bajo costo para la población y además es una fuente generadora de divisas (Montenegro, 1971).

Sin embargo, en la actualidad este cultivo enfrenta una serie de problemas en los cuales se incluye el ataque constante de plagas, tal es el caso del minador de la hoja de los cítricos (MHC) (*P. citrella* Str) que se documentó en El Salvador en 1994 y el cual puede producir una reducción tanto en cantidad como en calidad de los frutos. Ante su aparición, los agricultores se han preocupado por controlarlo principalmente con la aplicación de insecticidas sintéticos, los cuales traen consigo una serie de desventajas: Algunos presentan altos riesgos por ser extremadamente tóxicos, tanto para el ser humano como para los animales y como consecuencia destruyen la fauna benéfica y contaminan el medio ambiente.

La situación antes expuesta motivó esta investigación con el objetivo de evaluar los efectos de los extractos botánicos sobre el MHC, para contribuir en la búsqueda de una tecnología sencilla y de bajo costo para el control de dicha plaga y con posibilidad de un reducido impacto ecológico adverso.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Frutales cítricos

2.1.1. Importancia de los cítricos.

En El Salvador, el cultivo de cítricos, es uno de los rubros de mayor importancia dentro de la producción de frutales, ya que constituye una fuente de vitamina C a bajo costo para la población y generador de divisas para el país, debido a que es un cultivo con un considerable potencial de exportación (Montenegro, 1971). Por ello es indispensable incrementar la producción de éstos, aumentando la superficie sembrada y los rendimientos por unidad de área; objetivo cuya consecución implica buscar soluciones a diferentes problemas como por ejemplo los de carácter entomológico, ya que todos los años se presentan pérdidas económicas debido a los daños que causan las plagas. Entre éstas, podemos encontrar al minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stn), la cual produce una reducción en el rendimiento hasta del 50% y el peso de los frutos se puede reducir de 120 a 70 g (Knapp, *et al*, 1995; Díaz, 1996).

2.1.2. Origen y distribución de los frutales cítricos

Auerbach, (1962) y Montenegro (1971), mencionan que el origen de los cítricos se cree que tuvo lugar en el noreste de la India, en toda la zona tropical y subtropical de Asia, principalmente la comprendida entre el centro y norte de China.

La citricultura en el mundo se encuentra distribuida entre los paralelos 40° de latitud Norte y 40° de latitud Sur, donde existen zonas de mayor o menor adaptación para dicho cultivo.

2.1.3. Principales insectos asociados a los cítricos

De acuerdo a Quezada, (1974) y Montenegro, (1976), la entomofauna de estas especies fitófagas de cítricos en El Salvador, puede listarse como sigue :

- Escamas : *Lepidosaphes beckii*
Chrysomphalus aonidium

- Selenaspidus articulatus*
Saissetia sp.
Coccus viridis
Unaspis citri
- Moscas blancas: *Dialeurodes citri*
Dialeurodes citrifolii
Aleurothrixus floccosus
 - Mosca prieta : *Aleurocanthus woglumi*
 - Chinche harinosa : *Pseudococcus spp*
 - Escama algodonosa : *Icerya purchasi*
 - Pulgones : *Aphis gossypii, Toxoptera aurantii, Toxoptera citricida*
 - Perro del naranjo : *Papilio cresphontes*
 - Mosca de la fruta : *Anastrepha ludens*
 - Acaro : *Tetranychus spp*
 - Trips : *Thrips, Frankliniella sp*

Esta lista se incrementa al incluir la especie *P. citrella*, detectada en el año de 1994 por el Ing. Agr. Leopoldo Serrano^{1/}, según refieren García, (1994), y Henríquez, (1994).

2.2. Minador de la hoja de los cítricos.

2.2.1. Clasificación taxonómica

Este insecto pertenece al género y especie *Phyllocnistis citella* Stn, familia Grasillariidae y sub-familia Phyllocnistinae, del orden Lepidoptera. (Heppner, 1994; citado por Esquivel; Peña, 1996).

2.2.2. Origen y distribución geográfica

Esta plaga es originaria del sureste asiático y fue reportada por primera vez en la India en 1856.

^{1/} Docente de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Entre los años 1930-1940 fue reportada en China, Korea, Japón, Filipinas, Indonesia, Taiwan, Tailandia, Nueva Guinea y Cape Town (Sur-Africa). En el noreste de Australia fue reportado en 1917 y luego de haber sido erradicada, se presentó nuevamente en 1940. Durante la década de los 70's apareció en la Costa de Marfil en Africa, y en los años 80's se reportó en el sur de Africa, Nigeria, Sudán, Yemen, Tanzania y Etiopía.

De 1990 hasta hoy en día han ocurrido nuevas invasiones en algunos países del mediterráneo, incluyendo, Egipto, Grecia, Israel, Italia, Jordania, Líbano, Libia, Malta, Marruecos, Portugal, España, Siria y Turquía; el Caribe (Bahamas, Islas Caimanes, Cuba, República Dominicana, Jamaica y Puerto Rico); América Central (Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá); Sur América (Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela); y Norte América (Alabama, Florida, Louisiana, Texas y México). (Hoy & Nguyen, 1997).

2.2.3. Daños

Garijo & García (1994), describen entre los principales daños del minador de los cítricos: amarillamiento generalizado del brote joven, curvatura de las hojas, necrosamiento de los tejidos internerviales, concluyendo en ataques medios y severos con el desprendimiento de todas las hojas. El valor del daño puede ser tal que afecta la funcionalidad normal de la planta, el desarrollo y la productividad.

Una larva consume entre 1-7 cm² de área foliar durante su desarrollo, pero al concurrir varias larvas en una sola hoja pueden consumir hasta un 90% de ésta, disminuyendo el área útil, lo cual influye en el rendimiento. La cutícula por encima de la mina se seca o necrosa, permitiendo la entrada de algunos patógenos. Inclusive, cuando el ciclo del MHC ha finalizado, pulgones, piojos harinosos o ácaros invaden estas minas u hojas intensificando el daño (Peña, 1996).

Ebeling, (1951), menciona que las minas se incrementan en longitud con el tiempo. En la mayoría de los casos crecen en forma longitudinal a lo largo de la nervadura central y posteriormente prosiguen en forma sinuosa (zig-zag), afectando así toda la lámina desde la nervadura central hasta el borde de la hoja. La mayor parte del área minada es causada por la actividad de las larvas en el tercer estadio. A este daño inicial

que consiste en la formación de las minas, le siguen otros daños secundarios que por lo general son más perjudiciales para la planta, por ejemplo la eliminación de las capas protectoras de la hoja provoca trastornos en el proceso de evapotranspiración en la hoja, mostrando síntomas de secamiento, encrespamiento y enrollamiento de la lámina (Esquivel, 1995).

Según Yang & Allen, (1993), el daño puede reducir la fotosíntesis de la hoja, hacer descender el crecimiento de los brotes, el número de hojas al año siguiente, aumentar la caída de las hojas y disminuir el rendimiento frutícola.

Estudios realizados en Honduras, demostraron pérdidas de rendimiento del 30-40% con infestaciones severas del minador en limón persa y naranja agria (Fhia, 1994; citado por Esquivel, 1995).

En viveros de cítricos ornamentales, pocas hojas con presencia de minas constituye ciertamente un daño económico para los cultivadores. En plantaciones jóvenes el ataque constante de la larva provoca filoptosis (caída de hojas debido al incremento de temperatura) (Scrimali, 1995; Esquivel, 1995). Sin embargo Peña, (1996), menciona que la defoliación o caída de las hojas no está relacionada directamente con el área minada, pues se ha observado que se encuentran hojas en el suelo con una mina.

Según Yang & Allen, (1993), el umbral de daño se ha establecido aproximadamente de 0.74 larvas de MHC por hoja.

2.2.4. Biología

a) Huevo

Son ovals y achatados, blancos traslúcidos, los cuales a los dos días se tornan amarillo pálido (Vaughan, 1994; citado por Esquivel, 1995; Peña, 1996; Knapp, *et al*, 1995).

Los huevos son colocados por los adultos hembras de *P. citrella* durante la noche, en forma individual, cerca de la nervadura central en el envés de las hojas. Sin embargo, en poblaciones muy altas no es raro encontrar daños en el haz de la hoja, tallos suculentos o en frutos (Vaughan, 1994; citado por Esquivel, 1995; Radke, *et al*, 1987; citado por Garijo & García, 1994; Peña, 1996; Knapp *et al.*, 1995). Mientras tanto Garrido & Gascón, (1995), mencionan que *P. citrella* elige el sustrato de oviposición a

partir de una dimensión determinada de hoja, realizando la oviposición indistintamente en el haz o el envés de las hojas mientras éstas son receptivas; cuando las hojas son muy tiernas el fitófago no elige parte de la hoja para ovipositar, sino que lo hace donde puede, y como éstas sólo muestran el envés, las hembras adultas sólo pueden ovipositar en dicha parte de la hoja.

Los huevos aparecen como diminutas gotas de agua (0.31 x 0.21 mm) y pueden observarse por medio de un lente 10X (Knapp, *et al*, 1995; Vaughan, 1994; citado por Esquivel, 1995; Garrido & García, 1994; Peña, 1996).

Knapp, *et al*, (1995), menciona que la eclosión del huevo ocurre de 2-10 días después de la oviposición.

Wilson (1991); citado por Garijo & García, (1994), ha estimado como promedio 4.9 huevos en una hoja procedentes de una o varias hembras, de los cuales el 32.7% se localiza en el haz. Sólo el 79.9% de los huevos eclosionan.

En los últimos centímetros del brote de la parte apical se suele encontrar más del 90% de la oviposición de *P. citrella* (Garrido & Gascon, 1995).

Vaughan, (1994); citado por Esquivel, (1995), y Peña (1996), mencionan que una hembra puede ovipositar entre 20 a 50 huevos; Knapp, *et. al.*, (1995) indica que la hembra oviposita de 36 a 76 huevos, con un promedio de 48 huevos por hembra; mientras Scrimali, (1995), afirma que ovipositan hasta una centena de huevos.

b) Larva

Su longevidad es de 5-20 días (Vaughan, 1994; citado por Esquivel, 1995; Knapp, *et al*, 1995); son de color amarillo y alcanza cerca de 3.5 mm de largo cuando llegan a su máximo desarrollo. Al eclosionar, las larvas traspasan la epidermis y comienzan a alimentarse de células del tejido de empalizada, haciendo a menudo una galería larga, sinuosa y plateada, color que se debe al atrapamiento de aire húmedo entre la epidermis de la hoja. Además dejan sus excrementos alineados al centro de la mina (Vaughan, 1994, citado por Esquivel, 1995).

Hay tres estadios los cuales son activos y un cuarto o prepupa el cual no se alimenta (Peña, 1996; Garijo & García, 1994); el primer estadio larval mide aproximadamente 1-2 mm de largo y son de color verde amarillento; lo cual hace difícil su detección. Posee una cápsula cefálica prognata más amplia que el tórax y el abdomen

(característica propia de este estadio), son ápodas, y el último segmento abdominal posee dos proyecciones, las cuales cambian de forma a medida que los estadios cambian. El segundo y tercer estadio larval poseen una cabeza más angosta que el protórax, los segmentos torácicos son planos y los abdominales son elípticos, las patas y las propatas son muy diminutas y se mueven por contracción y expansión de los segmentos del cuerpo. El tercer estadio larval puede observarse a simple vista, el cual al llegar al sitio apropiado, bien al margen de la hoja o al medio de ésta, entra en estado de prepupa (Peña, 1996; Scrimali, 1995; Knapp *et al*, 1995).

Dependiendo de la densidad larvaria y el área foliar disponible, las larvas pueden minar la lámina del haz y el envés de la hoja, pasando luego al pecíolo hasta afectar el tallo del brote en crecimiento, inclusive algunos frutos, donde quedan dispuestas en una localización similar bajo la epidermis. (Huang, *et al*, 1989; citados por Garijo & García, 1994).

Garrido & Gascon (1995); y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España, (s.f.), mencionan que la mortalidad natural es mayor en el haz de la hoja. Generalmente hay un mayor número de larvas en el envés que en el haz de la hoja, debido a la dificultad que encuentran éstas para sobrevivir. Lo anterior puede deberse principalmente a la incidencia de la luz solar sobre esta parte de la planta respecto al envés, donde se pueden producir mayores condensaciones de humedad que pueden actuar negativamente contra las largas y también una mayor temperatura, resultando ambos factores mortales para una gran cantidad de individuos.

c) Prepupa

En el tercer estadio larval la mina generalmente va en línea recta hacia el margen de la hoja para dar así lugar al cuarto estadio o prepupa. En esta etapa no existe la necesidad de alimentación, ocupando las partes bucales para la formación de una cámara pupal. La prepupa es casi cilíndrica y de color pálido, la cual crea un capullo retorciéndose dentro de la mina y girando en un estilo circular; el color de éste al inicio es blanquecino y luego se torna color pardo. A medida el capullo sedoso es completado y los filamentos sedosos se secan, el margen de la hoja es arrancado para crear un pliegue sobre la celda pupal. Se supone que la contracción de la seda es la responsable del retorcimiento de la hoja (Knapp, *et al*, 1995; Scrimali, 1995; Peña, 1996).

d) Pupa

Su longevidad es de 6-22 días (Esquivel, 1995; Knapp, *et al*, 1995); es de forma alargada (2.5 – 3 mm), de color verdoso a marrón oscuro y se desarrolla en un blanco capullo dentro de la cámara pupal formada en el borde de la hoja, aunque bajo ciertas circunstancias puede formarse en otra parte de la hoja. La seda de la cámara pupal presenta al inicio un color plateado blanquecino y después de varios días se torna café anaranjado. Los ojos de las pupas se observan como dos puntos negros a cada lado de la cabeza, y al igual que en el estado larval, en éste se hace difícil el control por medio de insecticidas. Previo a la emergencia del adulto, la pupa empuja un punto débil de la seda ubicada en el extremo anterior de la cámara usando dos ganchos cefálicos y la fuerza de su cuerpo, para luego proyectar su cuerpo a través de esta apertura. La muda pupal es abandonada totalmente o en partes dentro del capullo después de la emergencia del adulto (Knapp, *et al*, 1995; Vaughan, 1994; citado por Esquivel (1995); Peña, 1996; Garijo & García, 1994; Ministerio de Agricultura, Pesa y Alimentación, s.f.).

Solamente el 5.2% de la población larvaria alcanza el estado adulto; además se estima que el 96% de los potenciales individuos que se originan en la puesta, mueren durante alguna fase del desarrollo o antes de alcanzar el estado adulto (Wilson, 1991; citado por Garijo & García, 1994).

e) Adulto

Papalote, palomilla o polilla pequeña muy delicada, mide 2-4 mm de largo, de color blanco plateado y antenas filiformes largas, a veces más largas que las alas anteriores. La cabeza es redonda, ojos compuestos, ocelo ausente, el aparato bucal es de tipo espirotrompa, representado por dos galeas las cuales forman la proboscis, con el palpo de tres segmentos. Las alas superiores tienen escamas iridiscentes y se dividen en dos regiones separadas por una línea oscura un poco irregular: una región en la base cubierta con escamas iridiscentes y una región terminal con escamas de varios tonos y un margen costal con un fleco de setas plumosas. La parte interior presenta los márgenes anales flecosos, líneas transversales y horizontales pardas amarillentas y una mancha negra en el extremo de las alas superiores. Las alas inferiores son muy estrechas, blanquecinas con flecos de setas plumosas. Las patas posteriores mucho más

largas que las patas medias y anteriores; además tienen unas espuelas de diferentes tamaños.

Las hembras son un poco más grandes que el macho, aunque a veces no siempre es cierto (Peña, 1996; Vaughan, 1994; Maes, 1993; citados por Esquivel, 1995; Garijo & García, 1994; Scrimali, 1995, Knapp, *et al*, 1995).

Garrido, (1995); citado por Peña (1996), menciona que no se observan diferencias morfológicas entre los dos sexos, pues en ambos se encuentran escamas de color plateado y negras. Sin embargo, sostiene que la hembra muestra en el extremo inferior del abdomen, en su parte dorsal y a cada lado una hilera de escamas negras, las cuales no se observan en el macho. Es de hábito nocturno y sólo se le ve volar después de las 5-6 de la tarde o cuando el follaje de los cítricos es disturbado, aparentemente ovipositan desde el atardecer hasta las primeras horas de la mañana y la copulación ocurre entre las 12-24 horas después de la emergencia durante las 00:30 a.m. y las 05:30 a.m. Durante el día los adultos descansan debajo de las hojas, donde no pueden observarse fácilmente, así como también lo pueden hacer en los troncos de los árboles. Los adultos se alimentan de néctar, presentan una relación sexual de 1:1 y viven entre los 2-12 días, aunque pueden llegar hasta los 20 días (Knapp, *et al*, 1995; Peña, 1996; Heppner, 1993; citado por Garijo & García, 1994; Scrimali, 1995).

Algunas estructuras morfológicas elaboradas por Badawy (1967); citado por Peña, (1996), tanto de la larva, pupa y adulto, pueden observarse en la Fig. A-1; así como también en la Fig. A-2, se presenta el tamaño de los diferentes estadios de *P. citrella*.

f) Ciclo de vida

El tiempo de desarrollo total de *P. citrella* varía entre 13-52 días, dependiendo de las condiciones del tiempo: 2-10 días en huevo, 5-20 días en larva, 6-22 días en pupa (Peña, 1996; Knapp, *et al*, 1995; Heppner, 1993; citado por Esquivel, 1995). Este último autor menciona además, que en el sur de Asia se forman entre 6-13 generaciones por año.

Guerot, (1994); citado por Esquivel, (1995), resume que en los trópicos a nivel del mar se pueden formar de 8-14 generaciones por año; mientras Yang & Allen, (1993), han determinado que en China, ocurren de 9-15 generaciones del MHC cada año, de acuerdo a la localización geográfica.

Según Garrido, (1995), citado por Peña, (1996), en cautiverio bajo 26 °C de temperatura, 40-60% de humedad relativa y 15 minutos de iluminación, se ha logrado obtener una generación en 17 días.

Gascon, (1995); citado por Peña, (1996), resume la duración del ciclo biológico bajo diversas temperaturas (Cuadro 1) así :

Cuadro 1. Ciclo biológico de *P. citrella*.

| TEMPERATURA (°C) | HUEVO (DIAS) | LARVA (DIAS) | PUPA (DIAS) | DURACION (DIAS) |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|
| 20 | 9.5 | 18.5 | 19.5 | 47.5 |
| 25 | 7.5 | 15.6 | 16.6 | 39.7 |
| 30 | 5.2 | 12.5 | 10.3 | 28.0 |
| 35 | 3.5 | 10.4 | 9.2 | 23.1 |

A temperatura de 26-29 °C, el ciclo biológico se cumple en un período aproximado de 15 días. El tiempo necesario para completar una generación bajo una temperatura de 18 °C es cerca de tres meses, mientras que si la temperatura se eleva a 25-30 °C, el tiempo se puede reducir hasta cerca de los 10 días (Scrimali, 1995).

Ba-angood (1977); citado por Esquivel, (1995), realizando estudios sobre la biología de este insecto en Sudán, encontró que el estado de huevo duraba de 2-6 días, la larva 7-8 días y la pupa 8-9 días, siendo el ciclo de vida completo de 17-23 días.

Garijo & García, (1994), mencionan que en España el ciclo de huevo a adulto se completa en 38 días durante la primera brotación post-invernal: 10 días el huevo, 12 días la larva y 16 días la crisálida, reduciéndose este período hasta 20 días durante la segunda brotación.

2.2.5. Bioecología

a) Clima y abundancia estacional

El clima es un factor bastante relacionado con el desarrollo y abundancia estacional de *P. citrella*, principalmente la temperatura y humedad relativa. Así Ujiye, (1990); citado por Garijo & García, (1994), mencionan que la temperatura umbral de desarrollo se sitúa en 12.1 °C.

Peña, (1996), afirma que la mayor población de adultos en Florida sucede en abril-mayo, y la mayor población larvaria se observa en septiembre-octubre. Además, en el sur de la Florida las más altas poblaciones del minador se han encontrado en la primavera, verano y otoño, observándose una gran disminución en la población cuando hay una fluctuación de temperatura menor a 12 °C.

En Nicaragua Cano, (1996), determinó que en viveros la población de larvas tiende a aumentar al inicio de la estación lluviosa; además, en plantaciones establecidas se ha observado aumento de las poblaciones en junio-julio y septiembre-octubre, descendiendo posteriormente durante los meses de noviembre hasta mayo. En áreas de menor temperatura, mostraron una intensidad menor de la población.

Yang & Allen, (1993), establecen que el ritmo de reproducción del MHC es más elevada entre 25-30 °C y no es afectado por la humedad.

Huang, *et al*, (1989); citado por Garijo & García (1994); Knapp, *et al*, (1995), mencionan que los daños más significativos ocurren durante las brotaciones de verano y otoño, considerándose las generaciones de este período clave para el desarrollo poblacional del minador. En este período la influencia principal sobre la población es el nivel de enemigos naturales, que incluyen depredadores y parasitoides; mientras que el factor clave de las generaciones a finales del otoño y el invierno parece ser el clima.

Según Montes, (1996), las poblaciones más altas del MHC se dan en la época de producción de brotes nuevos, que es durante el invierno o en verano en algunos lugares donde utilizan irrigación.

b) Enemigos naturales

Entre los principales enemigos naturales de *P. citrella* se encuentran los parasitoides y los depredadores. Los primeros depositan sus huevos sobre un estadio específico del MHC, los cuales son devorados posteriormente por las futuras larvas

emergidas de dichos huevos; mientras que en los depredadores, los adultos se alimentan directamente de los diversos estadios de *P. citrella*.

A continuación se presentan algunos ejemplos de éstos : (Cuadro 2).

Cuadro 2. Enemigos naturales de *P. citrella* Stn.

| ENEMIGOS NATURALES | ESTADIO QUE ATACA | REFERENCIA |
|--|-----------------------------|---|
| PARASITOIDES : HYMENOPTERAS : <i>Ageniaspis citricola</i> | Larvas | Hoy & Nguyen, (1994); Heppner, (1993); Stansly, (1994); citados por Esquivel, (1995) |
| <i>Pnigalio flavipes</i> | Larvas | Peña, (1994); Peña & Duncan, (1993); citados por Esquivel, (1995); Hoy & Nguyen, (1994); Bautista, (1996). |
| <i>Tetrastichus phyllocnistoides</i> , <i>Tetrastichus sp.</i> , <i>Chrysonotomyia sp.</i> , <i>Apleutotropis sp.</i> , <i>Cirrospilus quadistriatus</i> , <i>Elasmus sp.</i> | Larvas Pupas | Hoy & Nguyen, (1994); Yang & Allen, (1993); Alayo & Valdés, (1982); citado por Vazquez, (1996); Cano, (1996); Bautista, (1996); Zarate, (1995); Heppner, (1993), Zhang & Quarles, (1994); citados por Esquivel, (1995). |
| <i>Zagrammosoma sp.</i> , <i>Horismenus sp.</i> , <i>Amatellon sp.</i> , <i>Elasmus zehnter</i> , <i>Sympiesis streatipes</i> , <i>Elachertus sp.</i> , <i>Scotonix quadristriata</i> , <i>Bracon sp.</i> , <i>Galeopsomyia sp.</i> , <i>Horismenus sp.</i> , <i>Bethylidae</i> , <i>Scelionidae</i> | Larvas | Alayo & Valdés, (1982): citado por Vazquez, (1996); Heppner, (1993); Guerot, (1974); citados por Esquivel, (1995); Cano, (1996); Bautista, (1996); Hoy & Mgyuen, (1994). |
| DEPREDADORES : NEUROPTERAS <i>Chrysopa boninensis</i> , <i>Ancylopterix octopunctata</i> | Huevos, larvas y pupas | Yang & Allen, (1993); Zhang & Quarles, (1994); citados por Esquivel, (1995). |
| HYMENOPTERAS : <i>Crematogaster sp.</i> , <i>Conomyrma sp.</i> | Larvas y pupas | Zhang & Quarls, (1994); citado por Esquivel (1995). |

c) Susceptibilidad de las hojas

El MHC ataca solamente brotes tiernos o jóvenes de las plantas, razón por la cual el mayor daño se produce en viveros o plantaciones jóvenes, debido a su período de brotación continuo (Yang & Allen, 1993).

Serrano, (1996), coincide con lo anterior al hacer referencia de que los brotes jóvenes son susceptibles a ser atacados dentro de los primeros cinco días de edad, mencionando además que el riesgo de esta plaga es menor en plantaciones mayores de cinco años, siendo más importante el daño en plantas menores a dicha edad.

Según Knapp, *et al*, (1995), las pequeñas hojas recién emergidas son atacadas por *P. citrella* inicialmente en el lado inferior, pero a medida éstas se extienden, la parte superior también se vuelve susceptible de ser atacada. Las hojas pequeñas hasta 0.64 cm de largo, constituyen el sitio preferido de ataque del MHC, reduciéndose éste según la edad e incremento en el tamaño de la hoja.

Vaughan, (1996), estima que las hojas maduras (más de 30 días de formación) no son atacadas por esta plaga; sin embargo, las hojas maduras que permanecen suculentas, las cuales han crecido en la sombra, parecen ser todavía susceptibles al ataque.

d) Hospedantes y susceptibilidad dentro del género *Citrus*

P. citrella ataca principalmente especies de cítricos y otros géneros dentro de la familia Rutaceas, aunque también se le ha observado atacando otras especies de distintas familias (incluyendo ornamentales), no logrando completar su ciclo de desarrollo en estas últimas (Heppner, 1993; Latif & Yunus, 1995; citados por Esquivel, 1995).

Entre los hospedantes del MHC se encuentran : especies del género *Citrus*, *Aegle marmelos*, *Murraya paniculata*, *Poncirus trifoliata*, *Atalantia sp.*, *Fortunella sp.*, *Jasminum sp* (Oleaceae), *Dalberghia sisoo* (Leguminosae), *Loranthus sp* (Loranthaceae, planta parásita), *Pongamia sp* (Fabaceae), *Alseodaphae sp* (Labiatae), *Philadelphus coronarius* (Saxifragaceae) y *Schefflera sp* (Araliaceae) entre otros, tal como lo mencionan algunos autores citados por Esquivel, (1995).

Con respecto a la susceptibilidad dentro del género *Citrus*, se puede confirmar que todas las especies y variedades son susceptibles a ser atacadas por *P. citrella*. No obstante, se ha comprobado una clara diferencia en la intensidad de los daños en función con diversos factores tales como la época del año, el número de brotaciones anuales, condiciones ambientales, labores agroquímicas establecidas y el sistema de riego adoptado (Garijo & García, 1994).

A continuación se presenta un listado de especies cítricas susceptibles y resistentes al ataque del MHC (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies cítricas susceptibles y resistentes al ataque de *P. citrella*

| PAIS | ESPECIES SUSCEPTIBLES | ESPECIES RESISTENTES | REFERENCIA |
|-----------------|--|---|--|
| Pakistán | <i>Citrus medica</i> (Cidra) | <i>Citrus aurantifolia</i> (lima) | Latif & Yunus, 1951; citado por Esquivel, 1995. |
| India | <i>C. sp</i> (limón) <i>C. aurantifolia</i> (lima) | <i>C. reticulata</i> (mandarina) | Zhang & Quarles, 1994; Citado por Esquivel, 1995. |
| Sudán | <i>C. paradisi</i> (toronja) <i>C. aurantifolia</i> (lima) <i>C. sp.</i> (limón) | | Zhang & Quarles, 1994; Citado por Esquivel, 1995. |
| Florida | | <i>C. aurantifolia</i> (lima) <i>C. sp</i> (limón) <i>C. volkameriana</i> (limón volkameriano) | Peña & Duncan, 1993; citado por Esquivel, 1995. |
| Costa de Marfil | <i>C. paradisi</i> (toronja) | | Guerot, 1974; citado por Esquivel, 1995 |
| España | <i>C. sp</i> (limón) <i>C. reticulata</i> (mandarina) | <i>Poncirus trifoliata</i> (Kumquat Nagami) | Garijo & García, 1994; citado por Esquivel, 1995. |

En Panamá se han hecho observaciones de esta plaga en varios cítricos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Observaciones sobre la incidencia del minador de la hoja de los cítricos en especies de *Citrus* y otras Rutáceas en la Provincia de Panamá, 1994. (Esquivel, 1995).

| ESPECIE-VARIEDAD | NOMBRE CIENTIFICO | INCIDENCIA |
|--------------------------------|----------------------------|--------------|
| Calamondín | <i>Citrus mitis</i> | Baja |
| Cidra | <i>C. medica</i> | Media |
| Limón volk. | <i>C. volkameriana</i> | Alta |
| Kumquat Nagami | <i>Poncirus trifoliata</i> | Baja |
| Limón verdadero | <i>C. limon</i> | Baja |
| Limón criollo | <i>C. aurantifolia</i> | Baja |
| Limón persa | <i>Citrus spp</i> | Alta |
| Limón rugoso | <i>C. limon</i> | Baja |
| Limón rangpur | <i>Citrus spp</i> | Media |
| Limekuat Eustis | | Media |
| Limón de olor | <i>C. ichingaensis</i> | Baja |
| Mandarina Cleopatra | <i>C. reticulata</i> | Alta |
| Mandarina criolla | <i>C. reticulata</i> | Baja |
| Mandarina satsuma | <i>Citrus spp</i> | Baja |
| Mandarina king | <i>Citrus spp</i> | Baja |
| Naranja agria | <i>C. aurantium</i> | Media |
| N. dulce c.v. criolla | <i>C. sinensis</i> | Media |
| N. dulce c.v. valencia | <i>C. sinensis</i> | Media |
| N. dulce c.v. Pinneapple | <i>C. sinensis</i> | Baja |
| N. dulce c.v. P. Brown | <i>C. sinensis</i> | Media |
| N. dulce c.v. Hamlin | <i>C. sinensis</i> | Baja |
| N. dulce c.v. jaffa | <i>C. sinensis</i> | Media |
| N. dulce c.v. Washington Navel | <i>C. sinensis</i> | Media |
| N. dulce c.v. varryegata | <i>C. sinensis</i> | Media |
| Naranja japonesa | <i>Citrus spp</i> | Media |
| Pomelo | <i>C. maxima</i> | Baja |
| Toronja c.v. duncan | <i>C. paradisi</i> | Baja |
| Toronja c.v. mash | <i>C. paradisi</i> | Baja |
| Toronja c.v. ruby | <i>C. paradisi</i> | Baja |
| | <i>Murraya paniculata</i> | Media |
| | <i>Severina buxifolia</i> | No observada |
| | <i>Triphasia trifolia</i> | No observada |
| | <i>Swinglia glutinosa</i> | No observada |

2.2.6. Medidas de control del minador de la hoja de los cítricos

Esquivel, (1995), menciona algunas tendencias para el control del MHC tales como la utilización de insecticidas con o sin aceites.

Según Hesperneide, (1991); citado por Esquivel, (1995), el grado de mortalidad natural de los minadores es muy alto, citándose grados de mortalidad de poblaciones de larvas de minadores de más del 40%. Entre las causas de esta mortalidad están los parasitoides, competencia interespecífica, caída o abscisión de las hojas, depredadores, defensas propias de la planta y factores abióticos como clima.

A continuación se presentan las diferentes medidas utilizadas para el control de *P. citrella*, en las que se incluyen el control químico-sintético, biológico, cultural y botánico.

a) Control con químicos sintéticos

Esta medida puede ser en un principio, la técnica a emplear con mayores garantías de éxito para el control de *P. citrella*: sin embargo, es necesario tener en cuenta que su utilización no está exenta de serios inconvenientes tales como : Costos extras a los actuales gastos del cultivo; minimizando así la rentabilidad; incidencia negativa sobre parasitoides y depredadores; riesgo de aparición de resistencia a una determinada materia activa por parte de la plaga; intoxicación de humanos y animales; contaminación del medio ambiente entre otros (Garijo & García, 1994).

A continuación se presentan algunos estudios relacionados con productos químicos para el control del MHC.

En El Salvador, la Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal (DGSVA), realizó un monitoreo a nivel nacional, luego de detectar su presencia entre Junio-Julio de 1994, encontrándose dicha plaga en 9 de los 14 departamentos y con mayor severidad en la región central y paracentral (Fuentes, 1996).

Sandoval, (1995, 1996), informa que realizó un ensayo con el objetivo de encontrar un insecticida eficaz y económico para el control del MHC; éste se llevó a cabo en una plantación joven (3-5 años) de naranja Var. Valencia injertada en naranja agria en el Cantón Los Bajios, Municipio de San Juan Opico, entre Octubre-Diciembre de 1995. El diseño experimental fue un modelo completamente al azar, con seis tratamientos y

cinco repeticiones, siendo los tratamientos evaluados metomyl (Methavin 90 SP) 4 g/gl, imidacloprid (Gaucho 70 WP) 5 g/gl, Neem 15 cc/gl, Padan 4 g/gl, Decis 2.5 (concentrado emulsificable) y el testigo absoluto. Se realizó una sola aplicación y posteriormente se hicieron tres muestreos, a los 8, 15 y 21 días post-aplicación. La unidad experimental la constituyó un árbol y se colectaron al azar 10 hojas por árbol, sumando 50 por tratamiento. La variable evaluada fue larvas muertas y según el Análisis de Varianza, se observó diferencia estadística altamente significativa (probabilidad 1/1000) entre tratamientos, siendo el mejor tratamiento Padan, resultando similares los tratamientos Gaucho, Methavin y Decis, no resultando eficaz contra la plaga el tratamiento con insecticida natural neem.

En Costa Rica únicamente se hacen aplicaciones de productos como Padam y Vertimec, en viveros, donde el producto tiene la oportunidad de hacer un mejor control de la plaga y combatir el insecto (Montes, 1996).

En Panamá, las experiencias de campo indican que los insecticidas como Sevin, Malathión y Diazinón, así como algunos piretroides sintéticos, no han sido muy efectivos; sin embargo, los carbamatos como el Lannate y el Padam poseen un control bastante efectivo (Esquivel, 1995).

En Nicaragua (Jarquín, 1996) menciona que el control químico se hace difícil porque el insecto se protege con la cutícula de la hoja, por lo que se prefiere un insecticida sistémico, ya que su uso es menos nocivo a la fauna benéfica que los insecticidas de contacto. Sólo se justifica realizar tratamientos químicos en ausencia de los controladores biológicos del minador.

Estudios realizados en Belice bajo condiciones de vivero, demostraron que existe una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, sobresaliendo los insecticidas Confidor 250 SC, Baytroid 025 EC, Temik y Diazinón 60% EC como controladores de la plaga, presentando mayor eficiencia Temik desde el punto de vista técnico-económico. Las dosis e intervalos de aplicación de los productos fueron realizados en base a lo que recomiendan las casas productoras (Blanco, *et al*, 1996).

En Cuba se ha establecido la utilización de insecticidas contra esta plaga solamente a nivel de vivero y en áreas protegidas, cuando los niveles de ésta sobrepasen el 5% de brotes atacados con una larva como promedio (marzo-agosto), tres larvas por brote

(septiembre-octubre) ó cuatro larvas por brote (noviembre-febrero), realizándose estas aplicaciones dirigidas a focos y utilizando Diazinón 1 ml/l, Dimetoato 38% CE 0.7 ml/l ó Vertimec 0.6 ml/l + aceite mineral 0.25 ml/l. (Vázquez, 1996).

En México, el insecticida que ha mostrado mejores resultados ha sido la Abamectina (Bautista, 1996); además Zárate, (1995) menciona que se ha evaluado el insecticida Confidor 350 SC aplicado solo y en mezcla con aceite vegetal, considerando tres métodos de aplicación : a) al tronco sin diluir; b) empapado al tronco y cuello; y c) aspersión 400 l/ha, comparados con Agrimek 0.5 l/ha. Según los resultados, la aplicación de Confidor 350 SC empapado al tronco y cuello presentó buena eficacia y prolongado período de control.

Coleman, (1974); citado por Esquivel, (1995), informa sobre medidas químicas de control del MHC en Florida (EE.UU.) alcanzando resultados satisfactorios con aplicaciones de los siguientes productos sistémicos: abamectina (Agrimek) + aceite mineral; imidacloprid (Eclipse 240 FS) aplicado directamente al tronco, con un control efectivo por 15 semanas e imidacloprid (Admire 240 FS) aplicado como remojo al suelo, debajo de la corona, en una dosis de 1.2 l/ha, con un control efectivo por 12 semanas. En Honduras, Fhia, (1994); citado por Esquivel, (1995), menciona, además de los productos antes indicados, al esfenvalerato (Asana), dimetoato (Cygon) y azadirachtina (Azatin) como insecticidas de muy buen control contra *P. citrella*.

En Estados Unidos, las recomendaciones más recientes del uso de insecticidas para el combate de minadores de la hoja en frutales y ornamentales son los siguientes : Imidacloprid (Admire y Merit); disulfatón (Dysyston), de uso restringido; chlorpyrifos (Dursban); mezcla de piretroides, butóxido de piperonilo y tierra de diatomeas (Diatect); acefato (Orthene); permetrina (Pounce), de uso restringido; mezcla de piretrinas y rotenonas (Pyrellin); rotenona (Rotacide); bifenthrin (Talstar); fenpropathrin (Tame); bendicarb (Turcan), de uso restringido; oxamil (Vydate), de uso restringido (Anónimo, 1995; citado por Esquivel, 1995).

En otros estudios FAO, (1996), menciona que ninguno de los productos foliares probados en la Florida y otros lugares logró un control de más de 10-14 días. Solamente productos sistémicos no registrados, aplicados al suelo produjeron un control de 4-6 semanas.

En España Garijo & García, (1994), mencionan los siguientes insecticidas con mayor eficiencia para el control del minador : Cipermetrina, Deltametrina, Dimetoato, Fenobucard, Fenvalerato, Fosfamidón, Metil-demeton, Monocrotofos y Permetrina.

Asero, *et al*, (1995), mencionan que con el fin de obtener los primeros indicadores sobre la modalidad de defensa del huerto cítrico joven, se han realizado dos pruebas experimentales preliminares para evaluar la eficacia de algunos insecticidas registrados en Italia. La primera prueba se hizo con la variedad Naveline y se evaluaron los siguientes productos : Flufenoxuron (7.05 ml/ha), Dimetoato (45.60 ml/ha), Fosfomidón (36.0 ml/ha), Diazinón (40.0 ml/ha) Fenitrothion 97.0 ml/ha) y un testigo; mientras que en la segunda prueba se utilizó la variedad Tarocco y se evaluaron los productos : Flufenoxuron (7.05 ml/ha), Dimetoato (45.60 ml/ha), Methomyl (47.50 ml/ha), Clorpirifosmetyl (55.25 ml/ha), Buprofezin (37.50 ml/ha) y un testigo. En ambos casos se utilizó el diseño experimental bloques al azar con cuatro repeticiones. De acuerdo a los resultados, en la primera prueba se demostró una buena eficacia del Flufenoxuron, el cual a los tres días produjo una marcada reducción del nivel de infestación; mientras que en la segunda prueba se comprobó la eficacia de dicho producto.

Rae & Beattie, *et al*, (1995), mencionan que recientes estudios en Australia y China han demostrado que el petróleo (aceite spray) es capaz de proporcionar un efectivo control del MHC, siendo usado en forma tradicional debido a su amplio espectro insecticida.

Según Yang & Allen, (1993), en China se utilizaron durante la década de 1970 y 1980 los insecticidas Carbaryl, Mipcin y Phosmet para el control del MHC; sin embargo, éstos no se han vuelto a utilizar, debido al desarrollo de resistencia por parte de la plaga y/o de sus efectos dañinos sobre sus enemigos naturales. Por lo general, los insecticidas que se utilizan para el control de este insecto son Cartap y Lannate.

Guerot, (1974); citado por Esquivel, (1995), informa sobre la eficacia de aplicaciones de insecticidas contra esta plaga en la India, señalando que ninguno de los insecticidas evaluados tuvo una eficiencia de dos semanas. Además en la India, Sudán Costa de Marfil y Japón se observó una eficacia por encima del 80% durante la primera

semana de aplicación, en los siguientes productos : Oxidemeton-metil, Fosfamidón, Paratión, Dimetoato y Malathion.

b) Control biológico

Diversos estudios se han llevado a cabo sobre este control, debido principalmente a las ventajas que posee con respecto al control químico, haciendo uso de enemigos naturales para reducir las poblaciones de *P. citrella*.

Así se conoce que en Nicaragua Cano, (1996), llevó a cabo un trabajo entre mayo de 1995 a marzo de 1996, incluyendo cinco regiones del país, en donde se realizó un levantamiento de la entomofauna benéfica en el cultivo de cítricos tanto en vivero como en plantaciones comerciales o establecidas, con especial atención a los enemigos naturales del MHC. Los resultados indican que en viveros, el parasitismo fue constante durante todo el período de estudio y osciló entre 2-22%; el promedio de larvas fue de 3-20/100 hojas y la población de pupas con un promedio de 5-45/100 hojas. Hubo diferencia entre el comportamiento de éstas en las distintas regiones, pero el parasitismo se mantuvo constante a lo largo del período de estudio y en promedio fue de 13-40%. También se identificaron los parasitoides más frecuentes de *P. citrella*, entre ellos: *Cirrospilus sp.*, *Galeopsomya sp.*, *Horismenus sp.*, *Elasmus sp.*, así como miembros de *Bethyloidea* y *Scelionidae*; confirmándose además el estudio de Peña & Duncan, (1993; citados por Cano, 1996), quienes señalan que la fauna benéfica es más abundante en los viveros que en plantaciones establecidas, a pesar del uso de insecticidas en éstos.

Con respecto a las plantaciones establecidas o comerciales, las larvas se comportan de manera similar que en viveros, con un promedio de 2-37 larvas/100 hojas, el promedio de parasitismo osciló entre 2-25%; mientras que en pupas, la población se mantuvo en 2-7 pupas/100 hojas y el porcentaje de parasitismo fue de 5-40%.

Esquivel, (1995), menciona que en Panamá se han encontrado larvas y pupas de *P. citrella* con fuerte depredación de hormigas, especialmente de *Crematogaster sp.*, que llega hasta las hojas atacadas por la plaga. Estas llegan en grupos de tres a cinco, alimentándose de las pupas del minador.

En Honduras, Fhia (1994); citado por Esquivel, (1995), encontró que el 25.9% de las larvas no alcanzaron el estado de pupa debido a depredadores y parasitoides.

Según González, (1995); citado por Vázquez, (1996), el uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis* en Cuba, ha logrado una reducción en el número de larvas a una concentración de 10^7 - 10^8 esporas/ml, lo que permitió reducir a los 7 días el promedio de éstas a un 96.5% y los daños acumulados a un 54.54%, permitiendo además un parasitismo hasta del 55.5%.

Núñez, (1998), menciona que en Perú se está criando masivamente *A. citricola* en el Centro de Control Biológico con una producción mensual promedio de 18,000 individuos, de los que 14,500 son destinados a su liberación en campo. Los resultados sobre la implantación de este parasitoide son muy evidentes, registrándose un parasitoidismo hasta del 98%.

Borges, (1995); citado por Vázquez, (1996), afirma que se ha encontrado un 58-82% de parasitismo en infestaciones altas y hasta un 15% en brotaciones con infestaciones bajas, estableciendo una correlación entre las poblaciones de la plaga y sus parasitoides, así como la influencia de la brotación.

En México Bautista, (1996), señala que los estudios realizados han consistido básicamente en conocer los parasitoides asociados con esta plaga, además de la fluctuación poblacional, tanto del minador como de sus parasitoides. Hasta la fecha se han identificado los siguientes parasitoides : *Cirrospilus quadristriatus*, *Cirrospilus* sp, *Closterocerus* sp, *Elasmus fischeriae*, *Horismenus* sp, *Pnigalio* sp, *Tetrastichus* sp, *Zagrammosoma* sp y *Galeopsomya* sp. Pese a que se ha encontrado alto parasitismo con las especies antes mencionadas, existe el inconveniente de que estos parasitoides son generalistas en su mayoría, por lo que tienen la facultad de atacar a otros minadores, inclusive de otras órdenes de la clase insecta.

Zárate, (1995), relaciona a *Cirrospilus quadristriatus* y *Cirrospilus* sp con el parasitismo larvario, sobre todo larvas de tercer estadio; mientras que *Elasmus* sp está asociado al parasitismo pupal. Además menciona algunos depredadores del MHC tales como chrysopas, arañas y hormigas (*Crematogaster* sp y *Conomyrma* sp).

Según Alayo & Valdés (1982); citado por Vázquez, (1996), en Estados Unidos ha sido significativa la actividad de los siguientes parasitoides : *Elasmus* sp, *Tetrastichus* sp, *Cirrospilus* sp, *Zagrammosoma* sp, *Horismenus* sp y *Chrysonotomia* sp, lográndose un parasitismo entre el 60 y 70%.

Peña, (1996), menciona que en Homestad, Florida, se han encontrado ocho enemigos naturales nativos que atacan al minador, en especial la avispa *Pnigalio flavipes*, la cual se encontró parasitando hasta un 30% de las larvas del minador. Además bajo condiciones de laboratorio, una sola avispa hembra y sus descendientes destruyen 20 minadores y sus crías en 12 días.

FAO, (1996), menciona un programa del clásico control biológico clásico, el cual inició en la Florida en el año de 1994. En este caso *Ageniaspis citricola* fue importada de Australia en abril de 1994 y su primera liberación fue en mayo del mismo año. Esta especie también fue criada en Lousiana y liberada en marzo de 1995. En septiembre de ese año ya había colonizado 1000 acres (400 ha), dispersándose 42 km al norte y al sur de los lugares de liberación. En pocos meses logró reducir dramáticamente las poblaciones del MHC, llegándose a obtener en algunos lugares un parasitismo máximo de pupas del 99% y porcentajes promedios del 60-80%. El mismo autor menciona que *Ageniaspis citricola* fue identificado como una especie de alta prioridad para su introducción en la Florida, por sus cualidades como parasitoide específico: a) tiene un estrecho rango de hospederos; y b) su sistemática y biología son más conocidas que las del resto de especies identificadas.

Peña & Duncan, (1993); citados por Esquivel; (1995), mencionan que en España se han detectado dos Himenopteros ectoparásitos, uno de los cuales ha sido identificado como perteneciente a la familia Eulophidae y en concreto al género *Pnigalio sp.* Vázquez, *et al*, (1994), mencionan otros parasitoides tales como : a) Braconidae, Himenopteros específicos de Lepidopteros; b) Encyrtidos; c) Eulofidae, en las que existen muchas especies que pueden parasitar Dipteros y Coccinelidos (*Rodolia cardinalis*); d) *Tetrastichus sp*; género en el que algunas especies parasitan Coccinelidae.

Según Garijo & García, (1994), los resultados obtenidos hasta el momento en los muestreos realizados sobre la fase larvaria del MHC en las poblaciones de primavera presentan índices de parasitismo inferiores al 10%, aunque como indica Huang, (1989); citado por García & García, (1994), prevee una acción más intensa por parte de la fauna auxiliar en las generaciones de final de verano y principio de otoño.

Guerot, (1974); citado por Esquivel, (1995), informa de los siguientes enemigos naturales encontrados en la India : *Amatellon* sp, *Elasmus* sp, *Scotonix quadristriata* y *Cirrospilus* sp, los cuales han producido tasas de mortalidad en la población del minador de 30-50%. El mismo autor cita que en las Filipinas se presentan los siguientes parasitoides : *Ageniaspis* sp, *Elasmus zehnter*, *Cirrospilus ingennus* y *Bracon* sp.

Heppner, (1993); citado por Esquivel, (1995), cita fuentes que destacan la presencia en Taiwan de los enemigos naturales : *Ageniaspis* sp, *Cirrospilus ingennus* y *Tetrastichus* sp, así como *Ageniaspis* sp en Indonesia.

Hoy & Nguyen, (1994), mencionan tres enemigos naturales originarios de Asia que fueron introducidos para el control biológico en Australia : el endoparásito de larvas *Ageniaspis citricola* y los ectoparásitos de larvas *Cirrospilus* sp., y *Cirrospilus quadristriatus*. Los mismos autores mencionan que en las Bahamas se han encontrado como parásitos del minador al *Zagrammosoma* sp, *Closterocerus* sp, *Elasmus* sp y *Pnigalio* sp.

Stanly, (1994); citado por Esquivel, (1995), menciona que en el sudeste asiático, el principal enemigo natural es la avispa *Ageniaspis citricola*. En Australia, se conocen niveles de parasitismo del 80-90% de esta avispa en plantaciones comerciales de cítricos.

En China, el uso de *Bacillus thuringiensis* en la lucha contra esta plaga permitió obtener un 90% de efectividad en tres días (Zhang, 1994; citado por Vázquez, (1996).

Yang & Allen, (1993); Zhang & Quarles, (1994); citado por Esquivel, (1995), mencionan que en el sur de China se han encontrado seis parasitoides nativos del MHC : *Tetrastichus phyllocnistoides*, *Tetrastichus* sp, *Chrysonotomyia* sp, *Apleutotropis* sp (todos parasitoides de larvas) y *Cirrospilus quadristriatus* (parasitoide de pupas). Además informan que los depredadores más eficientes en el control de esta plaga son las hormigas y los "leones de los áfidos", (*Chrysopidae*) detectándose de este último dos especies : *Chrysopa boninensis* y *Ancylopterix octopunctata*, las cuales se alimentan de los huevos, larvas y pupas de la plaga.

Según Runtian, *et al*, (1992), el hemerobio verde *Chrysopa boninensis* puede consumir una media de 149.1 minadores por cada una de las larvas hemerobias verdes. Además, con el aumento de la edad de las larvas, se incrementa la capacidad

depredadora; sin embargo, se requiere de una temperatura óptima de 35 °C para una depredación eficaz, ya que por debajo de 15 °C y por encima de 4 °C, la depredación disminuye.

c) Control cultural

Las medidas culturales también han sido objeto de estudio para poder contrarrestar el ataque de *P. citrella*. Algunos ejemplos se presentan a continuación :

En Nicaragua, los cítricos producen la mayor parte del año brotes nuevos y esto hace difícil el control cultural, limitándose a la eliminación y destrucción de brotes dañados principalmente en viveros (Jarqu in, 1996).

Según Zarate, (1995), en México se han establecido algunas prácticas culturales para el control del MHC, tales como : a) podar brotes muy tempranos o tardíos; b) podar para dar uniformidad a la brotación; c) fertilizar en invierno; y d) reducir la fertilización y riego en verano.

Garijo & García, (1994) y Zhang (1994), citado por Vázquez, (1996), mencionan algunas medidas adoptadas en Estados Unidos : a) lograr una buena nutrición de la planta; b) eliminar los brotes tiernos (chupones) que se desarrollan más rápido que la brotación normal; y c) efectuar la poda sanitaria.

Según García & García, (1994), en España, las medidas culturales que a continuación se mencionan, tienen como objetivo regular la presencia de brotes receptivos al ataque del minador : a) regulación de los riegos, controlando el nivel de humedad del suelo y forzando períodos secos; b) aplicación de abonos concentrados en épocas y momentos adecuados; y c) realización de podas en la forma y época oportunas.

Yang & Allen, (1993), mencionan algunas prácticas culturales realizadas en China para el control de *P. citrella* : a) interrupción del suministro de alimentos al MHC. Esta estrategia se basa en la biología y ecología de los cítricos y del MHC. Ya que únicamente los brotes jóvenes nuevos son susceptibles al ataque del MHC, y que éste no puede completar su desarrollo en brotes maduros, el aumento continuo de la población del MHC requiere un aporte continuo de brotes jóvenes nuevos. La interrupción de este aporte puede reducir eficazmente la población del MHC. Esta interrupción se lleva a cabo manualmente, recogiendo los brotes tempranos y tardíos o bien podando los árboles antes de que germinen en verano, dando como resultado un período de

crecimiento uniforme de temporada; y b) desincronización del periodo de brotación y máxima población del MHC. En este caso se hace necesario reducir el periodo del tiempo de susceptibilidad y desincronizar el periodo de brotación del de máxima población del MHC. Esta desincronización se lleva a cabo mediante el control del curso de la población del MHC, recogiendo los brotes tempranos esporádicos, y midiendo el tiempo de aplicación de los fertilizantes. Estas estrategias de control no sólo reducen el daño causado por el MHC en las hojas, sino que también evitan la muerte de los enemigos naturales de éste y otras plagas de los cítricos. Así mismo, retardan el desarrollo de la resistencia que crea el MHC a los pesticidas, debido a las pocas aplicaciones que se efectúan.

d) Control botánico

Este método de control se está implementando cada vez más en diversos países que presentan el problema de este peculiar insecto. A continuación se presentan algunos estudios realizados sobre este método para el control del MHC.

En Cuba, los insecticidas naturales en forma de concentrados emulsionables a base de semilla de neem (80%) y semilla de paraíso (50%), han reducido el porcentaje de superficie foliar dañada, en la misma proporción que el aceite de petróleo al 0.25% (González, 1994; citado por Vázquez, 1996).

De acuerdo a Bautista, (1996), en Cuitlahuac, México, se han realizado pruebas preliminares con torta de neem (semilla con cáscara) sobre larvas, obteniéndose entre 80-90% de mortalidad. También se están realizando ensayos para conocer el efecto que tiene sobre adultos.

Serrano, (1996), menciona que el neem actúa como un inhibidor del desarrollo larval de esta plaga y funciona además como un buen repelente contra adultos, obteniéndose alrededor de un 60% de efectividad. Actualmente también se está experimentando con otros extractos tales como ruda, chile, ajo y hierba santa (una especie de la familia Piperaceae).

Garijo & García, (1994), mencionan que en España se está usando el extracto de semilla de neem con buena eficiencia para el control del MHC.

Según Zhang, (1996); citado por Vázquez, (1996), en China las aplicaciones semanales de aceite de neem a una dosis de 1.4% en agua, dió como resultado una

reducción de la infestación por debajo del 10%.

2.2.7. Plaguicidas botánicos

Las plantas son laboratorios naturales que biosintetizan gran cantidad de sustancias que contienen principalmente Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno; cuyos diferentes arreglos en la naturaleza generan muchos productos naturales con diversa actividad biológica. En este sentido existen plantas que se recomiendan contra hongos, bacterias, nemátodos y malezas, así como modelo para síntesis de insecticidas como fisostigmina y las piretrinas obtenidas de la haba de calabar: *Physostigma venenosum* (Fabaceae) y del piretro *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae), de donde se sintetizaron posteriormente los Carbamatos y Piretroides, respectivamente. Introducirse al tema de plaguicidas botánicos requiere conocimientos de biología, fisiología, taxonomía, hábitos y comportamiento, tanto de la plaga como del cultivo (Rodríguez, 1996).

Para elegir plantas con que experimentar, deben buscarse aquellas que tienen olores fuertes y/o las que no sufren daños de insectos. Las plantas con esas características son candidatas para plaguicidas naturales (Du Pont, *et al.*, 1990; citado por Caballero & Montes, 1990).

La colecta de la planta, para preparar insecticidas, debe hacerse racionalmente, debido a que es un recurso natural, y no se debe explotar irracionalmente, prefiriendo utilizar las especies más abundantes y mejor distribuidas, dejando siempre material para su regeneración y persistencia en el ecosistema. Los principios activos generalmente se encuentran en mayor concentración en determinada estructura vegetal por lo que es importante usar sólo esta parte. Al respecto deben preferirse las especies perennes, pues éstas se encuentran disponibles por más tiempo. En relación a la estructura vegetal debe preferirse al fruto cuando éste tenga los principios activos y en orden de importancia el follaje (Rodríguez, 1996).

Du Pont, *et al.*, (1990); citado por Caballero & Montes, (1990), mencionan que se pueden emplear varias partes de la planta para la preparación de plaguicidas naturales así :

a) hojas:

Estas son las partes más fáciles de aprovechar porque abundan y por lo general se encuentran durante cualquier época del año. Ejemplos de algunas plantas cuyas hojas se utilizan para la preparación de plaguicidas : Tabaco, tomate, flor de muerto y ajeno.

b) Semillas :

Muchas veces la semilla es la parte más concentrada en propiedades químicas, contiene aceites esenciales y otros compuestos químicos : ejemplo son el mamey, la anona, el higuierillo, el neem y el paraíso.

c) Flores :

A veces las flores tienen propiedades plaguicidas; algunos ejemplos son el crisantemo que se llama *Piretrum* y el madrecaao.

d) Frutos :

El fruto de la planta de chile es bien conocido como plaguicida. También se reporta que las frutas del árbol caña fistula (*Cassia fistula*) y la fruta de la jícama, tienen propiedades plaguicidas. Por eso, hay que experimentar con los frutos frescos y los frutos secos.

e) Raíces

Algunas plantas tienen la capacidad de acumular toxinas en sus raíces, por ejemplo : El madrecaao (*Glyricidia sepium*), el barbasco (*Derris sp*), y la calabacilla (*Cucurbita foetidissima*).

f) Corteza y tallo :

Se conocen pocas plantas que contienen propiedades plaguicidas en su corteza o tallo, pero hay algunas. Tres importantes son la quassia (*Quassia amara*), la cancerina (*Hippocratea excelsa*), y el sauce (*Salix humboldtiana*). La cancerina o matapijos es una planta medicinal arbustiva enredadera cuya corteza de la raíz sirve para proteger granos almacenados.

Existe una dinámica en la concentración de los principios activos insecticidas en el tiempo, la cual está acorde con los períodos estacionales y fases de crecimiento de la planta. Su conocimiento facilitará el uso racional del recurso, utilizando en el tiempo que sea más tóxico. Los principios activos pueden ser solubles o insolubles en agua. Siendo en general preferible los hidrosolubles o más polares, ya que el agua es más fácil

de conseguir que el alcohol, acetona o hexano entre otros. Además así se logra trabajar con las sustancias menos persistentes en el ambiente y por lo tanto biodegradable, ocasionando una mínima contaminación por no haber residualidad, y la resistencia de las plagas se presentará lentamente. Cuando las sustancias insecticidas se obtengan con diferentes disolventes, como es el caso del neem *Azadirachta indica* (Meliaceae), es mejor utilizar las más polares o más solubles en agua, con la finalidad de realizar una programación de las aplicaciones de las moléculas más complejas desde el punto de vista ambiental. Las plantas son preventivas y no curativas, por lo que se deben usar cuando la población de la plaga apenas se está incrementando, o existen las condiciones del incremento, y no cuando el problema sea grave. (Rodríguez, 1996).

Los extractos vegetales pueden provocar en los insectos repelencia, inhibir la alimentación, inhibir el crecimiento, provocar esterilidad y disminuir la oviposición entre otros efectos. De estas actividades es preferible la repelencia, pues por medio de la manipulación de mensajes químicos se evita que la plaga reconozca a su hospedera y se alimente de ella. En relación a la inhibición de la alimentación (efecto antialimentario o deterrencia), puede observarse en la ingestión, absorción o asimilación y es mejor cuando se da en mayor proporción en la primera fase que en las subsecuentes. La inhibición del crecimiento, efecto insectistático, se relaciona con las fitohormonas que se asemejan a la hormona juvenil, las cuales provocan desequilibrio hormonal, observándose mudas supernumerarias o individuos precoces, respectivamente. La esterilidad es resultante de la inhibición de la hormona juvenil en estado adulto. En lo que respecta a la disminución de la oviposición, ésta generalmente es la manifestación de los tóxicos. Las plantas plaguicidas, también pueden combinarse con aceite y jabón. Sin embargo, sus combinaciones deben considerar la plaga, el cultivo, el tiempo, contaminación y el costo-beneficio. Añadir jabón a los preparados naturales es común cuando se desea mayor adherencia y dispersión de la gota, y además se explota la cualidad del jabón de disolver la cutícula. Así el insecticida natural resultará más agresivo al actuar no sólo por ingestión, sino por contacto. La mezcla de plantas no se recomienda puesto que el extracto de una de ellas es en realidad una mezcla de diversas sustancias. La utilización de plantas insecticidas puede provocar fitotoxicidad al cultivo. (Rodríguez, 1996).

Debe evitarse la aplicación de los extractos de una planta a otra del mismo género o familia, puesto que el aplicar el preparado natural obtenido de una planta enferma puede haber inoculación de algunos patógenos y se propagará la enfermedad en el cultivo, lo que lejos de solucionar un problema lo hará más complejo. Para la aplicación de los plaguicidas naturales debe tomarse en cuenta la etapa más susceptible del cultivo y de la plaga con la finalidad de hacer el mejor uso de esta alternativa biorracional. Las plantas insecticidas deben de propagarse, para tener material disponible en cantidad suficiente en cualquier momento. Para tal fin es recomendable que el agricultor destine un pedazo de su terreno para la siembra de su insecticida botánico. (Rodríguez, 1996).

Du Pont, *et al*, (1990); citado por Caballero & Montes, (1990), mencionan con respecto al tema en estudio lo siguiente : a) un plaguicida natural puede ser o no veneno mortal para matar y controlar plagas; b) algunas plagas comunes que controlan son los insectos, ratas y las enfermedades; c) los plaguicidas naturales pueden ser peligrosos para la salud, causando enfermedades y hasta la muerte si no se manejan bien; d) nunca se deben usar extractos de plaguicidas naturales que se desconozca su origen y nivel de toxicidad; e) existen varios tipos de plaguicidas naturales como son : insecticidas, fungicidas, repelentes, nematocidas, etc.; f) los extractos de plaguicidas naturales se pueden hacer en forma líquida, en polvo y granulado; h) entre los plaguicidas naturales hay ligeramente, moderadamente, medianamente y altamente tóxicos.

A continuación se presenta una descripción general del paraíso, neem, tabaco y Malathion, productos utilizados en la etapa de campo del presente estudio.

2.2.7.1. Paraíso (*Melia azederach* L.)

a) Generalidades

El paraíso es un árbol muy conocido en todo el mundo, se ha utilizado como ornamental, y por su rápido crecimiento se convierte en una buena alternativa para la producción de leña. También sus hojas pueden utilizarse como forraje para alimentar cabras. Al igual que el neem, el paraíso tiene propiedades insecticidas, tanto en sus flores como en sus frutos. Esta especie se desarrolla bien en climas tropicales, subtropicales templados cálidos, con temperaturas anuales no inferiores a 18 °C. Se

adapta hasta los 200 msnm y es resistente a la sequía, desarrollándose con 600 a 1000 mm de precipitación anual, se adapta a un amplio rango de suelos, pero se logra un mejor desarrollo en suelos franco-arenosos profundos y bien drenados. El paraíso se reproduce fácilmente por semilla y por estaca. (CATIE, 1984; citado por Hernández, *et al*, 1990).

b) Clasificación y descripción botánica

Este árbol pertenece al género y especie *Melia azederach*, y a la familia Meliaceae, del orden Terebintales. (Lagos: 1983, citado por Hernández, *et al*, 1990).

El paraíso, es un árbol caducifolio de tamaño mediano de 6 a 30 m de altura y 50 a 70 cm de diámetro, produce vistosos racimos de flores color púrpura claro y en el verano proporciona denso follaje color verde oscuro, las flores pequeñas y fragantes producen frutos de un color amarillo brillante, en forma de bayas. (CATIE, 1984; citado por Hernández, *et al*, 1990)

La mayor producción de flores y frutos se dan en los meses de mayo y junio; sin embargo, hay árboles que producen flores y frutos, constantemente en la mayoría de meses del año (Castillo & Alvarado, 1987; citados por Hernández, *et al*, 1990).

c) Origen y distribución

El paraíso, es un árbol nativo de Asia, con su probable centro de origen en Beluchistan y Cachemira; actualmente se cultiva en la mayoría de países tropicales y subtropicales, desde las Antillas, el sur de los Estados Unidos y México, Argentina, Brasil, Africa, Asia, Australia y Centro América. (Grainge & Ahmed, 1988; citado por Hernández, *et al*, 1990).

d) Principio activo y modo de acción

El paraíso, posee útiles propiedades medicinales e insecticidas que son debidas a la presencia de compuestos orgánicos en hojas, corteza, fruto y madera. (Castillo & Alvarado, 1987; citado por Hernández, *et al*, 1990).

Se ha determinado que las sustancias responsables del control de plagas son el esteroide Azaderacol y los alcaloides : Azadirina y Margosina; éstos producen a las plagas una acción insecticida, antialimentaria o de repelencia. (Pascual, 1996). Investigaciones realizadas con corteza y frutos, concluyen que ambas partes tienen propiedades repelentes e insecticidas; en otro caso, el ingrediente activo de los extractos

acuosos de paraíso provocan un desequilibrio hormonal en el insecto, lo cual le impide alcanzar el estado de pupa o sintetizar en su totalidad la cutícula. La ausencia de cutícula en las pupas apoya el hecho de que se trate de un desbalance hormonal, pues como se sabe, tanto la metamorfosis como la síntesis de la nueva cutícula están gobernadas por cambios en las concentraciones de dos hormonas: la hormona juvenil y la ecdisona (Grainge & Ahmed, 1988; citado por Hernández, *et al*, 1990).

e) Insectos sobre los que actúa

Se menciona que el paraíso controla las siguientes especies de insectos plagas :
 Lepidoptera: *Pieris brassicae*, *Pieris rapae*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera abyssinia*, *Bombyx mori*; Homoptera : *Diaphorina citri*, *Lipaphis erysimi*, *Myzus persicae*, *Aphis citri*, *Brevicoryne brassicae*; Coleoptera : *Rhizopertha dominica*, *Sitotroga cerealella*, Ortoptera: *Locusta migratoria*, *Schistocerca gregaria*. (Castillo & Alvarado, 1987; Grainge & Ahmed, 1988; citados por Hernández, *et al*, 1990).

f) Método de preparación y aplicación de extractos

Se pueden preparar extractos acuosos, extractos en polvo o la extracción química. Para preparar extractos acuosos, se utilizan semillas, hojas o frutos. Estos se maceran y luego son colocados en agua en ebullición, se filtra la solución, luego está lista para ser aplicada a las plantas por medio de bombas de mochila a una dosis de 0.4 l/ha a 0.5 l/ha. Los extractos en polvo se preparan moliendo la parte de la planta que se va a utilizar, y este polvo es el que se coloca sobre la planta que se desea proteger. Hay otros métodos más sofisticados los cuales requieren de técnicas más avanzadas, así tenemos la extracción química en la cual se utilizan como solventes el alcohol, etanol y éter de petróleo (Grainge & Ahmed, 1988: citado por Hernández, *et al*, 1990).

2.2.7.2. Neem (*Azadirachta indica*)

a) Generalidades

El árbol de neem es una especie muy importante para las zonas áridas, debido a los muchos usos que tienen, para la producción. Además, proporciona muchos subproductos explotables comercialmente y por los beneficios ecológicos que brinda. Crece en todas las zonas tropicales y subtropicales, en alturas que van desde los 50 hasta los 200 msnm, pero no resiste la humedad. Es resistente a la sequía extrema y aridez,

creciendo aún con 150 mm de precipitación anual. El árbol de neem, también es muy apreciado por su madera para la construcción, ya que es muy resistente a las termitas, es utilizado como leña y para la fabricación de carbón. Además, sirve como cortina rompeviento y contra el fuego, esto debido a que el neem mantiene por largo tiempo su follaje verde, así forma una barrera viva contra la extensión de incendios. Las hojas del neem, pueden ser utilizadas como forraje, por su alto contenido de proteína (15%) y un bajo contenido de celulosa, siendo aptas para la alimentación de cabras y ovejas. También pueden ser utilizadas como abono verde, con el propósito de mejorar los suelos; el neem se reproduce por semilla, para obtener un alto porcentaje de germinación, se debe utilizar semillas nuevas que se siembran inmediatamente de ser cosechadas. (Munch, 1988; citado por Hernández, *et al*, 1990).

b) Clasificación y descripción botánica

El neem, pertenece al género y especie *Azadirachta indica* y a la familia *Meliaceae*, del orden *Terebintales* (Lagos, 1983: citado por Hernández, *et al*, 1990).

El neem, es un árbol de raíces profundas, tamaño mediano, hojas anchas y siempre verdes. Las flores son blancas o amarillentas, hermafroditas y pequeñas, están dispuestas en panícula, poseen un rico olor a miel, florecen a los 2 ó 3 años de edad. Dan frutos una vez al año y en zonas muy húmedas dos veces al año. Los frutos cuando inmaduros son de color verde claro y cuando están maduros son amarillosos; en su pulpa suave y dulce se encuentra una semilla clara que contiene una o dos semillas de color marrón. Los frutos maduros pueden ser cosechados fácilmente, al ser sacudidos del árbol o desgranados de las ramas.

Un árbol puede producir 250 kg de hojas verdes y 50 kg de frutos. De esta fruta se puede obtener aproximadamente 30 kg de semilla (Munch, 1988; citado por Hernández, *et al*, 1990).

c) Origen y distribución

El árbol de neem, es originario de Asia, específicamente de los bosques secos de : India, Pakistán, Birmania, Indonesia, Malasia, Tailandia, Sri Lanka; donde es considerado como una planta de importancia medicinal que ha sido cultivada por muchas décadas en las zonas áridas de Asia, Africa y desde algún tiempo en América Latina, como proveedor de madera (Munch, 1988; citado por Hernández, *et al*, 1990).

d) Principio activo y modo de acción

Grainge & Ahmed, 1988; citado por Hernández, *et al*, (1990), mencionan que las sustancias activas de esta especie son los triterpenoides : Salanina, Melianrol y el más importante que es el Azadirachtín o Azadirachtina.

Todas las partes del árbol contiene ingredientes insecticidas, pero la mayor concentración y la más efectiva (Azadirachtina) se encuentra en la semilla, seguido de las hojas y finalmente en la madera. (Munch, 1988; citado por Hernández, *et al*, 1990; Proyecto Salvadoreño-Alema de Protección Vegetal Integrada MAG-GTZ, 1977).

La Azadirachtina, sustancia activa más importante del árbol, actúa como inhibidor del desarrollo de muchas larvas de insectos aún en dosis muy bajas, o sea, que las plagas que ingieren esta sustancia no pasan a la fase sucesiva y en su estado larval muere. (Proyecto Salvadoreño- Aleman de Proyección Vetegal Integrada MAG-gtz, 1997). En algunas otras plagas como por ejemplo : Los saltamontes, la Azadirachtina tiene un efecto inhibidor de alimentación. Como se ha confirmado repetidamente en ensayos, debido a su forma especial de acción, los extractos de neem son extraordinariamente inofensivos para los organismos útiles. Pruebas de larga duración indican que no hay que temer que se desarrolle una resistencia contra los ingredientes de neem, tal como sucede con muchos productos sintéticos. Una gran ventaja de los extractos de neem, consiste en que aún en aplicaciones repetidas en el cultivo son inofensivos para los humanos. Los extractos de neem, influyen en el consumo de follaje, la digestión y los aspectos fisiológicos de la reproducción de los insectos, causándoles anomalía en su desarrollo. (Nim, s.f.; citado por Hernández, *et al*, 1990; Lagunes & Villanueva, 1995).

Muchos insectos son repelidos por las sustancias activas del neem porque su olor y sabor no les son agradables, otros insectos mueren después de haber comido las hojas tratadas. En algunas especies el comportamiento se modifica, o su capacidad de reproducción se reduce hasta la esterilidad; otras plagas reaccionan poco o nada a las sustancias activas, lo cual a menudo es causado por su forma de vida. El efecto más sencillo de los componentes del neem es la influencia sobre el comportamiento de los insectos, por ejemplo en la acción de comer (chapulines), y en la oviposición (*Crociodomia binotalis*). En otros insectos que a pesar de haber sido tratados con neem siguen comiendo los cultivos, se han observado alteraciones en el proceso de

metamorfosis. (Nim, s.f.; citado por Hernández *et al*, 1990; Lagunes & Villanueva, 1995).

Son fáciles de controlar las larvas de mariposa que comen hojas y otras partes de la planta. Tanto larvas grandes como pequeñas reaccionan inhibiendo su crecimiento después de la aspersión, dejan de comer y mueren dentro de dos días. El efecto que causa el neem en los saltamontes es que interrumpe el desarrollo de las larvas y reduce la capacidad de reproducción de los adultos. En larvas de minadores de la hoja también se inhibe el desarrollo. En pulgones se necesita realizar aspersiones en concentraciones más altas para reducir el ataque de esta plaga. (Nim, s.f.; citado por Hernández, *et al*, 1990; Lagunes & Villanueva, 1995).

e) Plagas sobre las que actúa

Se ha comprobado que puede controlar tanto insectos fitófagos como insectos de productos almacenados, ya sea en su comportamiento como en su fisiología. Entre los insectos que controla podemos mencionar : Unas 20 especies de escarabajos (Coleoptera), cinco especies de moscas (Diptera), 25 especies de mariposas y palomillas (Lepidoptera) , cinco especies de langostas y saltamontes (Orthoptera). (Ien, 1985; citado por Hernández, *et al*, 1990).

Grainge & Ahmed, 1988; citado por Hernández, *et al*, (1990), mencionan que el neem controla, entre otros, los siguientes organismos : Coleoptera : *Acalyma vitatta*, *Epilachna varivestis*, *Diabrotica undecimpunctata*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae*; Lepidoptera : *Heliothis armigera*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera lituria*, *Crocidolomix binotalis*; Homoptera : *Aphis gossypii*; Ortoptera : *Acrida exatana*; Hemiptera : *Dysdercus cinctulatus*; Diptera : *Culex fatigans*.

f) Métodos de preparación y aplicación de extractos

Para el control de plagas con materiales de origen botánico pueden utilizarse : a) extractos acuosos; b) polvos y c) aceite de neem (extracción por máquina). Para preparar extractos acuosos, se utiliza semilla sin pelar o semilla pelada, utilizando de 20-50 g/ de agua. La solución debe ser producida un día antes de la aplicación. Se filtra la suspensión y una vez realizada esta actividad está lista para ser utilizada. Para la extracción por máquina se utiliza una prensa para expeler el aceite. Con este método no es necesario pelar la semilla. (Munch, 1988; citado por Hernández, *et al*, 1990).

2.2.7.3. Tabaco (*Nicotiana tabacum*)

a) Generalidades

La importancia del tabaco en la agricultura la determina su valor como un cultivo bien remunerado y el encontrarse al alcance tanto de los pequeños como de los grandes propietarios. Su colocación en el mercado es generalmente inmediata; y no se deteriora rápidamente cuando ha sido bien curado y almacenado. (Lintzenberger, 1976).

Pese a que el tabaco carece de valor dietético - nutricional para sus consumidores, ha retenido su popularidad por más de 250 años y no hay indicios de que llegue a ser descartado. Han sido múltiples las modalidades en el uso del tabaco; rapé, tabaco para pipa, cigarrillos, tabaco para mascar; el fumar cigarrillos pone en peligro la salud, pero el consumo total de tabaco prosigue sin dar señal de disminución virtualmente en todos los países. Se cultiva desde 60° Latitud Norte hasta los 40° Latitud Sur, este cultivo se adapta mejor en regiones de pluvialidad moderada de 500 a 1000 mm. (Lintzenberger, 1976).

b) Clasificación y descripción botánica

Esta planta pertenece al género y especie *Nicotiana tabacum* y a la familia Solanaceae, del orden Tubifloras. (Lagos, 1987).

El tabaco es una planta herbácea anual, con un tallo sólido y erecto cubierto de filamentos cortos y ahusados, y alcanzan alturas de 1 a 2 m (incluyendo los pedúnculos de flores) en su madurez. Dependiendo de la variedad, cada planta produce de 20 a 30 hojas de tamaño grande (cerca de 60 cm de largo por 25 cm de ancho), las baja, semi-cifnendo el tallo. La inflorescencia aparece en el extremo del pedúnculo, produciendo cápsulas con semillas diminutas, de 6 a 10 mil por gramo. En la producción de hoja de tabaco, la inflorescencia se remueve antes de la floración (denominado punteado), para

forzar la distribución de alimento en las hojas de la planta. (Lintzenberger, 1976).

especie *N. Tabacum*, se introdujo rápidamente en Europa a través de España, Francia y Gran Bretaña, pero su producción comercial en gran escala se inició en las colonias inglesas a lo largo de la costa Atlántica. (Lintzenberger, 1976).

d) Principio activo y modo de acción

El principio activo de los extractos de tabaco es el alcaloide nicotina, aislada inicialmente en 1828 y cuya estructura se entendió claramente en 1893, sintetizándose por primera vez en 1904.

La nicotina se encuentra en las plantas de tabaco como una sal con los ácidos cítrico y málico en proporción del 1-8% y puede ser extraída de las hojas y de las raíces de las plantas por medio del tratamiento con solución alcalina, seguido de destilación al vapor. La nicotina actúa como insecticida de contacto no persistente contra áfidos, minadores de hojas, palomilla de la manzana y trips en una amplia variedad de cultivos. (Lagunes & Villanueva, 1995; Pascual, 1996).

Munch, (1988), menciona que una cantidad de 0.06 g de nicotina es suficiente para matar un hombre.

e) Método de preparación y aplicación de extractos

Se pueden hacer extractos acuosos, polvo y extracción química.

Para preparar extracto acuoso, se utiliza en forma general hojas, éstas se maceran y luego está lista para ser aplicada, a una dosis de 6.5 kg/ha. (Munch, 1988).

2.2.7.4. 0,0 Dimetil fosforoditioato de dietil (Malathion 57% C.E.)

Es un insecticida organofosforado, comúnmente conocido en el comercio como "Malathion 57% C.E.", es un compuesto, efectivo por contacto y estomacal. Es un insecticida acaricida de amplio espectro, contra los insectos chupadores y masticadores, así como ácaros. Es especialmente eficaz contra el picudo del algodón, pulgones, escamas y otros picudos.

Así mismo es efectivo contra piojos, garrapatas, hormigas, mosquitos y muchos otros. Su dosis general es : 1.5 a 2.4 l/ha (1 a 1.5 l/mz), y el intervalo entre aplicaciones es de 3-8 días, dependiendo del nivel de infestación de la plaga. (BAYER, 1986).

3. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en dos fases : 1) fase de invernáculo; y 2) fase de campo.

3.1. Fase de invernáculo

3.1.1. Localización

Esta se realizó en el invernáculo de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas dentro de la Ciudad Universitaria en San Salvador, entre los meses de abril y julio de 1997.

3.1.2. Descripción del invernáculo

El invernáculo está construido a base de malla y vidrio, ocupando un espacio interno de 58.8 m² y una altura máxima de techo de 3.2 m, utilizándose 44.4 m² para la distribución de las jaulas (Fig. 1).

3.1.3. Características climáticas del lugar

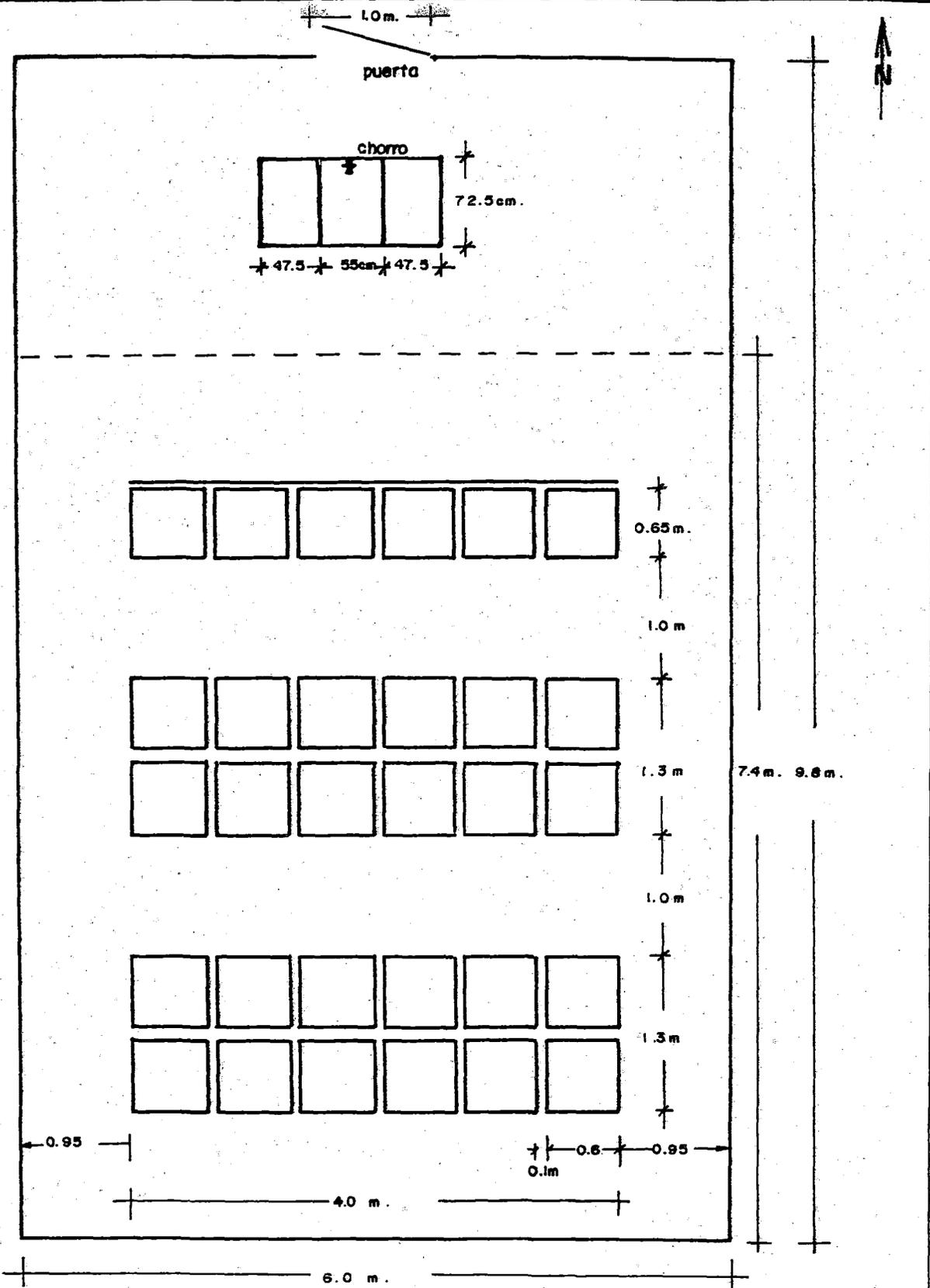
En la zona donde se realizaron los ensayos se registran precipitaciones promedios anuales de 1,794 mm, temperatura de 22.9 °C, humedad relativa de 73% y un promedio de luz solar de 8.2 horas/día, según registros de la Estación Meteorológica de Ilopango (Almanaque Salvadoreño, 1992).

La temperatura interna del invernáculo se determinó haciendo uso de un termómetro, tomándose dos lecturas al día: a las 9:00 a.m. y 2:00 p.m. Estas se presentan en los resultados.

3.1.4. Montaje de los ensayos

a) Inducción de plantas a brotación

En esta etapa se hizo uso de plantas de mandarina (*Citrus reticulata*), variedad Cleopatra, con una edad aproximada de cinco meses, las cuales fueron estimuladas a brotación mediante una poda, fertilización (5 g de sulfato de amonio/planta) y riegos periódicos; luego éstas se confinaron utilizando malla plástica (abertura : 1.6 mm x 1.6 mm) durante 15 días.



ESC. 1: 50

Fig. I - Plano y distribución de jaulas en el invernáculo.

b) Obtención de la plaga

Se colectaron hojas con pupas de *P. citrella* en viveros o plantaciones establecidas de cítricos, en las siguientes localidades : Valle de Zapotitán (Depto. de La Libertad), Planes de Renderos (Depto. de San Salvador), Cantón San Francisco Chamoco (Depto. de San Vicente), Finca Santa Marta, Cojutepeque (Depto. de Cuscatlán) y Sensuntepeque (Depto. de Cabañas). Dicha hojas se colectaron en bolsas plásticas conteniendo papel periódico humedecido, para luego confinarlas en las cámaras de cría.

c) Cámaras de cría

Inicialmente se utilizó una caja de durapax (espuma plástica) con papel periódico humedecido en el fondo, en donde se colocaron las hojas con pupas, cubriéndola con plástico y una tapadera. Este método pronto fue sustituido por una modificación debido a que presentó dificultad para la captura del adulto emergido, porque el espacio era muy amplio, siendo necesario succionarlo, lo cual provocaba daños al insecto; la modificación que resultó más apropiada fue el uso de un pequeño recipiente conteniendo con papel periódico humedecido en el fondo dentro de una bolsa plástica transparente de cinco libras, luego se colocaron en el recipiente las hojas con pupas y se amarró la bolsa (Fig. 2). La captura de los adultos se hizo introduciendo un tubo de ensayo en la bolsa, evitando de esta forma succionarlos. Este método es muy similar al utilizado en las investigaciones realizadas en España por Serrano, *et al*, (1996).

d) Preparación de extractos

En esta fase se utilizaron 24 especies vegetales (Cuadro A-1) para la elaboración de los diferentes extractos acuosos, cuya preparación consistió en secar partes vegetales en una estufa a 60 ° C durante 24 horas; posteriormente se introdujo el material en un molino eléctrico hasta formar una especie de harina. Luego se pesaron 50 g de ésta, colocándose después en 250 cc de agua en ebullición (relación 1:5 peso/volumen), se agitó y se dejó en reposo durante 24 horas antes de aplicarlo.

e) Aplicación de extractos

Para cada ensayo se realizaron dos aplicaciones: la primera se hizo a las plantas, previo a la introducción en las jaulas; y la segunda cinco días después de la primera, al sistema planta-insecto, ambas por medio de atomizadores.

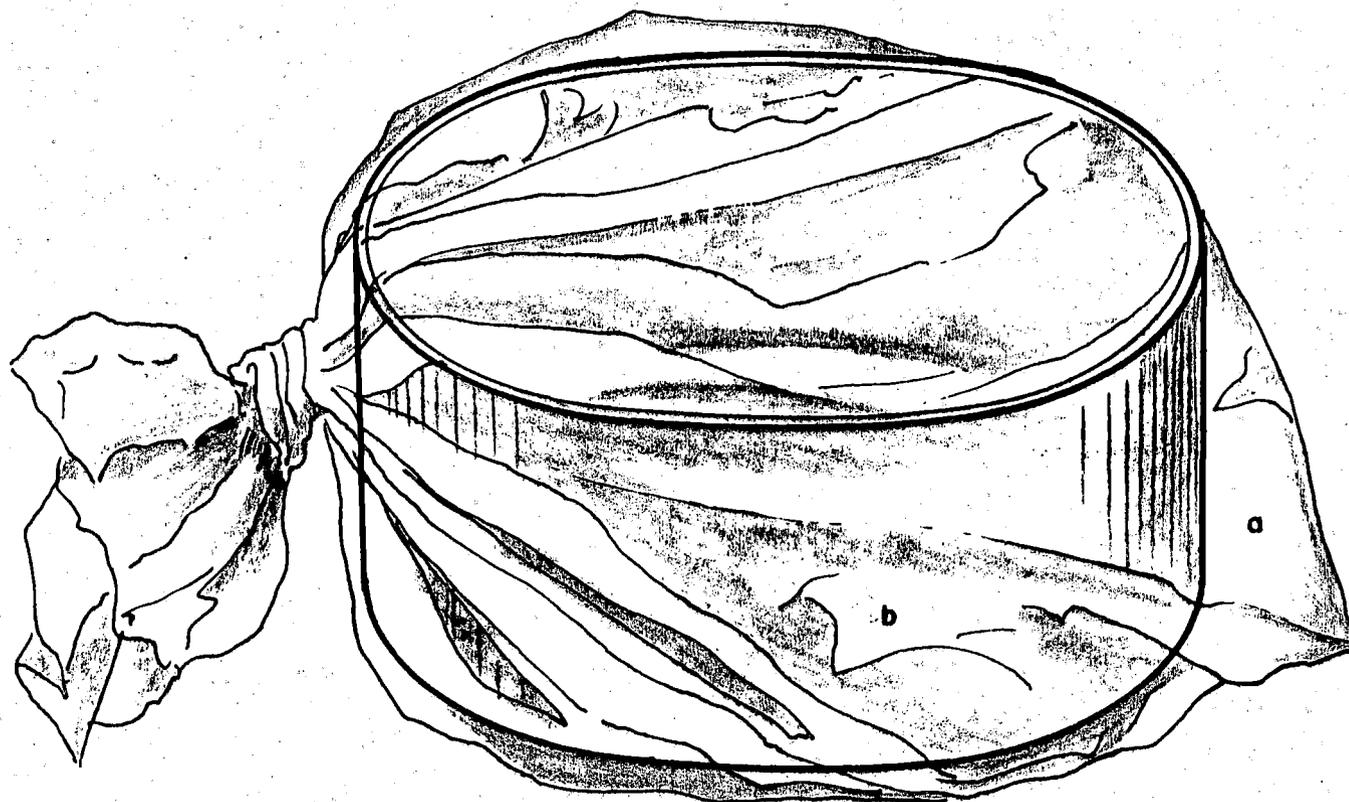


Fig. 2 - Cámara de cría de P. citrella utilizada en la fase Invernáculo.

a) bolsa plástica transparente

b) recipiente plástico

f) Exposición de adultos a extractos botánicos

El número de adultos liberados por unidad experimental fué de 10, los cuales se extrajeron de la cámara de cría haciendo uso de tubos de ensayo; se colocaron posteriormente éstos dentro de las jaulas conteniendo las plantas previamente asperjadas con determinado extracto botánico, para la liberación espontánea de los insectos.

g) Alimentación del insecto

El alimento proporcionado a los adultos fue a base de agua azucarada, impregnando con ella pequeños cubitos de esponja sintética (colocando uno por planta). Este suplemento alimenticio fue necesario proporcionarlo a los adultos para no interferir en su desarrollo, tal como lo mencionan Serrano, *et al*, (1996).

Para evitar el ingreso de otros insectos dentro de las jaulas, se aplicó aceite quemado a las patas de las mesas sobre las cuales estaban las jaulas.

3.1.5. Metodología estadística

a) Factores en estudio y tratamientos

Los factores en estudio fueron los extractos vegetales con una dosis única para cada ensayo, los tratamientos se constituyeron con cada uno de los extractos que fueron evaluados, incluyendo los testigos absoluto (sin aplicación) y relativo (aplicación de agua).

b) Toma de datos

Los datos a tomar fueron: Número de hojas susceptibles y número de hojas minadas. Las hojas susceptibles se consideraron antes de introducir las plantas a sus respectivas jaulas; mientras que las hojas minadas se obtuvieron mediante la revisión de cada una de las plantas que conformaban la unidad experimental, al finalizar cada ensayo (seis días después de la segunda aplicación).

Para estimar el daño en forma numérica (porcentaje) se utilizó la fórmula siguiente :

$$\% \text{ de daño} = \frac{\text{No. de hojas dañadas/tratamiento}}{\text{Total de hojas susceptibles/tratamiento}} \times 100$$

c) Diseño estadístico

El montaje experimental se realizó bajo el diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental se constituyó de tres plantas de mandarina; el

análisis de los datos involucró el análisis de varianza y con el fin de determinar la significancia estadística de los datos obtenidos en cada tratamiento, se realizó la prueba de Tukey con los niveles de significancia del $\alpha = 1\%$ y 5% .

d) Tamaño y cantidad de experimentos

Se utilizó para realizar las pruebas en el invernáculo 44.4 m^2 , en donde se distribuyeron 30 jaulas con las dimensiones $0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}$ (Fig. 3).

Debido a la dificultad de obtener altas poblaciones del insecto, se hizo necesario realizar cuatro ensayos, cada uno con diferente número de tratamientos (Cuadros 5, 6, 7 y 8).

e) Parámetros evaluados

La fuente de datos fue la unidad experimental de donde se obtuvieron los valores numéricos para los siguientes parámetros: Número de hojas susceptibles/tratamiento y número de hojas minadas/tratamiento.

f) Modelo estadístico

El modelo estadístico del diseño de bloques al azar fue el siguiente :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde : $i = 1, 2, \dots, a.$

$j = 1, 2, \dots, b.$

Y_{ij} = Es la respuesta observada en cualquier unidad experimental o parcela (i, j).

μ = Es la medida del experimento.

T_i = Es el efecto de cualquier tratamiento i.

B_j = Es el efecto de cualquier bloque j.

E_{ij} = El error experimental en la parcela (i, j).

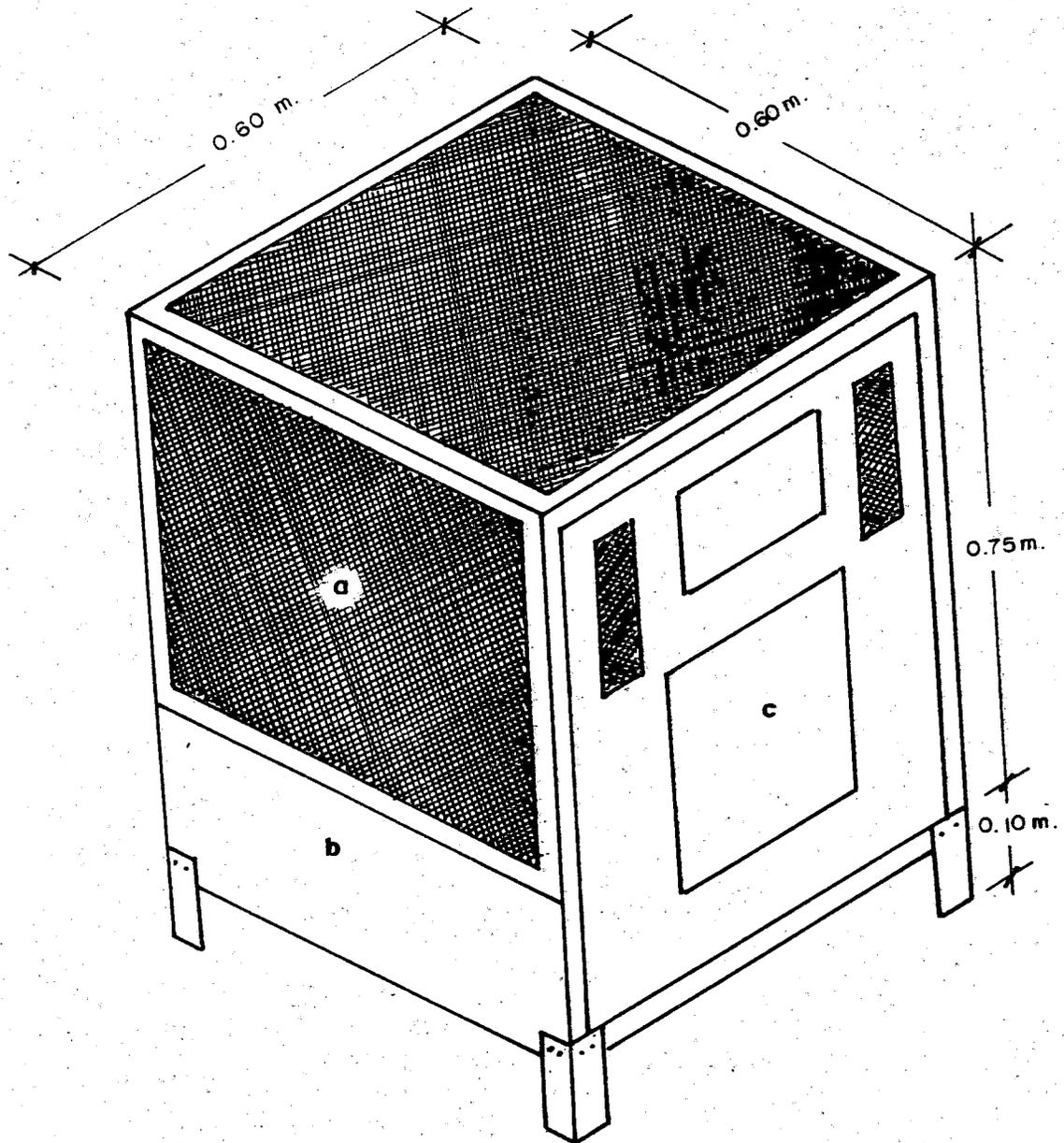


Fig. 3 - Jaula utilizada durante los ensayos en invernáculo.

- a) organza
- b) madera
- c) cristal

Cuadro 5. Materiales botánicos evaluados contra *P. citrella* en el primer ensayo, durante la fase de invernáculo.

| Simbología | Tratamiento | Familia | Nombre Científico | Parte usada |
|------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------|-------------|
| T1 | Madrecacao | Papilionaceae | <i>Gliricidia sepium</i> | Semilla |
| T2 | Tabaco | Solanaceae | <i>Nicotiana tabacum</i> | Hoja |
| T3 | Jiote | Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> | Semilla |
| T4 | Caoba | Meliaceae | <i>Swietenia humilis</i> | Semilla |
| T5 | Hierba buena | Labiatae | <i>Mentha citrata</i> | Hoja |
| T6 | Mamey | Gutiferae | <i>Mammea americana</i> | Semilla |
| T7 | Cebolla | Liliaceae | <i>Allium cepa</i> | Bulbo |
| T8 | Orégano | Labiatae | <i>Origanum sp.</i> | Hoja |
| TR | Testigo relativo (agua) | | -- | -- |
| TA | Testigo absoluto (sin aplicación) | | -- | -- |

Cuadro 6. Materiales botánicos evaluados contra *P. citrella* en el segundo ensayo, durante la fase de invernáculo.

| Simbología | Tratamiento | Familia | Nombre científico | Parte usada |
|------------|--------------------------------------|---------------|----------------------------------|-------------|
| T1 | Matapalo | Lorantaceae | <i>Psittacanthus calyculatus</i> | Hoja |
| T2 | Pito | Papilionaceae | <i>Erythrina berteroana</i> | Hoja |
| T3 | Epasina | Phytolacaceae | <i>Petiveria alliacea</i> | Raiz |
| TR | Testigo relativo (agua) | | -- | -- |
| TA | Testigo absoluto (sin aplicación) | | -- | -- |

Cuadro 7. Materiales botánicos evaluados contra *P. citrella* en el tercer ensayo, durante la fase de invernáculo.

| Simbología | Tratamiento | Familia | Nombre científico | Parte usada |
|------------|--------------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| T1 | Ruda | Rutaceae | <i>Ruta graveolens</i> | Hoja |
| T2 | Chichipince | Rubiaceae | <i>Hamelia patens</i> | Hoja |
| T3 | Neem | Meliaceae | <i>Azadirachta indica</i> | Semilla |
| T4 | Eucalipto | Mirtaceae | <i>Eucalyptus sp.</i> | Hoja |
| T5 | Chilindrón | Apocinaceae | <i>Thevetia peruviana</i> | Hoja |
| TR | Testigo relativo (agua) | | -- | -- |
| TA | Testigo absoluto (sin aplicación) | | -- | -- |

Cuadro 8. Materiales botánicos evaluados contra *P. citrella* en el cuarto ensayo, durante la fase de invernáculo.

| Simbología | Tratamiento | Familia | Nombre científico | Parte usada |
|------------|--------------------------------------|--------------|---------------------------------|-------------|
| T1 | Paraiso | Meliaceae | <i>Melia azederach</i> | Semilla |
| T2 | Acapate | Umbelliferae | <i>Eryngium sp.</i> | Hoja |
| T3 | Anona | Annonaceae | <i>Annona muricata</i> | Semilla |
| T4 | Albahaca | Labiatae | <i>Ocimum basilicum</i> | Hoja |
| T5 | Higuerillo | Euforbiaceae | <i>Ricinus communis</i> | Hoja |
| T6 | Guarumo | Moraceae | <i>Cecropia peltata</i> | Hoja |
| T7 | Conacaste | Mimosaceae | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Semilla |
| T8 | Ajo | Liliaceae | <i>Allium sativum</i> | Fruto |
| TR | Testigo relativo (agua) | | -- | -- |
| TA | Testigo absoluto (sin aplicación) | | -- | -- |

3.1.6. Descripción de pruebas experimentales de mortalidad y repelencia de adultos de *P. citrella*.

Debido a que en los ensayos experimentales realizados en la fase de invernáculo, bajo un diseño estadístico *ad-hoc*, no tuvieron como objetivo diferenciar o discernir sobre la naturaleza del efecto de los extractos botánicos, se realizaron pruebas de mortalidad y repelencia *in vitro* en pequeña escala, en las cuales se evaluaron los siguientes extractos : cebolla (*Allium cepa*), paraíso (*Melia azederach*), neem (*Azadirachta indica*), hierba buena (*Mentha citrata*), ajo (*Allium sativum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*); conformando cada uno de ellos los diferentes tratamientos, instalándose dos repeticiones por tratamiento.

a) Prueba de mortalidad

En esta prueba se elaboró una cámara utilizando placas petri en cuya base se colocó papel toalla impregnado de extracto botánico a evaluar, suministrando una fuente de alimento (agua azucarada en cubitos de esponja sintética). Seguidamente se procedió a capturar a los adultos de la cámara de cría (10 insectos/tratamiento), haciendo uso de vasos plásticos transparentes (9 onzas), los cuales presentaban en su base orificios finos hechos con punciones de alfiler para facilitar la entrada y salida del aire. Tales vasos se colocaron en forma invertida en las placas petri (Fig. 4).

Los tratamientos fueron los seis extractos botánicos evaluados, incluyendo un testigo (sin aplicación), estableciéndose dos repeticiones por tratamiento.

La toma de datos se realizó a las 24 horas y 48 horas después de introducidos los insectos a la cámara, tomando en cuenta el número de insectos muertos.

b) Prueba de repelencia

Para realizar esta prueba fue necesario construir una cámara con dos depósitos plásticos translúcidos (de 473 ml cada uno), provistos de "ventanas" con malla sintética para favorecer la ventilación, separados entre si por un conducto tubular elaborado con material de acetato, el cual presentaba un orificio en el centro para conectar un ramal perpendicular (tubo de ensayo) formando una "T" (Fig. 5). En cada uno de los depósitos se colocó papel toalla, hojas de mandarina picada y un cubito de esponja con agua azucarada, con la diferencia que en uno de ellos el papel toalla se impregnó del extracto vegetal a evaluar.

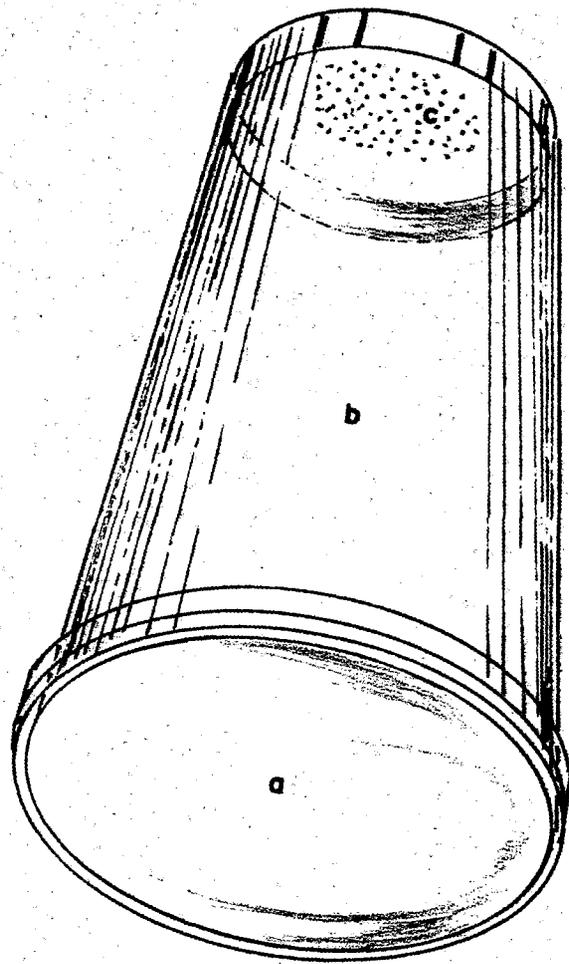


Fig. 4 - Cámara para prueba de mortalidad de adultos de *P. citrella*.

- a.) placa petri
- b.) vaso plástico transparente
- c.) orificios

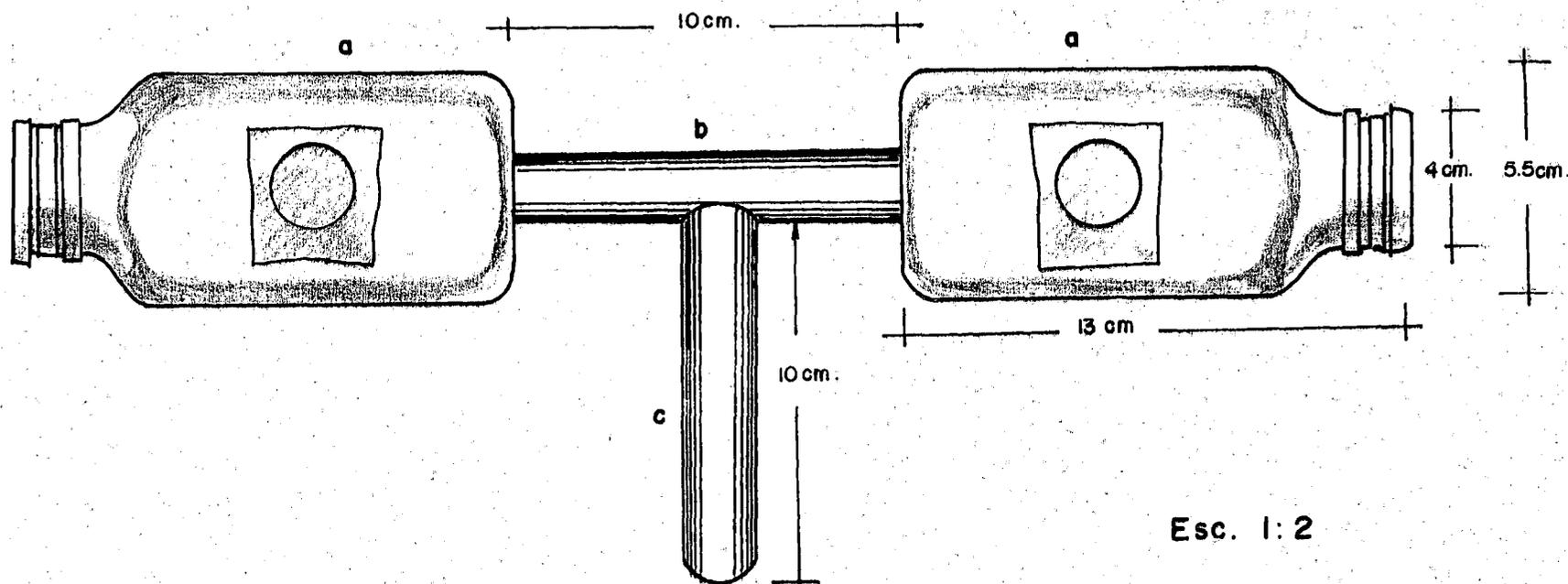


Fig. 5 - Cámara para prueba de repelencia de adultos de P. citrella .

- a) recipiente plástico traslúcido de 473 ml
- b) tubo acetato
- c) tubo de ensayo (vidrio)

ESC. 1: 2

Luego se capturaron los adultos de la cámara de cría (10 insectos/tratamiento) con la ayuda de tubos de ensayo, los cuales posteriormente se colocaron en el orificio del tubo de acetato, permitiendo a los insectos la libre opción de llegar a cualquiera de los dos depósitos; una vez introducidos éstos al tubo, se selló el orificio.

Los tratamientos lo constituyeron los seis extractos evaluados, estableciéndose dos repeticiones por tratamiento.

Los datos se tomaron a las 24 horas y 48 horas después de haber introducido los insectos a la cámara, considerando el número de insectos vivos en ambos depósitos.

3.2. Fase de campo

3.2.1. Localización

Esta se llevó a cabo en el Cantón El Volcán, Jurisdicción de Sensuntepeque, Cabañas, entre los meses de agosto y septiembre de 1997.

Dicho lugar se encuentra ubicado a una altura de 450 msnm.

3.2.2. Características climáticas del lugar

En la zona donde se realizó esta fase se registran precipitaciones promedios anuales de 1,575 mm, temperatura de 26.6 °C, humedad relativa de 70% y un promedio de luz solar de 8.3 horas/día, según registros de la Estación Meteorológica de la Chorrera El Guayabo. (Almanaque salvadoreño, 1992).

3.2.3. Montaje del ensayo

a) Inducción de plantas a brotación

Al igual que en la fase de invernáculo, se utilizaron plantas de mandarina, con una edad aproximada de ocho meses, las cuales fueron inducidas a brotación de igual forma mediante una poda, fertilización y riegos; así mismo se confinaron haciendo uso de malla plástica (abertura : 1.6 mm x 1.6 mm), para evitar el ataque de plagas.

b) Preparación de extractos

Las especies vegetales utilizadas en esta fase para la elaboración de los extractos fueron: neem, paraíso y tabaco, cuya preparación consistió en secar la parte vegetal a utilizar, seguidamente se molió hasta lograr una fina pulverización similar a una harina,

luego se pesó 50 g de ésta y se vertió en 250 cc de agua en ebullición (relación 1:5 peso/volumen), se agitó y se dejó en reposo durante 24 horas antes de aplicarlo como tratamiento sobre las plantas.

c) Establecimiento de los bloques

Una vez teniendo las plantas con follaje susceptible a la plaga (follaje tierno de rebrote), se procedió a formar los bloques dentro de un huerto casero (Fig. 6), donde se encontraban establecidos previamente varios árboles de cítricos de diferente edad (2-10 años). Cada bloque se estableció cerca del tronco de un árbol infestado con la plaga. Antes de iniciar los tratamientos se hizo un muestreo para constatar la presencia de la plaga, el cual se detalla en la etapa de resultados.

d) Aplicación de extractos

Se realizaron cuatro aplicaciones con un intervalo de siete días entre sí, aplicando la primera a las plantas al momento del establecimiento de los bloques antes de ocurrir la infestación natural por parte de la plaga. Las demás aplicaciones se hicieron sobre el sistema "planta-insecto", con la ayuda de atomizadores manuales.

Al realizar la aplicación de cada extracto, incluyendo el producto químico, se utilizó un plástico (2.0 m x 1.5 m) para evitar que éstos se esparcieran hacia los demás tratamientos por medio del viento.

Esta actividad se llevó a cabo en horas de la tarde (5:00 p.m. a 6:00 p.m.), para reducir la velocidad de evaporación de los extractos y para aprovechar los hábitos de actividad crepuscular de la plaga. (Peña, 1996).

3.2.4. Metodología estadística

a) Factores en estudio y tratamientos

Los factores en estudio fueron los extractos vegetales aplicados en dosis única, los tratamientos fueron cada uno de los extractos evaluados, incluyendo los testigos relativo y absoluto (sin aplicación).

El testigo relativo consistió en el uso de un insecticida órganofosforado comercial comúnmente utilizado por los agricultores del lugar de estudio, con el objeto de comparar la efectividad de los extractos con la de un insecticida químico. Dicho

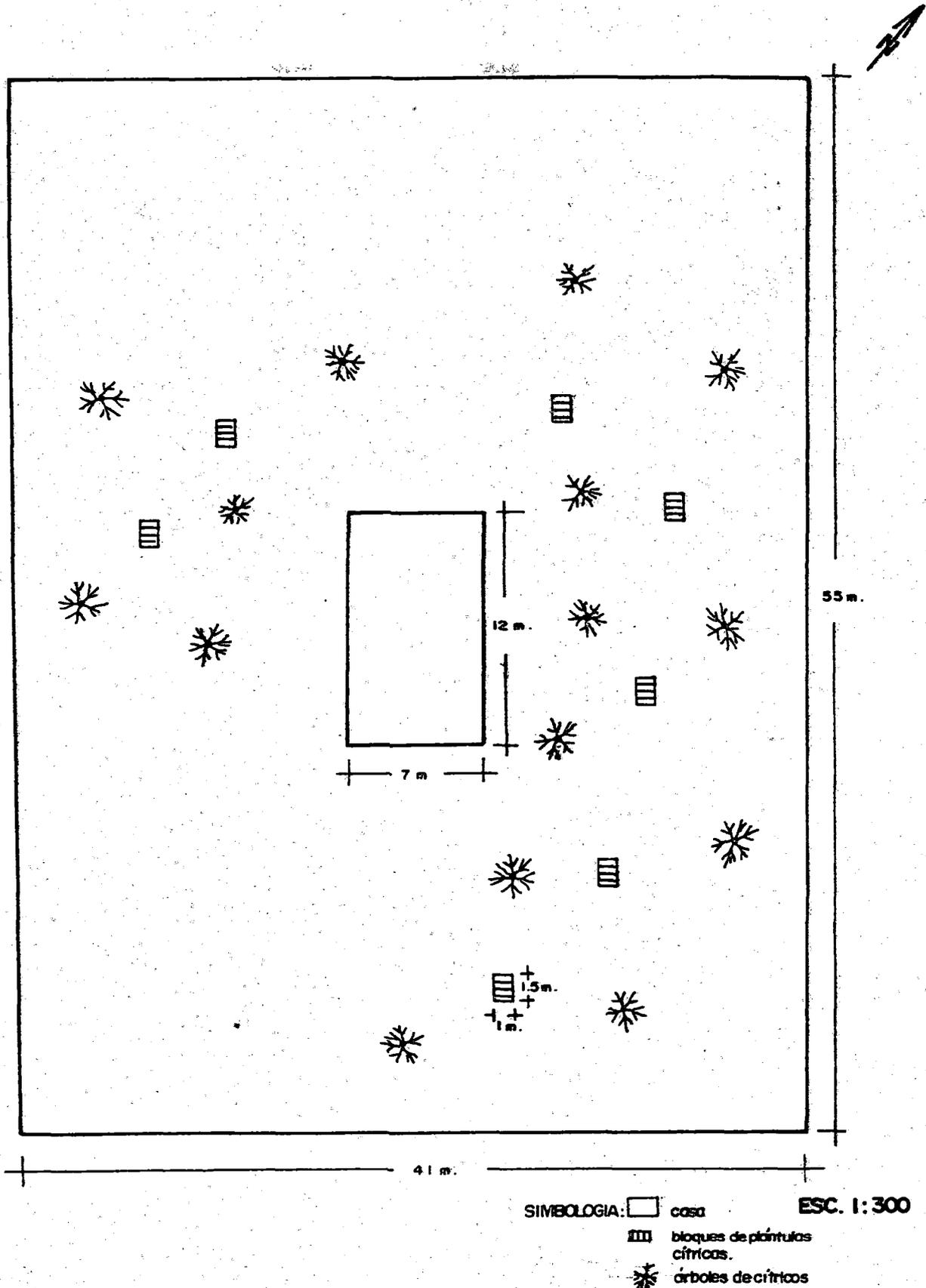


Fig. 6 - Plano de campo y distribución de los bloques de plántulas cítricas en la fase de campo.

producto fue el 0,0 Dimetil fosforoditioato de dietil (Malathion 57% CE) aplicado en dosis de 2 cc/500 ml de agua.

b) Toma de datos

Se consideraron los siguientes aspectos: Número de hojas susceptibles y número de hojas minadas, tomándose estos datos una hora antes y una semana después de cada aplicación, respectivamente.

Para el caso de las hojas minadas, después de cada conteo, se colocaron a cada una de ellas pequeñas cintas adhesivas de color (diferente color para cada semana), con la finalidad de no tomarlas en cuenta en la siguiente lectura, independizando así las diferentes tomas de datos semanales.

c) Diseño estadístico

Al igual que en la fase de invernáculo, se utilizó el diseño de bloques al azar para realizar el análisis de los datos, estableciéndose un total de siete repeticiones, constituyendo la unidad experimental cinco plantas de mandarina; además la distribución de los tratamientos en cada bloque se realizó en forma aleatoria.

d) Parámetros evaluados

La fuente de datos fue la unidad experimental de donde se obtuvieron los valores numéricos para los siguientes parámetros: Número de hojas susceptibles/tratamiento y número de hojas minadas/tratamiento.

Con el fin de determinar la significancia estadística de los datos obtenidos en cada tratamiento, se realizó la prueba de Tukey con los niveles de significancia del $\alpha = 1\%$ y 5% .

e) Modelo estadístico

El modelo estadístico del diseño de bloques al azar fue el siguiente :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde : $i = 1, 2, \dots a.$

$j = 1, 2, \dots b.$

Y_{ij} = Es la respuesta observada en cualquier unidad experimental o parcela (i, j).

μ = Es la medida del experimento.

T_i = Es el efecto de cualquier tratamiento i .

B = Es el efecto de cualquier bloque j .

E_{ij} = Error experimental en la parcela (i, j) .

3.3. Algunas consideraciones sobre la morfología, bioecología y comportamiento de *P. citrella*

a) Morfología de *P. citrella*

En la actualidad, existen pocos autores que hacen mención sobre algunas diferencias morfológicas externas entre la hembra y macho adulto de *P. citrella*, tal es el caso de Peña, (1996) y Garrido, (1995); citado por Peña, (1996).

En cuanto a las diferencias morfológicas internas, hasta la fecha no se ha podido encontrar algún documento que haga mención sobre ello.

Debido a lo anterior, fue necesario realizar algunas observaciones sobre la morfología interna y externa de *P. citrella*, tanto en la hembra como en el macho.

Para ello, se hizo uso de varios insectos adultos vivos que fueron objeto de examen minucioso, con la finalidad de poder observarlos al momento de ovipositar o detectar alguna pareja en apareo.

También se hicieron observaciones externas de varios insectos adultos muertos, haciendo énfasis en el abdomen, para detectar alguna diferencia en su morfología entre ellos.

Aquellos insectos que presentaron diferencias externas entre sí fueron utilizados para realizar montajes con el objeto de observar alguna diferencia en su morfología genital interna y externa.

En el montaje de insectos, éstos se clarificaron haciendo uso de hidróxido de potasio (KOH) al 10%, montándolos posteriormente en una solución HOYER; ambas sustancias de naturaleza cáustica.

Para obtener las dimensiones de los órganos genitales de la hembra y macho de *P. citrella*, fue necesario calibrar tanto el microscopio compuesto como el microscopio estereoscopio (Cuadros A-10 y A-11).

b) Bioecología y comportamiento de *P. citrella*

Con la finalidad de contribuir al enriquecimiento de la literatura relacionada con *P. citrella* en El Salvador, en los resultados se hace mención de algunos aspectos importantes sobre la bioecología y el comportamiento de dicho insecto, de acuerdo a observaciones hechas durante el desarrollo de esta investigación.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Observaciones experimentales del efecto de extractos botánicos sobre *Phyllocnistis citrella* en la fase de invernáculo

La temperatura diaria promedio dentro del invernáculo para cada uno de los cuatro ensayos realizados tanto para las 9 a.m. como 2 p.m. fue la siguiente : (29.5 °C, 42.5°C), (30.5 °C, 43 °C), (30 °C, 42.5°C) y (29.5 °C, 42 °C) respectivamente. Para determinar el porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella* (Cuadros 9, 10, 11 y 12), se relacionaron las variables: Promedio por planta de hojas susceptibles y promedio por planta de hojas minadas, para cada tratamiento de los diferentes ensayos (Cuadros A-2, A-3, A-4 y A-5).

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, tanto en el primero como en el segundo ensayo, no existieron diferencias significativas entre bloques, no así entre tratamientos, en donde la significancia fue alta; con respecto al tercero y cuarto ensayo, existió diferencia significativa entre bloques al 5%, sucediendo lo contrario al 1% de significancia. En cuanto a los tratamientos, la diferencia entre ellos es altamente significativa (Cuadro A-12).

Según los resultados de la prueba de Tukey, en el primer ensayo los tratamientos tabaco (T2), cebolla (T7), caoba (T4), mamey (T6), hierba buena (T5), orégano (T8) y jiote (T3), fueron similares entre sí; sin embargo, los primeros cuatro (T2, T7, T4 y T6), fueron mejores. Así mismo los tratamientos T5, T8 y T3 presentaron efectos similares al madrecaao (T1), siendo superiores los primeros tres; y en último lugar se ubican a los tratamientos testigo relativo (TR) y absoluto (TA) (Cuadro 13).

De los cinco mejores extractos se seleccionaron tabaco, cebolla y hierba buena, como prioritarios para las pruebas de mortalidad y repelencia. El caoba y el mamey no se consideraron, debido a que el primero produjo amarillamiento en las hojas de las plantas (efecto fitotóxico), probablemente por la alta concentración de la dosis, y el segundo por dar mala apariencia a las plantas (manchas color negro). Con respecto a los testigos, éstos mostraron claramente el efecto del ataque de la plaga hacia las hojas susceptibles.

Cuadro 9. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en el primer ensayo, durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | PROMEDIO |
|---------------------|--------------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | |
| T1 Madrecacao | 22.22 | 22.22 | 20.00 | 21.48 |
| T2 Tabaco | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T3 Jiote | 14.29 | 11.11 | 16.67 | 14.02 |
| T4 Caoba | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T5 Hierba buena | 0.00 | 7.14 | 0.00 | 2.38 |
| T6 Mamey | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T7 Cebolla | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T8 Orégano | 6.67 | 12.50 | 20.00 | 13.06 |
| TR (agua) | 63.64 | 33.33 | 33.33 | 43.43 |
| TA (sin aplicación) | 54.55 | 42.86 | 31.25 | 42.89 |

Cuadro 10. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en el segundo ensayo, durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | PROMEDIO |
|---------------------|--------------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | |
| T1 Matapalo | 23.08 | 18.78 | 11.11 | 17.66 |
| T2 Pito | 23.53 | 29.41 | 40.00 | 30.98 |
| T3 Epasina | 11.11 | 6.67 | 22.22 | 13.33 |
| TR (agua) | 45.46 | 42.86 | 29.41 | 39.24 |
| TA (sin aplicación) | 35.71 | 33.33 | 23.53 | 30.86 |

Cuadro 11. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en el tercer ensayo, durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | PROMEDIO |
|---------------------|--------------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | |
| T1 Ruda | 38.46 | 15.38 | 11.76 | 21.87 |
| T2 Chichipince | 26.67 | 13.33 | 7.14 | 15.71 |
| T3 Neem | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T4 Eucalipto | 41.18 | 17.65 | 21.42 | 26.75 |
| T5 Chilindrón | 21.05 | 5.29 | 20.00 | 15.45 |
| TR (agua) | 57.89 | 57.14 | 64.71 | 59.91 |
| TA (sin aplicación) | 50.00 | 38.09 | 52.63 | 46.91 |

Cuadro 12. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en el cuarto ensayo, durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | PROMEDIO |
|---------------------|--------------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | |
| T1 Paraíso | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T2 Acapate | 40.00 | 53.85 | 75.00 | 56.28 |
| T3 Anona | 50.00 | 60.00 | 57.90 | 55.97 |
| T4 Albahaca | 5.26 | 25.00 | 41.67 | 23.98 |
| T5 Higuierillo | 57.14 | 42.86 | 52.63 | 50.88 |
| T6 Guarumo | 20.00 | 50.00 | 41.67 | 37.22 |
| T7 Conacaste | 38.89 | 16.67 | 25.00 | 26.85 |
| T8 Ajo | 0.00 | 6.25 | 0.00 | 2.08 |
| TR (agua) | 58.82 | 52.94 | 84.62 | 65.46 |
| TA (sin aplicación) | 58.82 | 80.00 | 85.71 | 74.84 |

Cuadro 13. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante el primer ensayo de la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTO | MEDIA | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|-------|---------------|
| TR (agua) | 43.43 | A |
| TA (sin aplicación) | 42.89 | A |
| T1 Madrecacao | 21.48 | B |
| T3 Jote | 14.02 | B C |
| T8 Orégano | 13.06 | B C |
| T5 Hierba buena | 2.38 | B C |
| T6 Mamey | 0.00 | C |
| T4 Caoba | 0.00 | C |
| T7 Cebolla | 0.00 | C |
| T2 Tabaco | 0.00 | C |

En el segundo ensayo, los tratamientos epasina (T3), matapalo (T1), testigo absoluto (TA) y pito (T2) fueron similares, pero mejor el primero (T3) que los demás. Así mismo los tratamientos T1, TA y T2, presentaron los mismos efectos que el testigo relativo (TR), ocupando éste, el último lugar en relación al resto (Cuadro 14).

Cuadro 14. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante el segundo ensayo de la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTO | MEDIA | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|-------|---------------|
| TR (agua) | 39.24 | A |
| T2 Pito | 30.98 | A B |
| TA (sin aplicación) | 30.86 | A B |
| T1 Matapalo | 17.46 | A B |
| T3 Epasina | 13.33 | B |

Se observó que los tratamientos epasina y matapalo ejercen cierta protección al follaje susceptible de las plantas del ataque de la plaga; sin embargo, de este ensayo no se consideró ninguno para ser evaluado en las pruebas de mortalidad y repelencia, ya que en otros ensayos hubieron tratamientos con mejores resultados.

En cuanto al tercer ensayo los tratamientos neem (T3), chilindrón (T5) y chichipince (T2), presentaron efectos similares entre si, sin embargo fue superior el primero (T3). De igual forma el T5 y T2, presentaron los mismos efectos que los tratamientos ruda (T1) y eucalipto (T4), pero fueron superiores los primeros dos; y en última instancia el testigo absoluto (TA) y el relativo (TR) (Cuadro 15).

Cuadro 15. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante el tercer ensayo de la - fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | MEDIA | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|-------|---------------|
| TR (agua) | 59.91 | A |
| TA (sin aplicación) | 46.91 | A |
| T4 Eucalipto | 26.75 | B |
| T1 Ruda | 21.87 | B |
| T2 Chichipince | 15.71 | B C |
| T5 Chilindrón | 15.45 | B C |
| T3 Neem | 0.00 | C |

En este caso se consideró el neem para ser evaluado en las pruebas de mortalidad y repelencia, ya que fue el que demostró tener mayor potencial en cuanto a protección del follaje susceptible. Los tratamientos T2 y T5 podrían considerarse promisorios para evaluaciones más afinadas, quizás hasta en condiciones de campo en futuros estudios.

Con respecto al cuarto ensayo, los tratamientos paraíso (T1), ajo (T8), albahaca (T4) y conacaste (T7) fueron similares entre sí, pero mejores los primeros dos. De igual forma T4 y T7, fueron similares a los tratamientos guarumo (T6), higuerillo (T5), anona (T3) y acapate (T2); sin embargo, T4 y T7 fueron superiores. A la vez T5, T3 y T2

tuvieron los mismos efectos que el testigo relativo (TR) y absoluto (TA), ocupando TR y TA el último lugar en relación a los demás (Cuadro 16).

Cuadro 16. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante el cuarto ensayo de la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | MEDIA | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|-------|---------------|
| TA (sin aplicación) | 74.84 | A |
| TR (agua) | 65.46 | A |
| T2 Acapate | 56.28 | A B |
| T3 Anona | 55.97 | A B |
| T5 Higuerrillo | 50.88 | A B |
| T6 Guarumo | 37.22 | B |
| T7 Conacaste | 26.85 | B C |
| T4 Albahaca | 23.98 | B C |
| T8 Ajo | 2.08 | C |
| T1 Paraíso | 0.00 | C |

En este ensayo se consideraron paraíso y ajo para siguientes evaluaciones en las pruebas de mortalidad y repelencia, debido a que fueron los tratamientos que presentaron menor porcentaje de follaje susceptible afectado por la plaga.

4.2. Observaciones experimentales de las pruebas de mortalidad y repelencia sobre *P. citrella*.

a) Prueba de mortalidad

Los resultados obtenidos de esta prueba se presentan a continuación en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Mortalidad de adultos de *P. citrella* a las 24 horas y 48 horas, después de la aplicación de extractos botánicos.

| Tiempo (horas) | Extracto Vegetal | REPETICIONES | |
|-------------------|------------------|--------------|----|
| | | I | II |
| 24 | Cebolla | 1 | 1 |
| | Paraíso | 3 | 2 |
| | Neem | 1 | 4 |
| | Hierba buena | 0 | 2 |
| | Ajo | 3 | 1 |
| | Tabaco | 8 | 6 |
| | Testigo | 0 | 0 |
| 48 | Cebolla | 3 | 2 |
| | Paraíso | 9 | 7 |
| | Neem | 8 | 8 |
| | Hierba buena | 2 | 5 |
| | Ajo | 6 | 4 |
| | Tabaco | 10 | 9 |
| | Testigo | 2 | 1 |

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, no hubo diferencia entre bloques, al 1% y 5% de significancia.

Con respecto al efecto mortal de los diferentes extractos botánicos evaluados, tanto a las 24 horas y 48 horas (factor A), no existió diferencia al 1% y 5% de significancia.

Sin embargo, entre tratamientos (Factor B), sí hubo diferencia al 1% y 5% de significancia (Cuadro A-13).

Según los resultados de la prueba de Tukey, los tratamientos tabaco (T6), neem (T3) y paraíso (T2), fueron similares entre sí, siendo mejor el T6 con respecto a los demás.

Así mismo los tratamientos T3 y T2 presentaron efectos similares al ajo (T5), hierba buena (T4), cebolla (T1) y el testigo (T0), siendo superiores T3 y T2 con relación a los demás (Cuadro 18).

Cuadro 18. Prueba de Tukey para la mortalidad promedio por tratamiento de adultos de *P. citrella*.

| TRATAMIENTO | MEDIA | SIGNIFICANCIA |
|-------------|-------|---------------|
| T6 | 8.25 | A |
| T3 | 5.25 | A B |
| T2 | 5.25 | A B |
| T5 | 3.50 | B |
| T4 | 2.25 | B |
| T1 | 1.75 | B |
| T0 | 0.75 | B |

b) Prueba de repelencia

Los resultados obtenidos de esta prueba se presentan en el Cuadro 19.

Según los resultados del análisis de varianza no existió diferencia entre bloques al 1% y 5% de significancia.

Con respecto al efecto repelente de los diferentes extractos botánicos evaluados, tanto a las 24 horas y 48 horas (factor A), no existió diferencia al 1% y 5% de significancia.

En el caso del factor B (depósitos con y sin extractos botánicos), existió diferencia al 5% de significancia, pero no al 1%.

Entre los extractos botánicos evaluados (factor C), existió diferencia al 1% y 5% de significancia (Cuadro A-14).

Según los resultados de la prueba de Tukey, los tratamientos hierba buena (T4), neem (T3), ajo (T5), cebolla (T1) y paraíso (T2), fueron similares entre sí, pero T4 fue superior con respecto a los demás. Así mismo los tratamientos T3, T5, T1 y T2

presentaron efectos similares al tabaco (T6), siendo inferior este último con respecto a los demás (Cuadro 20).

Cuadro 19. Repelencia de adultos de *P. citrella* a las 24 horas y 48 horas, después de la aplicación de extractos botánicos.

| Tiempo (horas) | Depósitos | Extracto Vegetal | REPETICIONES | |
|----------------|--------------|------------------|--------------|----|
| | | | I | II |
| 24 | Con extracto | Cebolla | 6 | 4 |
| | | Paraíso | 0 | 1 |
| | | Neem | 2 | 4 |
| | | Hieba buena | 0 | 1 |
| | | Ajo | 5 | 7 |
| | | Tabaco | 2 | 5 |
| | Sin extracto | Cebolla | 3 | 5 |
| | | Paraíso | 7 | 6 |
| | | Neem | 7 | 5 |
| | | Hierba buena | 10 | 9 |
| | | Ajo | 3 | 2 |
| | | Tabaco | 2 | 2 |
| 48 | Con extracto | Cebolla | 0 | 1 |
| | | Paraíso | 0 | 0 |
| | | Neem | 0 | 1 |
| | | Hierba buena | 1 | 1 |
| | | Ajo | 0 | 1 |
| | | Tabaco | 0 | 0 |
| | Sin extracto | Cebolla | 4 | 5 |
| | | Paraíso | 6 | 5 |
| | | Neem | 7 | 4 |
| | | Hierba buena | 9 | 8 |
| | | Ajo | 6 | 6 |
| | | Tabaco | 0 | 1 |

4.3. Observaciones experimentales del efecto de extractos botánicos sobre *P. citrella* en la fase de campo.

Antes de llevar a cabo la fase de campo, se hizo un muestreo de la plaga (*P. citrella*) en la plantación de cítricos donde se establecieron los bloques, para asegurar así la presencia de ésta y apreciar su nivel de abundancia; los resultados se muestran en el Cuadro 21.

Cuadro 20. Prueba de Tukey para la repelencia promedio por tratamiento de adultos de *P. citrella*.

| TRATAMIENTO | MEDIA | SIGNIFICANCIA |
|-------------|-------|---------------|
| T4 | 4.88 | A |
| T3 | 3.75 | A B |
| T5 | 3.75 | A B |
| T1 | 3.50 | A B |
| T2 | 3.13 | A B |
| T6 | 1.50 | B |

Cuadro 21. Muestreo de la plaga (*P. citrella*) previo a la aplicación de tratamientos plaguicidas de origen botánico en la fase de campo.

| ARBOLES JOVENES (edad < 5 años) | | | | ARBOLES ADULTOS (edad > de 5 años) | | | |
|---------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Arbol | Brotos susceptibles | Brotos afectados | % de brotes afectados | Arbol | Brotos susceptibles | Brotos afectados | % de brotes afectados |
| 1 | 7 | 7 | 100 | 1 | 15 | 14 | 93.33 |
| 2 | 9 | 9 | 100 | 2 | 14 | 14 | 100.00 |
| 3 | 5 | 5 | 100 | 3 | 10 | 9 | 90.00 |
| 4 | 7 | 7 | 100 | 4 | 20 | 17 | 85.00 |
| | | | | 5 | 12 | 12 | 100.00 |
| | | | | 6 | 11 | 9 | 81.82 |
| | | | | 7 | 12 | 12 | 100.00 |
| | | | | 8 | 10 | 9 | 90.00 |
| | | | | 9 | 11 | 10 | 90.91 |
| | | | | 10 | 12 | 12 | 100.00 |
| | | | | 11 | 10 | 9 | 90.00 |
| Σ | 28 | 28 | | | 137 | 127 | |
| Prom. | 7 | 7 | 100.00 | | 12.45 | 11.55 | 92.82 |

Para determinar el porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella* (Cuadros 22, 23, 24 y 25), se relacionaron por planta de hojas minadas, para cada tratamiento en evaluación (Cuadros A-6, A-7, A-8 y A-9).

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, tanto en la primera como en la segunda semana no existieron diferencias significativas entre bloques para el 1% y 5% de probabilidad. En el caso de la tercera y cuarta semana, sí existieron diferencias significativas entre bloques al 5%, pero no al 1% de probabilidad.

Con respecto a los tratamientos, en las cuatro semanas existió diferencia altamente significativa al 1% y 5% de probabilidades (Cuadro A-13).

La prueba de Tukey realizada para las cuatro semanas demostró que el malathión (TR), tabaco (T2), neem (T1) y paraíso (T3) se comportaron estadísticamente similares entre sí, y superiores al testigo absoluto (TA) (Cuadros 26, 27, 28 y 29).

En la Figura 7 puede observarse que durante las cuatro semanas, el daño del MHC fue menor en los tratamientos T1, T2, T3 y TR con respecto al TA.

En la primera semana el menor daño en hojas susceptibles se dió en el TR, seguido por el T2, T1 y T3.

Cuadro 22. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la primera semana, durante la fase de campo.

| Tratamientos | REPETICIONES | | | | | | | Promedio |
|---------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | |
| T1 Neem | 0.00 | 12.50 | 26.32 | 17.39 | 15.79 | 20.00 | 20.83 | 16.12 |
| T2 Tabaco | 0.00 | 12.50 | 21.05 | 23.53 | 0.00 | 21.05 | 16.67 | 13.54 |
| T3 Paraíso | 8.69 | 26.32 | 19.05 | 17.39 | 27.78 | 17.39 | 16.67 | 19.04 |
| TR(Malathión) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.57 | 9.52 | 4.76 | 18.92 | 8.82 |
| TA (sin aplicación) | 70.00 | 78.26 | 72.72 | 85.00 | 47.06 | 36.36 | 65.38 | 64.97 |

Cuadro 23. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la segunda semana, durante la fase de campo.

| Tratamientos | REPETICIONES | | | | | | | Promedio |
|---------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | |
| T1 Neem | 16.67 | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 17.65 | 0.00 | 0.00 | 12.05 |
| T2 Tabaco | 8.33 | 9.09 | 28.57 | 25.00 | 22.22 | 0.00 | 28.57 | 17.40 |
| T3 Paraíso | 17.39 | 20.00 | 30.00 | 25.79 | 28.57 | 0.00 | 21.74 | 19.07 |
| TR (Malathión) | 21.43 | 0.00 | 15.00 | 8.70 | 40.00 | 21.74 | 0.00 | 15.27 |
| TA (sin aplicación) | 80.00 | 85.71 | 75.00 | 80.00 | 92.31 | 100.00 | 100.00 | 87.57 |

Cuadro 24. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la tercera semana, durante la fase de campo.

| Tratamientos | REPETICIONES | | | | | | | Promedio |
|---------------------|--------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | |
| T1 Neem | 7.77 | 62.50 | 25.00 | 60.00 | 27.27 | 27.78 | 5.26 | 40.80 |
| T2 Tabaco | 75.00 | 53.85 | 46.67 | 40.00 | 27.27 | 15.79 | 14.29 | 38.98 |
| T3 Paraíso | 50.00 | 18.75 | 38.46 | 63.64 | 23.53 | 11.11 | 25.00 | 32.93 |
| TR (Malathión) | 42.86 | 50.00 | 33.33 | 0.00 | 30.00 | 13.04 | 10.00 | 25.60 |
| TA (sin aplicación) | 100.00 | 80.00 | 93.75 | 94.12 | 100.00 | 92.31 | 85.00 | 92.17 |

Cuadro 25. Porcentaje promedio por planta de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la cuarta semana, durante la la fase de campo.

| Tratamientos | REPETICIONES | | | | | | | Promedio |
|---------------------|--------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | |
| T1 Neem | 66.67 | 50.00 | 23.08 | 18.75 | 22.22 | 6.25 | 30.77 | 31.11 |
| T2 Tabaco | 37.50 | 33.33 | 0.00 | 30.77 | 30.00 | 23.08 | 16.67 | 24.48 |
| T3 Paraíso | 50.00 | 40.00 | 40.00 | 40.00 | 16.67 | 12.50 | 60.00 | 37.02 |
| TR (Malathión) | 36.36 | 50.00 | 50.00 | 30.77 | 11.11 | 0.00 | 0.00 | 25.46 |
| TA (sin aplicación) | 91.67 | 100.00 | 100.00 | 80.00 | 71.43 | 75.00 | 45.45 | 80.51 |

Cuadro 26. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante la primera semana de la fase de campo.

| TRATAMIENTOS | PROMEDIO | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|----------|---------------|
| TA (sin aplicación) | 51.15 | A |
| T3 Paraíso | 25.58 | B |
| T1 Neem | 21.91 | B |
| T2 Tabaco | 18.07 | B |
| TR (Malathión) | 12.67 | B |

Cuadro 27. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante la segunda semana de la fase de campo

| TRATAMIENTOS | PROMEDIO | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|----------|---------------|
| TA (sin aplicación) | 72.65 | A |
| T3 Paraíso | 23.99 | B |
| T2 Tabaco | 22.44 | B |
| T1 Neem | 19.22 | B |
| TR (Malathión) | 13.42 | B |

Cuadro 28. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante la tercera semana de la fase de campo.

| TRATAMIENTOS | PROMEDIO | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|----------|---------------|
| TA (sin aplicación) | 76.58 | A |
| T1 Neem | 38.78 | B |
| T2 Tabaco | 38.09 | B |
| T3 Paraíso | 34.60 | B |
| TR (Malathión) | 27.71 | B |

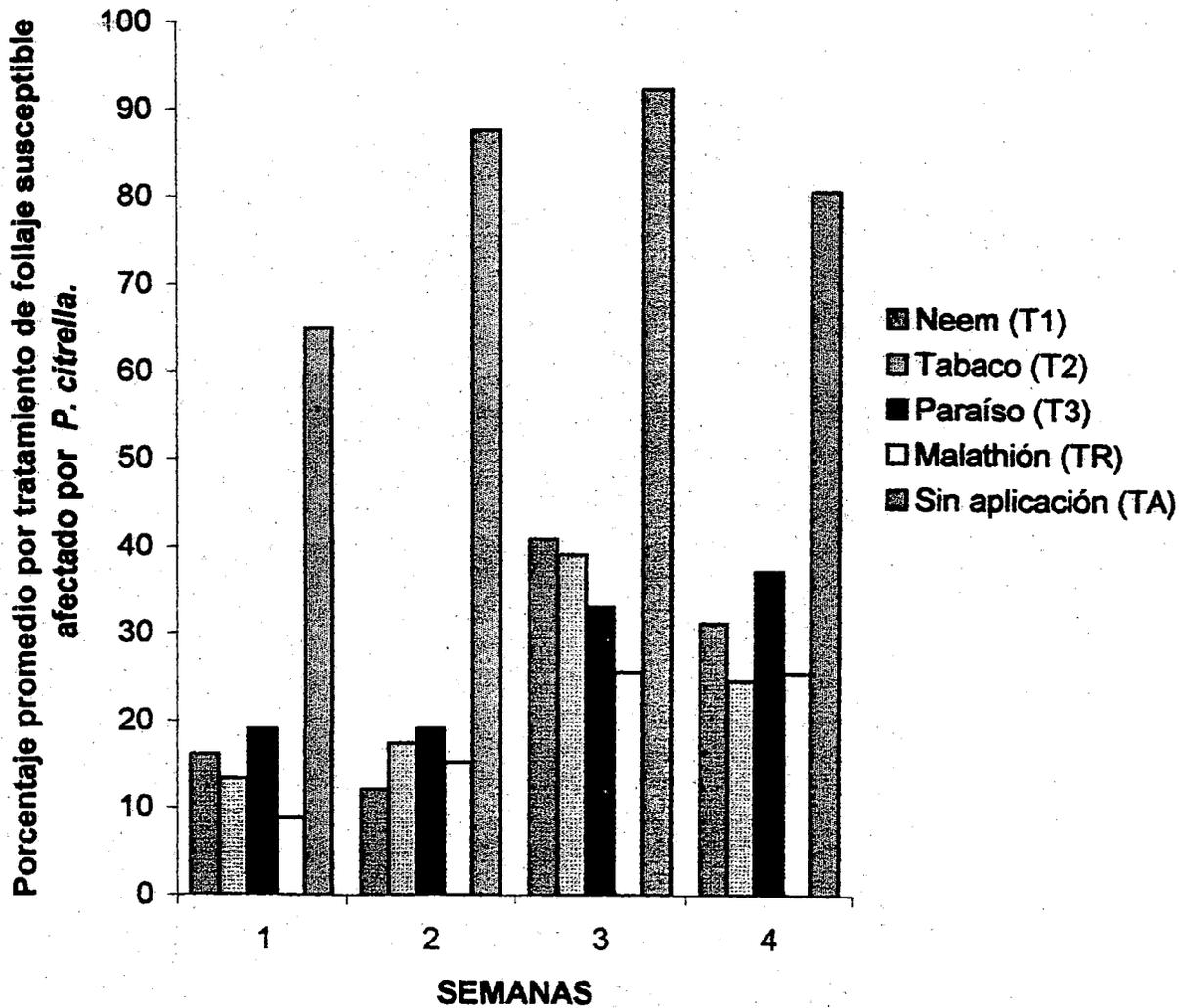
Cuadro 29. Prueba de Tukey para el porcentaje promedio por tratamiento de follaje susceptible afectado por *P. citrella*, durante la cuarta semana de la fase de campo.

| TRATAMIENTOS | PROMEDIO | SIGNIFICANCIA |
|---------------------|----------|---------------|
| TA (sin aplicación) | 68.11 | A |
| T3 Paraíso | 36.90 | B |
| T1 Neem | 33.74 | B |
| T2 Tabaco | 27.53 | B |
| TR (Malathión) | 25.75 | B |

En la segunda semana se incrementó el daño en los tratamientos tabaco, malathión y testigo absoluto, manteniéndose constante el paraíso y reduciéndose en el caso del neem.

Para la tercera semana se observó un comportamiento ascendente del daño de la plaga en todos los tratamientos; esto probablemente se debió a la presencia de lluvia posterior a la aplicación y durante el resto de la semana. En cuanto a la cuarta semana, en términos generales se redujo el ataque de la plaga en el caso del neem, tabaco y testigo absoluto, permaneciendo constante en el caso de malathión y manteniendo su comportamiento ascendente en el caso del paraíso.

Al finalizar el ensayo, después de la cuarta toma de datos, se hizo una observación minuciosa de las hojas minadas de cada tratamiento, detectándose en el T1 (neem) larvas que no alcanzaron a llegar al estado de pupa, pudiendo ejercer algún efecto sobre dichas larvas, tal como lo menciona Serrano (1996).



TOMA DE DATOS PARA CADA SEMANA

| 1ª | 2ª | 3ª | 4ª |
|-------|-------|-------|-------|
| 16.12 | 12.05 | 40.80 | 31.11 |
| 13.29 | 17.40 | 38.98 | 24.48 |
| 19.04 | 19.07 | 32.93 | 37.02 |
| 8.82 | 15.27 | 25.60 | 25.46 |
| 64.97 | 87.57 | 92.17 | 80.51 |

Figura 7. Representación gráfica del efecto producido por los tratamientos sobre *P. citrella* durante la fase de campo.

4.4. Observaciones sobre la morfología, bioecología y el comportamiento de *P. citrella*

a) Morfología de *P. citrella*

En las observaciones hechas a diversos insectos adultos vivos, no se pudo apreciar ninguna pareja en apareo como para coleccionar individuos que sin duda alguna representasen machos y hembras.

Tampoco fue posible observar y coleccionar aisladamente adultos responsables de producir oviposiciones, lo cual aseguraría su condición de hembra.

Debido a lo anterior, se hicieron observaciones a varios insectos adultos muertos, sobre todo a nivel del abdomen, detectándose en algunos individuos (presumiblemente hembras) la presencia de dos haces de escamas (tipo mechones) de color café oscuro, uno cada lado del abdomen.

Hechos los montajes de los insectos adultos, se determinó que tales individuos presentaron una morfología genital interna y externa muy diferente a los demás individuos (presumiblemente machos) que carecen de dichas escamas (Fig. 8).

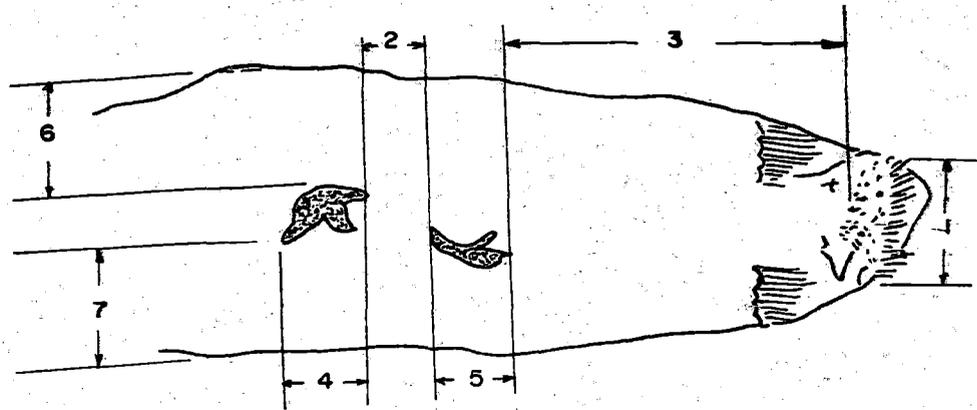
En base a las observaciones anteriores y a la consulta de referencias especializadas en genitalia de Lepidoptera de las familias Pyralidae y Noctuidae (Pierce, 1967, 1987; Zimmerman, 1958), se comparó la morfología en cada caso como asociable a la condición de machos y hembras.

También se tomó en cuenta el esquema de los segmentos genitales de la hembra *Phyllocnistis populiella* Clem, de la familia Gracillariidae (Fig. A-3), donde pueden observarse algunas estructuras similares con relación a la hembra de *P. citrella*.

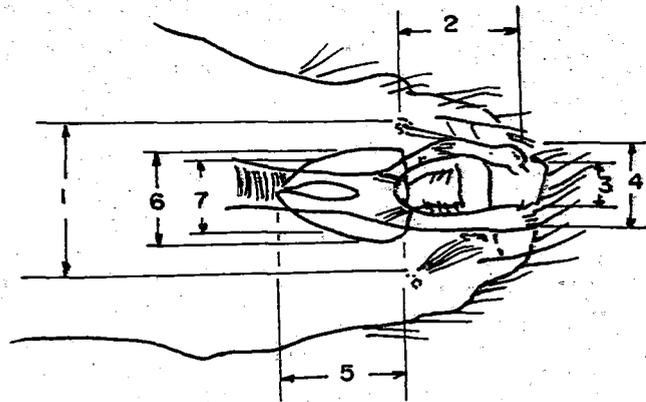
b) Bioecología y comportamiento de *P. citrella*

Durante la investigación se observaron algunos aspectos importantes sobre la bioecología y comportamiento de *P. citrella*, tales como :

- a) En algunos lugares donde se realizaron muestreos para la obtención de la plaga, tales como : San Francisco Chamoco, San Vicente; Sensuntepeque, Cabañas y Valle de Zapotitán, La Libertad, se pudo observar la presencia de larvas hasta en los tallos de brotes, tanto en viveros como en plantaciones establecidas.



Organos genitales de la hembra adulta.



Organos genitales del macho adulto.

Dimensiones de órganos genitales

| SEXO SEGMENTO | MASCULINO (μ) | FEMENINO (μ) |
|------------------|---------------|--------------|
| 1 | 202.54 | 85.28 |
| 2 | 170.56 | 63.93 |
| 3 | 53.30 | 426.40 |
| 4 | 95.94 | 149.24 |
| 5 | 181.22 | 106.60 |
| 6 | 127.92 | 191.80 |
| 7 | 85.20 | 191.80 |
| MAGNIFICACION | 107.00 | 115.00 |

Fig. 8 - Diferencias internas a nivel de abdomen entre macho y hembra de P. citrella.

- b) Para la obtención del adulto, utilizando cámaras de crías, fue necesario proporcionarles a las pupas un ambiente adecuado, principalmente temperatura y humedad, ya que de lo contrario la hoja se secaba o se le desarrollaba hongos, impidiendo esto la emergencia del adulto.

Otra razón por el cual el adulto no emergió fue la presencia de enemigos naturales dentro de la cámara pupal.

- c) Algunos autores como Knapp, *et al.*, (1995); Peña (1996), Heppner (1993), citado por Garijo & García, (1994), Scrimali, (1995), mencionan que durante el día los adultos se encuentran en el envés de las hojas, donde no pueden observarse fácilmente, así como también lo pueden hacer en los troncos de árboles. Esto se pudo apreciar, en ciertas ocasiones, durante la búsqueda de la plaga, ya que es muy difícil observar a ésta durante el día, por sus mismos hábitos nocturnos.

- d) Entre las especies de cítricos más susceptibles a *P. citrella* se observaron : mandarina (*Citrus reticulata*), limón péscico (*Citrus sp*) y limón criollo (*Citrus limon*).

- e) Durante los meses de abril y mayo, la población de *P. citrella* fue baja, debido a la ausencia de lluvia, lo cual a su vez influyó sobre la poca brotación de los árboles de cítricos, llegando a la misma observación que Peña, (1996).

A partir de junio y julio la población de la plaga aumentó al máximo, a causa de la aparición de las lluvias y con ellas la presencia de follaje susceptible a la plaga, concordando con Cano, (1996).

De agosto a octubre se observó una disminución gradual de la plaga, esto en cierta forma debido al efecto de la lluvia sobre las larvas, confirmando lo mencionado por Peña, (1996); así como al incremento de los enemigos naturales (De la llana, 1996).

- f) En la entrevista realizada al Ing. Agr. David Ramos Pérez,² éste mencionó

² / Técnico del Programa PRYMA del Proyecto de Usulután II para Asistencia en la cooperativa Santa Fé, ubicado en el Municipio de San Francisco Javier, Departamento de Usulután. Entrevista personal realizada el 8 de julio de 1997.

que en la Cooperativa Santa Fé, dentro de una plantación joven de 20 mz, cultivada con cítricos (limón pérsico), existen problemas en hojas y brotes jóvenes debido al MHC, siendo mayor el daño en el mes de julio, cuando las poblaciones de este insecto son altas. Al observar este problema, se comenzó a utilizar productos químicos sintéticos como el Tamarón, no lográndose disminuir el ataque de esta plaga.

- g) Debido a lo anterior se buscó otra alternativa de control, utilizándose posteriormente un producto botánico llamado Bio-insectril. La aplicación de éste se realiza considerando el ciclo biológico de la plaga y a través de muestreos; la dosis es de 1 gl/mz, cada 30 días, en horas de la mañana y la tarde.

Se ha observado que Bio-insectril ha disminuido, además del ataque del MHC, la presencia de pulgones y escamas. Además, no presenta daños a las personas, plantas e insectos benéficos.

Según Osorio, (1997), Bio-insectril es producido mediante fermentaciones orgánicas anaeróbicas de varias plantas de diferentes familias; sus ingredientes se presentan en el Cuadro A-16.

- h) Durante la fase de invernáculo se determinó que el ciclo de vida de *P. citrella* dura 21 días aproximadamente.
- i) En algunos muestreos realizados en el CENTA, Planes de Renderos, Universidad de El Salvador, Chalatenango y Cojutepeque, se colectaron algunos parasitoides de *P. citrella* pertenecientes a las siguientes familias Braconidae, Elasmidae, Elulophidae, Pteromalidae. Estos insectos fueron identificados por el Ing. Agr. M. Sc., Rafael Mejía.³

3/ Docente del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó esta investigación se concluye que :

1. De las 24 especies de plantas utilizadas durante la fase de invernáculo, el tabaco, neem, cebolla, paraíso, hierba buena, ajo, epasina, caoba, mamey, orégano, jiole, matapalo, pito, chilindrón, chichipince, albahaca y conacaste, ejercieron protección al follaje susceptible de las plantas del ataque del minador de la hoja de los cítricos (*P. citrella* Stn).
2. El extracto acuoso de caoba resultó fitotóxico a la concentración utilizada (relación 1:5 peso/volumen), debido a que produjo un amarillamiento sobre las hojas cuando se asperjaron con dicho extracto.
3. El extracto acuoso de mamey resultó eficaz en la protección del follaje susceptible de la planta contra el ataque de *P. citrella*; sin embargo, presentó el inconveniente de dejar manchas de color negro sobre las hojas, dándole mal aspecto a la planta.
4. En la prueba de mortalidad de adultos de *P. citrella*, los extractos que presentaron mejores resultados fueron el tabaco, neem y paraíso; siendo inferiores el ajo, hierba buena y cebolla.
5. En la prueba de repelencia de adultos de *P. citrella*, los mejores extractos fueron hierba buena, neem, ajo, cebolla y paraíso; teniendo menor efecto repelente el tabaco.
6. En la fase de campo, los extractos acuosos de neem, tabaco y paraíso presentaron un nivel de control sobre *P. citrella* comparable al producto químico Malathión.

6. RECOMENDACIONES

1. Para futuros trabajos afines a éste, se recomienda utilizar los extractos vegetales sobresalientes de cada uno de los ensayos, a una concentración más baja, utilizando diferentes dosis y frecuencias de aplicación, para investigar las condiciones más económicas y eficientes de estos materiales en el control de *P. citrella*.
2. Ensayar otros métodos de preparación de extractos con solventes químicos y métodos mecánicos; así como la adición de algún tipo de adherente.
3. Es necesario completar los estudios sobre el uso de extractos botánicos como plaguicidas, para evaluar su impacto sobre otros insectos de la entomofauna fitófaga o no fitófaga (polinizadores y enemigos naturales) de los cultivos, como en este caso de los huertos de cítricos.
4. Ensayar otras partes vegetales que se encuentren mayormente disponibles en cualquier época del año.
5. Ensayar otros materiales botánicos promisorios en el cultivo de cítricos, buscando incrementar la cantidad de alternativas amigables al ambiente, que sean capaces de hacer un control efectivo y de bajo costo de *P. citrella*.
6. Estudiar los niveles de infestación, daños y control biológico en los cuales se justifiquen aplicaciones dentro de una filosofía de manejo integral.
7. Con relación a los extractos acuosos de caoba y mamey, es necesario realizar estudios utilizando concentraciones más bajas, para poder así determinar si la alta concentración es la causa de producir el efecto fitotóxico, en el caso del caoba, y

la aparición de manchas oscuras sobre el follaje de los cítricos, para el caso del mamey.

8. Evaluar el efecto que posee el extracto acuoso de neem sobre los diferentes estadios de larvas de *P. citrella*.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALMANAQUE SALVADOREÑO. 1992. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (MAG). Centro de Recursos Naturales. Servicio de Meteorología e Hidrología. Soyapango, San Salvador, El Salvador, C.A. PP. 52, 54, 83, 88, 90.
- ASERO, C. *et. al.* 1995. *Phyllocnistis*. La difesa dossier agrumi (Coodmamento di Giorgio Setti). TERRA e VITA (Italia). Anno XXXVI No. 47. PP. 46-48.
- AUERBACH, J.E. 1962. Un curso de citricultura. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronómica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador, Centro América. PP. 1-3, 5, 10.
- BAUTISTA, C. 1996. Estado actual y perspectivas para el manejo del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Staint en México. Programa de Entomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgrado Montecillo. Ed. México. VI Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. Sept. 29-Oct. 4. Acapulco, Gro. México. 81 p.
- BAYER. Químicas Unidas, S.A. 1986. Manual fitosanitario. Antiguo Cuscatlán, Urbanización Merliot. El Salvador. s.p.
- BLANCO, H. *et. al.* 1996. Control químico de el minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*) en condiciones de vivero en el Municipio de la Democracia, Escuintla, Belice. Reunión Centroamericana sobre el Manejo Integrado de Plagas con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (A). 4-6 Junio de 1996. Managua, Nicaragua. Recopilado por VAUGHAM, M., 1996. s.p.
- CABALLERO, A. & MONTES, J., 1990. Agricultura sostenible. Un acercamiento a la permacultura. Programa de Formación en la Acción y la Investigación Social, A.C. Programa de Tecnología Apropiaada. Ediciones PRAXIS. México, D.F. P-91-100.

- CANO, V.E. 1996. *Phyllocnistis citrella* y sus parasitoides nativos en Nicaragua. Universidad Autónoma de Nicaragua, León (UNAM-LEON). VI Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. Sept. 29- Oct. 4. Acapulco, México. 80 P.
- DE LA LLANA, A. 1996. Evaluación de factores biológicos de mortalidad de *Phyllocnistis citrella* en Nicaragua. Reunión Centroamericana sobre el Manejo Integrado de Plagas de los Cítricos con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (A) 4-6 Junio de 1996. Managua, Nicaragua. Recopilado por VAUGHAN, M., 1996. s.p.
- DIAZ, F.J. 1996. Morfología, biología, comportamiento, y daño ocasionado por el minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*) en Honduras. Reunión Centroamericana sobre el Manejo Integrado de Plagas de los Cítricos con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (A). 4-6 Junio de 1996. Managua, Nicaragua. Recopilado por VAUGHAN, M., 1996. s.p.
- EBELING, W. 1951. Subtropical entomology. Second Printing. Published by Lithotype Progress Co. San Francisco California (USA). 747 P.
- ESQUIVEL, E. 1995. Observaciones sobre el minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. (Lepidoptera Phyllocnistidae) en el Oeste de la Provincia de Panamá. Nota Científica No. 16. Junio, 1995. Investigación y Desarrollo Agrícola AGROTENCIA. North Star Co. Enterprises. Panamá. s.p.
- FUENTES, C. 1996. Situación actual de la presencia del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stat.) en El Salvador. Dirección de Sanidad Vegetal y Animal. Reunión Centroamericana sobre el Manejo Integrado de Plagas de los Cítricos con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FOA). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (A) 4-6 Junio de 1996. Managua, Nicaragua Recopilado por

- VAUGHAN, M., 1996. s.p.
- GARCIA, J. 1994. El minador de los cítricos *Phyllonistis citrella* Stnt. Hoja Divulgativa No. 119. Septiembre de 1994. Ministerio de Agricultura y Ganadería Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). s.p.
- GARIJO, A. & GARCIA, G. 1994. Situación actual del minador de los brotes de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton. Estrategia de lucha. Levante Agrícola/3º Trimestre 1994. Departametno de Sanidad Vegetal. Delegación de Agricultura y Pesca. Málaga, España. pp. 199-200.
- GARIJO, A. & GARCIA, G. 1994. *Phyllocnistis citrella* (Stainton, 1856) (Insecta: Lepidoptera; Gracillariidae: Phyllocnistinae) en los cultivos de cítricos de Andalucía (Sur de España) : Biología, Ecología y Control de la Plaga. Departamento de Sanidad Vegetal. Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de Málaga, España. Plagas 20(4): 815-826
- GARRIDO, V. & GASCON, L. 1995. Distribución de fases inmaduras de *Phyllocnistis citrella* Stainton. Según el Tamaño de la Hoja. Bol. Sanidad Vegetal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Valencia, España. Plagas. 21(4): 559-571. PP. 14.
- HENRIQUEZ, M. 1994. El minador de la hoja de los cítricos en El Salvador. *Phyllocnistis citrella* y la presencia de parasitoides. Revista Semestral. Protección Vegetal. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador, Depto. de Protección Vegetal. 4(2): 17-27.
- HERNANDEZ, H. *et al.* 1990. Estudio preliminar de los extractos de chile picante (*Capsicum frutescens*), nim (*Azadirachta indica*) y paraíso (*Melia azederach*), para el control de insectos en el follaje de maíz (*Zea mays*). Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, Centro América. pp. 7-29.
- HOY, M. & NGUYEN, R. 1997. Tropical Lepidoptera. Classical Biological Control of the Citrus Leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton. Volumen 8. Supplement 1, June, 1997. Association for Tropical Lepidoptera, c/o Florida, State Collection of Arthropods. Gainesville, Florida (USA). s.p.

- JARQUIN, A. 1996. Manejo y control del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton 1856, en Nicaragua. Reunión Centroamericana sobre el Manejo Integrado de Plagas de los Cítricos con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (A). 4-6 Junio de 1996. Managua, Nicaragua. Recopilado por VAUGHAN, M., 1996. s.p.
- KNAPP, J.L., *et al.* 1995. Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton: Current Status in Florida. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. Gainesville, Florida (USA). pp. 1-29.
- LAGOS, J. 1987. Compendio de botánica sistemática. 3ª. Ed. Dirección de Publicaciones e Impresos del Ministerio de Cultura y Comunicaciones. San Salvador. El Salvador. pp. 87-213.
- LAGUNES, A. & VILLANUEVA, J. 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Impreso en México. México, D.F. pp. 103-104.
- LINTZENBEGER, C. 1976. Guía para cultivos en los trópicos y subtrópicos. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). México/Buenos Aires. pp. 189-199.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION (MAPA). s.f. El minador de los brotes de los cítricos. Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Madrid, España. 2 p.
- MONTENEGRO, H. 1971. Curso intensivo avanzado de citricultura. Banco Hipotecario de El Salvador, San Salvador, El Salvador, C.A. pp. 1-68.
- MONTENEGRO, H. *et al.* 1976. El cultivo de los cítricos en El Salvador. Boletín Técnico No. 57. Impreso en Sección Editorial. Depto. de Información Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA): Santa Tecla, La Libertad, El Salvador. pp. 19, 20, 21.
- MONTES, P. 1996. Resumen sobre la citricultura en Costa Rica. Reunión Centroame-

- ricana sobre el Manejo Integrado de Plagas de los Cítricos con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (A). 4-6 junio de 1996. Managua, Nicaragua. Recopilado por VAUGHAN, M., 1996. s.p.
- MÜNCH, E.L. 1989. Plantas con propiedades plaguicidas. Posibilidades para el Departamento /Choluteca. Honduras. 46 P.
- MUTUURA, A. 1972. The Canadian Entomologist, Morphology of the Female Terminalia in Lepidoptera, and its Taxonomic significance. Vol. 104(7): 1055-1071. Entomology Research Institute. Department of Agriculture. Ottawa, Canada.
- NUÑEZ, E. 1998. Experiencias en el control biológico del minador de la hoja de los cítricos, mediante *Ageniaspis citricola*. II Seminario Taller Internacional Aportes del Control Biológico en la Agricultura Sostenible y Congreso Latinoamericano de la Sección Regional Neotropical de la Organización Internacional de Lucha Biológica. 18-22 Mayo, 1998. Lima, Perú. pp. 156-158.
- OSORIO, J. 1997. Evaluación de cuatro productos orgánicos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn) en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) bajo riego. Trabajo de Graduación para Optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura (ENA), San Andrés, Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador, C.A. 9 p.
- PASCUAL, M. 1996. Plaguicidas naturales de origen vegetal: Estado Actual de la Investigación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Madrid, España. 517 p.
- PEÑA, J.E. 1996. El minador de los cítricos: Historia, biología y prácticas de manejo en Florida. Reunión Centroamericana sobre el Manejo Integrado de Plagas de los Cítricos con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería, República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (A).

- 4-6 Junio de 1996. Managua, Nicaragua. Recopilado por VAUGHAN, M., 1996. s.p.
- PIERCE, F. 1967. The Genitalio of the Group Noctuidae of the Lepidoptera of the British Islands. An Account of the Morphology of the Male Clasp Organs Printed off Set Litho in Great Britain Biddles Ltd. The City Press. 120 p.
- PIERCE, F. 1987. The Genitalio fo the Group Lepidoptera of the British Islands. Billing & Sons Limited, Guildford, London and Worcester. 76 p.
- PROYECTO SALVADOREÑO-ALEMAN DE PROTECCION VEGETAL INTEGRADO MAG-GTZ. 1997. El uso del Nim como Insecticida Natural. Impreso en Agosto de 1997. San Salvador, El Salvador, C.A. s.p.
- QUEZADA, R. 1974. Principales especies de insectos asociados a los cultivos de Cítricos en El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Impreso en Sección de Información Agropecuaria. San Salvador, El Salvador. p. 6-42.
- QUEZADA, R. 1976. Control biológico e integrado de la mosca prieta de los cítricos en El Salvador. Facultad de Ciencias y Humanidades. Instituto de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Biología. Imprenta Universitaria. Universidad de El Salador, San Salvador, El Salvador, Centro América. 7 p.
- RAE & BEATTIE, et. al. 1995. Evaluation of Petroleum Spray Oils for Control of the *Citrus Psylla*, *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Psyllidae) in China. International Journal of Pest Management. 43(1): 71 p.
- RODRIGUEZ, C. 1996. Extensión y capacitación en el uso de plaguicidas botánicos. I Taller sobre Bio-plaguicidas. Zamorano, del 28 de octubre al 1 de noviembre. Recopilado por Arling Sabillón, Mario Bustamante. s.p.
- RUNTIAN, C. et. al. 1992. Biology of the Green Lacewing, *Chrysopa boninensis* and its Predation Efficiency on the Citrus Leaf Miner *Phyllocnistis citrella*. Review-of-Agricultural. Entomology: 7E Biocontrol. News-and-Information. 19 p.
- SANDOVAL, R. 1995. Ealuación de insectidas químicos y naturales para el control del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* St. Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Hortalizas y frutas. Apdo. 885. San Salvador, El

- Salvador. pp. 1-10.
- SANDOVAL, R. 1996. Evaluación de insecticidas químicos y naturales para el control del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* St. I Taller Latinoamericano sobre Bio-plaguicidas. Zamorano, del 28 de octubre al 1 de noviembre. Recopilado por Arling Sabillón, Mario Bustamante. s.p.
- SCRIMALI, M. 1995. La Minatrice Serpentina. Di Fronte a Nuoni Nemici. Dossier Agrumi (Coordinamento di Giorgi Setti) TERRA e VITTA (Italia). Anno XXXVI No. 47. pp. 43-45.
- SERRANO, C. *et. al.* 1996. Metodología para la cría de parasitoides del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella*. LEVANTE AGRICOLA/4° Trimestre. Madrid, España. pp. 329, 333, 340.
- SERRANO, L. 1996. Informe de asistencia a Reunión Internacional de Manejo Integrado de Plagas y Taller Latinoamericano de Moscas Blancas en Acapulco, México. Dirigido al Decanato de la Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. 15 de octubre. San Salvador, El Salvador, C.A. p. 5-6.
- VAUGHAN, M. 1995. El minador de la hoja de los cítricos. Reunión Centroamericana sobre el Manejo Integrado de Plagas de los Cítricos con Énfasis en Minador de la Hoja. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Nicaragua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Proyecto FAO/TCP/NIC/4551 (CA) 4-6 junio de 1996. Managua, Nicaragua. s.p.
- VAZQUEZ, H. *et. al.* 1994. *Phyllocnistis citrella* Stainton. FECOAV. Dirección General de Sanidad Vegetal. 23 de noviembre de 1994. Madrid, España. s.p.
- VAZQUEZ, M. 1996. Avances en la lucha contra *Phyllocnistis citrella* Stainton. Curso Internacional de Sanidad Vegetal (INISAV). La Habana, Cuba. Recopilado por Lic. Roxana Yanira Parada Jaco (CENTA/MAG). s.p.
- YANG, Y. & ALLEN, J. 1993. Minador del naranjo. Observaciones en China. Investigación China sobre el Minador del Naranjo. Departamento de Entomología y Nematología. Universidad de Florida. Gainesville, Florida (USA). pp. 1-5.

ZARATE, M. 1996. Manejo integrado de minador en cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en Veracruz. Programa de Entomología y Acarología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgrado. Montecillo. Ed. México. VI Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. Sept. 29-Oct. 4. Acapulco, México. 157 p.

ZIMMERMAN, C. 1958. Insects of Hawaii. Volume 8. Lepidoptera: Pyraloidea. The University of Hawaii Press. Printed in the United States of America. 412 p.

8. A N E X O S

Cuadro A-1. Listado de plantas utilizadas para el control del minador de la hojas de los cítricos (*P. citrella*) en la fase de invernáculo.

| NOMBRE COMUN | NOMBRE TECNICO | FAMILIA | PARTE A USAR | CRITERIOS DE ELECCION | REFERENCIAS |
|--------------|---------------------------------|--------------|--------------|---|--------------------------------------|
| Acapate | <i>Eryngium sp.</i> | Umbelliferae | Hoja | Abundante, comestible, medicinal | 16, 23 |
| Ajo | <i>Allium sativum</i> | Liliaceae | Fruto | Agrícola, medicinal, literatura | 2, 4, 7, 10, 12, 13, 19, 20, 21, 25. |
| Albahaca | <i>Ocimum basilicum</i> | Labiatae | Hoja | Abundante, medicinal, literatura | 2, 3, 6, 10, 20, 25. |
| Anona | <i>Annona muricata</i> | Annonaceae | Semilla | Agrícola, literatura | 1, 4, 5, 10, 20, 21, 25. |
| Caoba | <i>Swietenia humilis</i> | Meliaceae | Semilla | Industrial, abundante, literatura | 10, 24. |
| Cebolla | <i>Allium cepa</i> | Liliaceae | Bulbo | Abundante, medicinal, literatura. | 4, 6, 12, 13, 25. |
| Conacaste | <i>Enterolobium cyclocarpum</i> | Mimosaceae | Semilla | Abundante, literatura | 10, 24 |
| Chichipince | <i>Hamelia patens</i> | Rubiaceae | Hoja | Abundante, medicinal, literatura | 5, 16 |
| Chilindrón | <i>Thevetia peruviana</i> | Apocinaceae | Hoja | Abundante, ornamental, literatura | 5, 24 |
| Epasina | <i>Petiveria alliacea</i> | Fitolacaceae | Raíz | Abundante, medicinal, literatura | 10, 16, 20. |
| Eucalipto | <i>Eucalyptus sp.</i> | Mirtaceae | Hoja | Abundante, ornamental, literatura | 1, 4, 6, 10, 12 |
| Guarumo | <i>Cecropia peltata</i> | Moraceae | Hoja | Abundante | 5, 10, 24 |
| Hierba buena | <i>Mentha citrata</i> | Labiatae | Hoja | Abundante, aromática, medicinal, literatura | 1, 6, 10 |
| Higuero | <i>Ricinus communis</i> | Euforbiaceae | Semilla | Industrial, literatura | 2, 3, 5, 8, 21 |

| NOMBRE COMUN | NOMBRE TECNICO | FAMILIA | PARTE A USAR | CRITERIOS DE ELECCION | REFERENCIAS |
|--------------|----------------------------------|---------------|--------------|---|--|
| Jiote | <i>Bursera simaruba</i> | Burseraceae | Semilla | Abundante, referencia técnica, literatura | 16, 24. |
| Madrecacao | <i>Gliricidia sepium</i> | Papilionaceae | Semilla | Abundante, venenoso, literatura | 2, 4, 6, 8, 10, 12, 17, 25. |
| Mamey | <i>Mammea americana</i> | Gutiferae | Semilla | Importancia agrícola, literatura | 1, 2, 4, 6, 7, 10, 18, 25. |
| Matapalo | <i>Psittacanthus calyculatus</i> | Lorantaceae | Hoja | Literatura | 4, 16, 20 |
| Neem | <i>Azadirachta indica</i> | Meliaceae | Semilla | Industrial, medicinal, literatura | 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 14, 15, 19, 21, 23, 25. |
| Orégano | <i>Origanum sp.</i> | Labiatae | Hoja | Medicinal, comestible, literatura | 4, 6, 10, 20, 25. |
| Paraíso | <i>Melia azederach</i> | Meliaceae | Semilla | Abundante, literatura | 2, 4, 6, 9, 10, 13, 14, 25. |
| Pito | <i>Erythrina berteroana</i> | Papilionaceae | Hoja | Abundante, medicinal, literatura | 6, 10, 16. |
| Ruda | <i>Ruta graveolens</i> | Rutaceae | Hoja | Abundante, medicinal, literatura | 4, 6, 20 |
| Tabaco | <i>Nicotiana tabacum</i> | Solanaceae | Hoja | Industrial, literatura | 1, 4, 7, 10, 12, 21 |

REFERENCIAS

1. ABREGO, D.; HERNANDEZ, M. 1994. Tesis Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Escuela de Biología. UES.
2. CABALLERO, C.; MONTES, R. 1990. Agricultura sostenible. Programa de Formación en la Acción y la Investigación Social. Guadalajara, México.

Continuación... Referencias del Cuadro A-1.

3. CANO, E.; GLADSTONE, S. 1996. Validación del manejo de plagas insectiles del melón de exportación. Laboratorio de Control Biológico, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN).
4. QUIÑONEZ, E. 1996. Plantas utilizadas para extractos. SIADES No. 1 (1). XIV. Septiembre.
5. CHOussy, F. 1997. Flora salvadoreña. Tomo I, El Salvador.
6. DU PONT, D.; SOLORZANO, R.; CASTILLO, H. 1996. Optimización del uso de plaguicidas naturales.
7. GAGNON, D. s.f. Manual de campo. El Machete Verde.
8. GARCIA, G.; GUEVARA, H. 1996. Manejo de la roya (*Hemileia vastatrix*), en el cultivo de café con fungicida natural a base la hoja de papaya, higuero y madrecaao. CARE, Nicaragua.
9. GOMEZ, J.; GONZALES, D. 1996. Efecto de la aplicación de chile y madrecaao como insecticida botánico para el control del cogollero en el cultivo de maíz. CARE. Nicaragua.
10. GUZMAN, D.J. 1941. Especies útiles de la flora salvadoreña.
11. HERNANDEZ, R.; ORTIZ, E.J. 1996. Potencialidades de la flora cubana como fuente bioplaguicidas. INIFAT, Cuba.
12. HERNANDEZ, R.; RODRIGUEZ, R. 1994. Preparación y aplicación de abonos e insecticidas orgánicos. La Libertad, El Salvador.
13. LOPEZ, M.E.; GLADSTONE, S. 1996. Compatibilidad de extractos de paraíso con hongos entomopatógenos. Instituto de Investigación Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT).
14. MARIN, R. 1996. Experiencias en el uso de bioplaguicidas para el manejo de las plagas en Nicaragua. Productos y Transacciones de la tierra, PROTERRA.

Continuación... REFERENCIAS del Cuadro 1.

15. NARVAEX, C.; ANTON, T.; HERNANDEZ, E. 1996. Pruebas de diferentes productos botánicos en las especies *Spodoptera frugiperda*, *Heliothis virescens* y *Nezara viridula*. Universidad Autónoma de Nicaragua (UNAM).
16. NAVARRO, A. 1997. Ingeniero Agrónomo (MAG, DGSVA). Sugerencias.
17. ORTIZ, E.J. 1996. El neem y el paraíso en Cuba, su cultivo y explotación como insecticidas de origen botánico (INIFAT).
Cuba.
18. PANAMENO, A. 1994. Tesis (Ing. Agrónomo). UES.
19. PARAJON, B. 1996. Trabajos realizados con bioplaguicidas en la occidental nicaraguense. Investigador Regional. INTA.
20. REVISTA Ing. Agr. de El Salvador. Sept. 1996.
21. RODRIGUEZ, C. 1997. Recetas insecticidas utilizadas en la agricultura tradicional. Instituto de Fitosanidad, Texcoco, México.
22. SABILLON, A.; BUSTAMANTE, M. 1996. Evaluación de extractos botánicos para el control del cogollero *Spodoptera Frugiperda*. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
23. SERRA, C. 1996. Insecticidas de neem para el manejo integrado de plagas del tomate. Instituto Superior de Agricultura (ISA). Santiago de la Vega, República Dominicana.
24. SERRANO, C. 1997. Ing. Agr. (Docente UES). Sugerencias.
25. SERRANO, C. 1996. Contribución de la Universidad de El Salvador, Dirección de Investigación, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. pp. 30-42.

Cuadro A-2. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella* en los tratamientos evaluados en el primer ensayo durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | PROMEDIO | |
|---------------------|--------------|------|-----|------|-----|------|----------|------|
| | I | | II | | III | | | |
| | HS* | HM** | HS* | HM** | HS* | HM** | HS* | HM** |
| T1 Madrecacao | 9 | 2 | 9 | 2 | 15 | 2 | 11.00 | 2.35 |
| T2 Tabaco | 9 | 0 | 9 | 0 | 18 | 0 | 12.00 | 0.00 |
| T3 Jiote | 14 | 2 | 18 | 2 | 12 | 2 | 19.67 | 2.00 |
| T4 Caoba | 12 | 0 | 11 | 0 | 18 | 0 | 13.67 | 0.00 |
| T5 Hierba buena | 17 | 0 | 14 | 1 | 9 | 0 | 2.33 | 0.00 |
| T6 Mamey | 9 | 0 | 9 | 0 | 10 | 0 | 9.33 | 0.00 |
| T7 Cebolla | 9 | 0 | 17 | 0 | 13 | 0 | 13.00 | 0.00 |
| T8 Orégano | 15 | 1 | 16 | 2 | 15 | 3 | 15.33 | 2.00 |
| TR (agua) | 11 | 7 | 12 | 4 | 12 | 4 | 11.67 | 5.00 |
| TA (sin aplicación) | 11 | 6 | 14 | 6 | 16 | 5 | 13.67 | 5.67 |

* : Hojas susceptibles

** : Hojas minadas

Cuadro A-3. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en el segundo ensayo, durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | PROMEDIO | |
|---------------------|--------------|------|-----|------|-----|------|----------|------|
| | I | | II | | III | | | |
| | HS* | HM** | HS* | HM** | HS* | HM** | HS* | HM** |
| T1 Matapalo | 13 | 3 | 11 | 2 | 9 | 1 | 11.00 | 2.00 |
| T2 Pito | 17 | 4 | 17 | 5 | 15 | 6 | 16.33 | 5.00 |
| T3 Epasina | 9 | 1 | 15 | 1 | 9 | 2 | 11.00 | 1.33 |
| TR (agua) | 11 | 5 | 14 | 6 | 17 | 5 | 14.00 | 5.33 |
| TA (sin aplicación) | 14 | 5 | 15 | 5 | 17 | 4 | 15.33 | 4.67 |

* : Hojas susceptibles

** : Hojas minadas.

Cuadro A-4. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en el tercer ensayo, durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | PROMEDIO | |
|---------------------|--------------|------|-----|------|-----|------|----------|-------|
| | I | | II | | III | | HS* | HM** |
| | HS* | HM** | HS* | HM** | HS* | HM** | | |
| T1 Ruda | 13 | 5 | 13 | 2 | 17 | 2 | 14.33 | 3.00 |
| T2 Chichipince | 15 | 4 | 15 | 2 | 14 | 1 | 14.66 | 2.33 |
| T3 Neem | 19 | 0 | 19 | 0 | 17 | 0 | 18.33 | 0.00 |
| T4 Eucalipto | 17 | 7 | 17 | 3 | 14 | 3 | 16.00 | 4.33 |
| T5 Chilindrón | 19 | 4 | 19 | 1 | 15 | 3 | 17.66 | 2.66 |
| TR (agua) | 19 | 11 | 21 | 12 | 17 | 11 | 19.00 | 11.33 |
| TA (sin aplicación) | 20 | 10 | 21 | 8 | 19 | 10 | 20.00 | 9.33 |

* : Hojas susceptibles

** : Hojas minadas.

Cuadro A-5. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en el cuarto ensayo, durante la fase de invernáculo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | PROMEDIO | |
|---------------------|--------------|------|-----|------|-----|------|----------|-------|
| | I | | II | | III | | HS* | HM** |
| | HS* | HM** | HS* | HM** | HS* | HM** | | |
| T1 Paraíso | 18 | 0 | 15 | 0 | 16 | 0 | 16.33 | 0.00 |
| T2 Acapate | 15 | 6 | 13 | 7 | 12 | 9 | 13.33 | 7.33 |
| T3 Anona | 14 | 7 | 15 | 9 | 19 | 11 | 16.00 | 9.00 |
| T4 Albahaca | 19 | 1 | 12 | 3 | 12 | 5 | 14.33 | 3.00 |
| T5 Higuerrillo | 14 | 8 | 14 | 6 | 19 | 10 | 15.66 | 8.00 |
| T6 Guarumo | 10 | 2 | 16 | 8 | 12 | 5 | 12.66 | 5.00 |
| T7 Conacaste | 18 | 7 | 12 | 2 | 16 | 4 | 15.33 | 4.33 |
| T8 Ajo | 14 | 0 | 16 | 1 | 12 | 0 | 14.00 | 0.33 |
| TR (agua) | 17 | 10 | 17 | 9 | 13 | 11 | 15.66 | 10.00 |
| TA (sin aplicación) | 17 | 10 | 15 | 12 | 14 | 12 | 15.33 | 11.33 |

* : Hojas susceptibles

** : Hojas minadas

Cuadro A-6. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la primera semana, durante la fase de campo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------|
| | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | | PROMEDIO | |
| | HS* | HM** | HS | HM | HS | HM |
| T1 Neem | 5.0 | 0.0 | 4.8 | 0.6 | 3.8 | 1.0 | 4.6 | 0.8 | 3.8 | 0.6 | 4.0 | 0.8 | 4.8 | 1.0 | 4.40 | 0.69 |
| T2 Tabaco | 4.8 | 0.0 | 3.2 | 0.4 | 3.8 | 0.8 | 3.4 | 0.8 | 3.2 | 0.0 | 3.8 | 0.8 | 3.6 | 0.6 | 3.69 | 0.49 |
| T3 Paraiso | 4.6 | 0.4 | 3.8 | 1.0 | 4.2 | 0.8 | 4.6 | 0.8 | 3.6 | 1.0 | 4.6 | 0.8 | 3.6 | 0.6 | 4.14 | 0.77 |
| TR (Malathión) | 3.4 | 0.0 | 4.2 | 0.0 | 4.6 | 0.0 | 4.2 | 1.2 | 4.2 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 7.4 | 1.4 | 4.60 | 0.46 |
| TA (sin aplicación) | 4.0 | 2.8 | 4.6 | 3.6 | 4.4 | 4.2 | 4.0 | 3.4 | 3.4 | 1.6 | 4.4 | 1.6 | 5.2 | 3.4 | 4.29 | 2.80 |

* : Hojas susceptibles.

** : Hojas minadas.

Cuadro A-7. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la segunda semana, durante la fase de campo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------|
| | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | | PROMEDIO | |
| | HS* | HM** | HS | HM | HS | HM |
| T1 Neem | 3.6 | 0.6 | 1.8 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 1.2 | 0.6 | 3.4 | 0.6 | 0.8 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 1.77 | 0.25 |
| T2 Tabaco | 2.4 | 0.2 | 2.2 | 0.2 | 1.4 | 0.4 | 4.0 | 1.0 | 1.8 | 0.4 | 3.6 | 0.0 | 3.6 | 0.8 | 2.71 | 0.43 |
| T3 Paraiso | 4.6 | 0.8 | 1.0 | 0.2 | 2.0 | 0.6 | 3.8 | 0.6 | 1.4 | 0.4 | 3.2 | 0.0 | 3.2 | 1.0 | 2.74 | 0.51 |
| TR (Malathión) | 2.8 | 0.6 | 1.6 | 0.0 | 4.0 | 0.6 | 4.6 | 0.4 | 2.0 | 0.8 | 4.6 | 1.0 | 4.6 | 0.0 | 3.46 | 0.49 |
| TA (sin aplicación) | 3.0 | 2.4 | 1.4 | 1.2 | 4.0 | 3.0 | 2.0 | 1.6 | 2.6 | 2.4 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 0.4 | 2.43 | 1.86 |

* : Hojas susceptibles

** : Hojas minadas

Cuadro A-8. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la tercera semana, durante la fase de campo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | | | | | | | | | PROMEDIO | |
|---------------------|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------|
| | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | | HS | HM |
| | HS* | HM** | HS | HM | HS | HM |
| T1 Neem | 1.8 | 1.4 | 1.6 | 1.0 | 2.4 | 0.6 | 2.0 | 1.2 | 2.2 | 0.6 | 3.6 | 1.0 | 3.8 | 0.2 | 2.49 | 0.86 |
| T2 Tabaco | 1.6 | 1.2 | 2.6 | 1.4 | 3.0 | 1.4 | 1.0 | 0.4 | 2.2 | 0.6 | 3.8 | 0.6 | 1.4 | 0.2 | 2.23 | 0.83 |
| T3 Paraíso | 0.4 | 0.2 | 3.2 | 0.6 | 2.6 | 1.0 | 2.2 | 1.4 | 3.4 | 0.8 | 5.4 | 0.6 | 0.8 | 0.2 | 2.57 | 0.69 |
| TR (Malathión) | 1.4 | 0.6 | 1.2 | 0.6 | 2.4 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 2.0 | 0.6 | 4.6 | 0.6 | 2.0 | 0.2 | 2.06 | 0.49 |
| TA (sin aplicación) | 1.8 | 1.8 | 2.0 | 1.6 | 3.2 | 3.0 | 3.4 | 3.2 | 0.8 | 0.8 | 5.2 | 4.8 | 4.0 | 3.4 | 2.91 | 2.66 |

* : Hojas susceptibles.

** : Hojas minadas

Cuadro A-9. Promedio por planta de hojas susceptibles y hojas minadas por *P. citrella*, en los tratamientos evaluados en la cuarta semana, durante la fase de campo.

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES | | | | | | | | | | | | | | PROMEDIO | |
|---------------------|--------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|------|
| | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | VII | | HS | HM |
| | HS* | HM** | HS | HM | HS | HM |
| T1 Neem | 0.6 | 0.4 | 0.8 | 0.4 | 2.6 | 0.6 | 3.2 | 0.6 | 1.8 | 0.4 | 3.2 | 0.2 | 2.6 | 0.8 | 2.11 | 0.49 |
| T2 Tabaco | 1.6 | 0.6 | 1.8 | 0.6 | 2.0 | 0.0 | 2.6 | 0.8 | 2.0 | 0.6 | 2.6 | 0.6 | 1.2 | 0.2 | 1.97 | 0.49 |
| T3 Paraíso | 1.6 | 0.8 | 2.0 | 0.8 | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 0.4 | 1.2 | 0.2 | 3.2 | 0.4 | 1.0 | 0.6 | 1.57 | 0.51 |
| TR (Malathión) | 2.2 | 0.8 | 1.6 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 2.6 | 0.8 | 1.8 | 0.2 | 2.4 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 1.94 | 0.43 |
| TA (sin aplicación) | 2.4 | 2.2 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 3.0 | 2.4 | 1.4 | 1.0 | 4.0 | 3.0 | 2.2 | 1.0 | 2.29 | 1.80 |

* : Hojas susceptibles

** : Hojas minadas

Cuadro A-10. Calibración del microscopio compuesto.

Equipo No. 10. Marca Leitz

Micrómetro Objetivo : 0.01 mm

Micrómetro Ocular (ojo derecho)

| LENTE | U/TRAZO |
|-------|---------|
| 4X | 27.14 |
| 10X | 10.66 |
| 40X | 2.50 |

Cuadro A-11. Calibración del microscopio estereoscopio

Equipo No. 7. Marca Wild Heerbrugg

Micrómetro Objetivo : 0.01 cm

Micrómetro Ocular (ojo derecho)

| ZOOM | OCULAR | | |
|------|----------------|----------------|----------------|
| | 10X /21 | 15X /17 | 20X /23 |
| 6 | 155.03 U/trazo | 144.20 U/trazo | 143.31 U/trazo |
| 7 | 135.16 | 124.98 | 123.96 |
| 8 | 120.37 | 110.84 | 109.69 |
| 10 | 100.06 | 91.18 | 89.90 |
| 12 | 82.63 | 74.40 | 72.99 |
| 15 | 67.74 | 60.16 | 58.62 |
| 18 | 57.24 | 50.31 | 48.64 |
| 20 | 51.28 | 45.00 | 43.20 |
| 25 | 41.62 | 35.99 | 34.06 |
| 31 | 33.77 | 28.79 | 26.73 |

Cuadro A-12. Análisis de varianza para el 1°, 2°, 3° y 4° ensayo, durante la fase de invernáculo.

| ENSAYO | F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T. |
|--------|--------------|------|----------|--------|-------|-----------|
| 1° | Bloques | 2 | 19.69 | 9.84 | 0.34 | 0.7161 ns |
| | Tratamientos | 9 | 7745.83 | 860.64 | 29.75 | 0.0001** |
| | Error | 18 | 520.69 | 28.93 | | |
| | Total | 29 | 8286.21 | | | |
| 2° | Bloques | 2 | 7.23 | 3.61 | 0.11 | 0.8980 ns |
| | Tratamientos | 4 | 650.19 | 162.55 | 4.9 | 0.0271** |
| | Error | 8 | 265.18 | 33.15 | | |
| | Total | 14 | 922.60 | | | |
| 3° | Bloques | 2 | 279.75 | 139.87 | 4.91 | 0.0276* |
| | Tratamientos | 6 | 4800.57 | 800.09 | 28.11 | 0.0001** |
| | Error | 12 | 341.53 | 28.46 | | |
| | Total | 20 | 5421.85 | | | |
| 4° | Bloques | 2 | 400.80 | 200.40 | 3.31 | 0.0579* |
| | Tratamientos | 9 | 11138.42 | 237.60 | 20.70 | 0.0001** |
| | Error | 18 | 1076.27 | 59.72 | | |
| | Total | 29 | 12615.49 | | | |

Cuadro A-13. Análisis de varianza para la prueba de mortalidad de adultos de *P. citrella*.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T. |
|-------------|------|--------|-------|--------|----------|
| Bloques | 1 | 0.57 | 0.57 | 0.99 | 0.500 ns |
| Factor A | 1 | 69.14 | 69.14 | 120.99 | 0.057 ns |
| Error A | 1 | 0.57 | 0.57 | | |
| Factor B | 6 | 159.93 | 26.65 | 16.11 | 0.000** |
| Interacción | 6 | 17.36 | 2.89 | 1.75 | 0.193 |
| Error B | 12 | 19.86 | 1.65 | | |
| TOTAL | 27 | 267.43 | | | |

Cuadro A-14. Análisis de varianza para la prueba de repelencia de adultos de *P. citrella*

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T. |
|-----------|------|--------|--------|-------|----------|
| Bloques | 1 | 0.33 | 0.33 | 0.99 | 0.500 ns |
| Factor A | 1 | 21.33 | 21.33 | 63.99 | 0.081ns |
| Error A | 1 | 0.33 | 0.33 | | |
| Factor B | 1 | 133.33 | 133.33 | 47.06 | 0.017* |
| A x B | 1 | 21.33 | 21.33 | 7.53 | 0.111 |
| Error B | 2 | 5.67 | 2.83 | | |
| Factor C | 5 | 48.92 | 9.78 | 10.48 | 0.000** |
| A x C | 5 | 6.92 | 1.38 | 1.48 | 0.239 |
| B x C | 5 | 107.92 | 21.58 | 23.13 | 0.000 |
| A x B x C | 5 | 36.92 | 7.38 | 7.91 | 0.000 |
| Error C | 20 | 18.67 | 0.93 | | |
| TOTAL | 47 | 401.67 | | | |

Cuadro A-15. Análisis de varianza para la 1ª, 2ª, 3ª, y 4ª semana, durante la fase de campo.

| SEMANAS | F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F.C. | F.T. |
|---------|--------------|------|----------|---------|-------|-----------|
| 1ª. | Bloques | 6 | 1274.18 | 212.36 | 2.31 | 0.0667 ns |
| | Tratamientos | 4 | 7344.21 | 1836.05 | 19.97 | 0.0001** |
| | Error | 24 | 2206.44 | 91.93 | | |
| | TOTAL | 34 | 10824.83 | | | |
| 2ª. | Bloques | 6 | 1139.64 | 189.94 | 0.98 | 0.4631 ns |
| | Tratamientos | 4 | 16120.44 | 4030.11 | 20.69 | 0.0001** |
| | Error | 24 | 4674.67 | 194.78 | | |
| | TOTAL | 34 | 21934.75 | | | |
| 3ª. | Bloques | 6 | 2680.29 | 446.71 | 3.48 | 0.0129* |
| | Tratamientos | 4 | 10315.13 | 2578.78 | 20.08 | 0.0001* |
| | Error | 24 | 3082.87 | 128.45 | | |
| | TOTAL | 34 | 16078.29 | | | |
| 4ª. | Bloques | 6 | 2900.44 | 483.41 | 2.91 | 0.0280* |
| | Tratamientos | 4 | 8291.50 | 2072.88 | 12.49 | 0.0001** |
| | Error | 24 | 3982.38 | 165.93 | | |
| | TOTAL | 34 | 15174.32 | | | |

Cuadro A-16. Ingredientes del plaguicida botánico Bio-insectril.

| | |
|---------------------------|---|
| Aceites | Cariofileno, 1- felandreno, lactona (absintina), clorofila, albúmina, fécula leñosa, alcohol, ceras, ácido acético, valerianico, salicílico de metilo, ascaridel, P-cimol, asfatespimeno. |
| Azúcares | Almidón, resina, acetato de calcio y cloruro, sulfato y nitrato de potasio, furocumanina, furoquinolinas. |
| Lactona (sesquiterpénica) | Absintina |
| Alcohol | Turjílico |
| Terpenos | Cineol, linalol, tónicos, borneol felandreno y otras materias. |
| Esencia sulfurada | Aluna, carotenoides, resinas, saporina, calendulina. |
| Acidos | Arácnico, butínico, rutina |
| Derivados terpénicos | Citronelol, linalol, geraniol, carifileno |
| Sustancias aromáticas | Citrol, citronelol, linalol |
| Esteroides | Ecolisterona |
| Alcaloides | N-benzdiltiramina, casimirdedina, zapotina, edulina, piretrinos. |

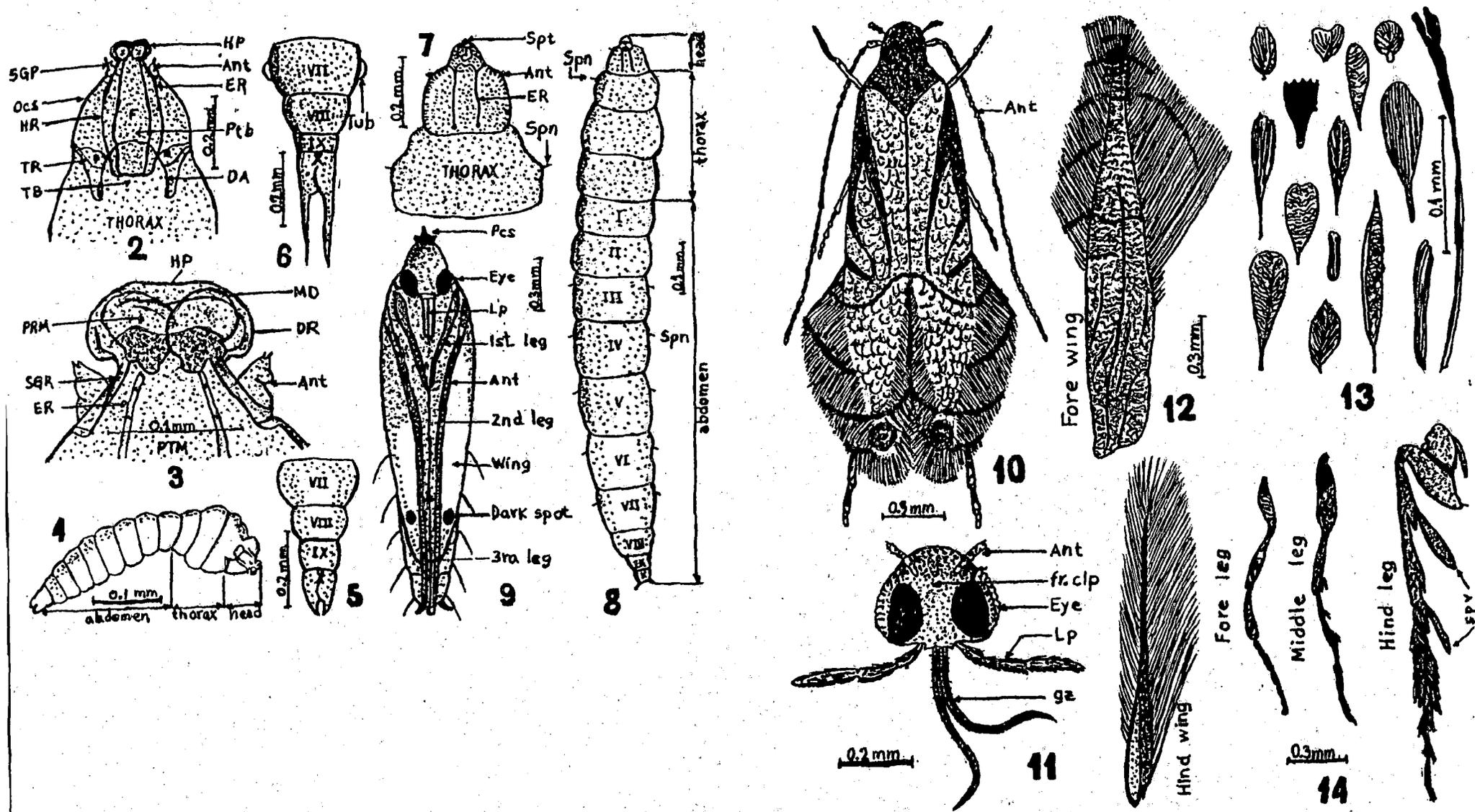


Fig. A 1. (2) Cápsula cefálica de la larva, - (3) aparato bucal, - (4) - (6) primer a tercer estadio larvario, - (7) cápsula cefálica de la prepupa, - (8) prepupa, - (9) pupa, - (10) adulto, - (11) aparato bucal del adulto, - (12) alas anteriores y posteriores, - (13) tipos de escamas, - (14) patas (Badawy 1967; citado por Peña 1996).

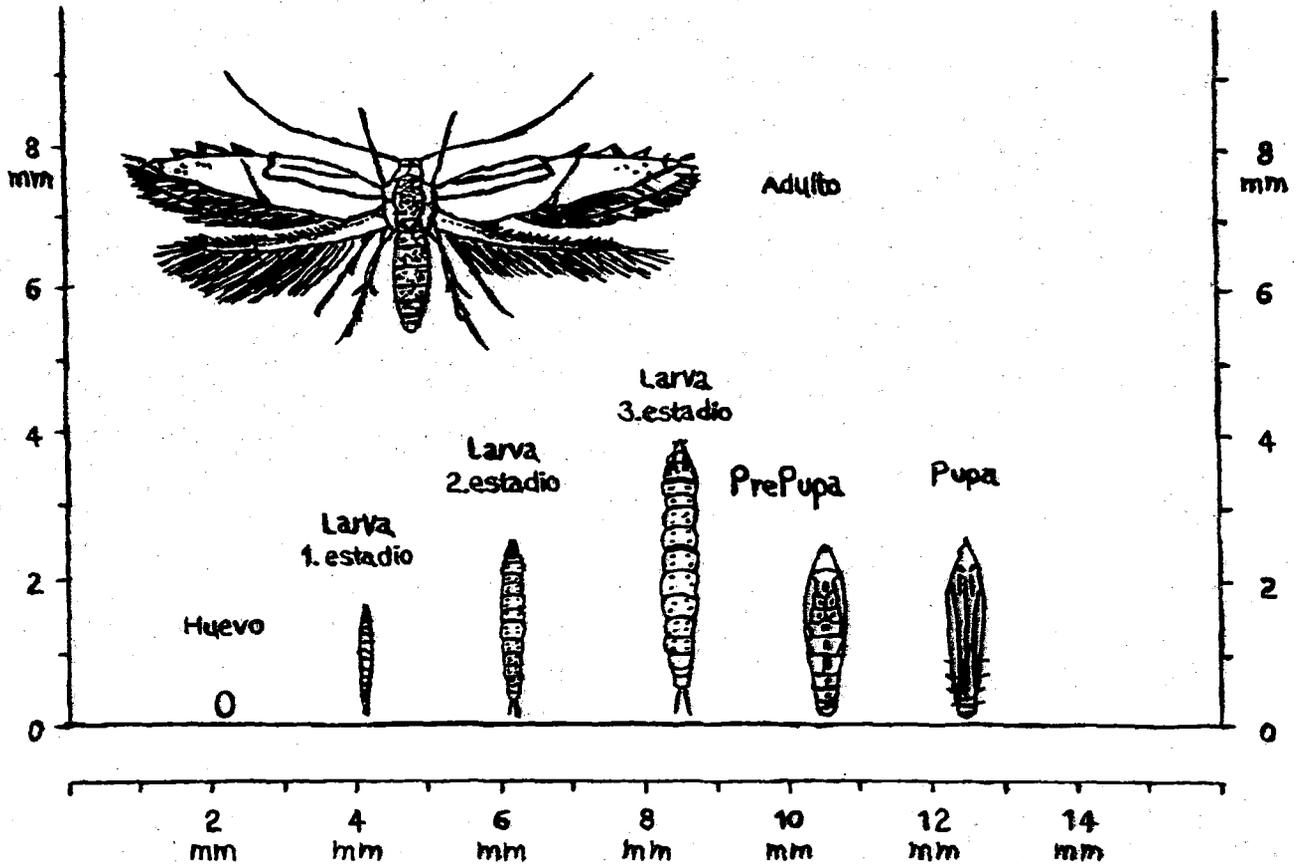
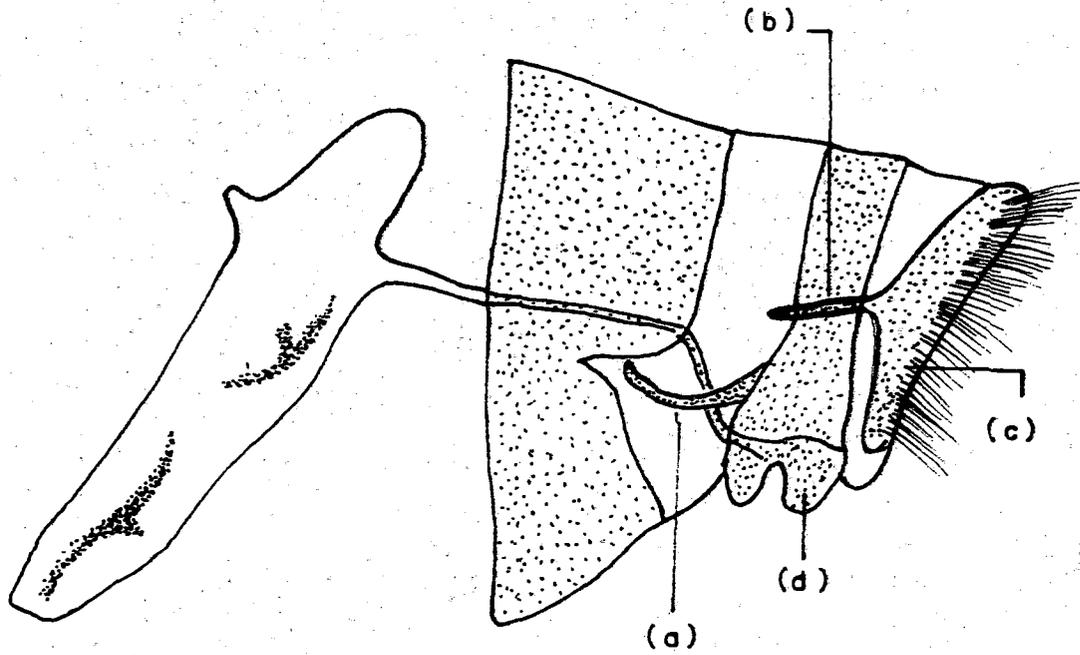
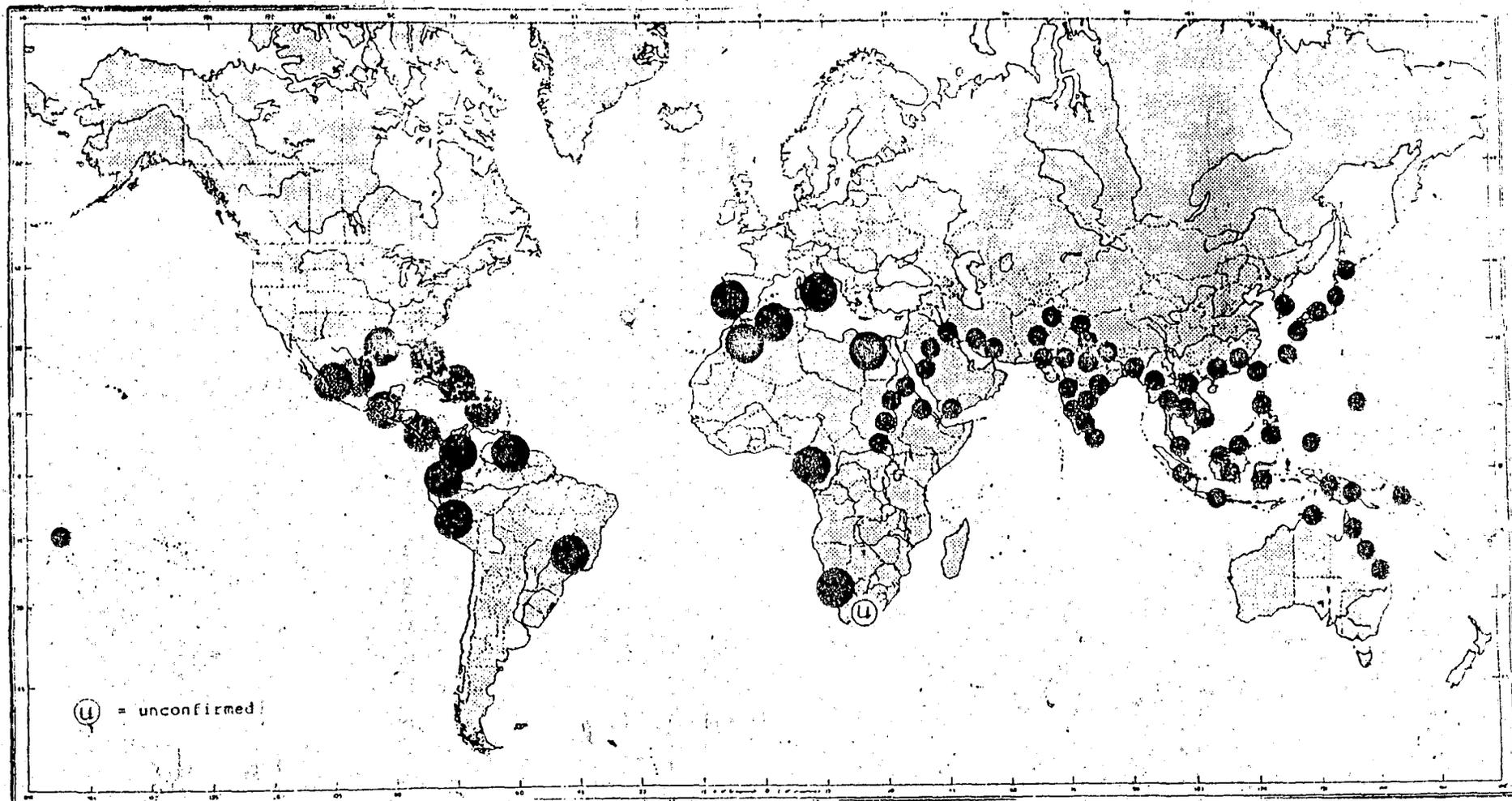


Figura A-2. Tamaño de los diferentes estadios de desarrollo de *P. citrella* en comparación gráfica (Fhia 1994; citado por Esquivel, 1995).



- a) Apófisis anterior
- b) Apófisis posterior
- c) Oviporos
- d) Abertura copulatória

Fig. A-3 . Segmentos genitales de la hembra *Phyllocnistis populiella*
Clem. (MUTUURA, 1972) .



DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE PHYLLOCNISTIS CITRELLA HASTA JUNIO DE 1996.