



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

00361
16
R.J.

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**"Manejo de la mosca de la fruta de la papaya
Toxotrypana curvicauda (Diptera: Tephritidae)
en relación al diseño de un sistema de monitoreo
y manejo biorracional de esta plaga"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

P R E S E N T A

Biól. Alfredo Jiménez Pérez

DIRECTOR DE TESIS

Ph. D. Martín Aluja Schunemann

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Al pueblo de México que aún
sostiene Instituciones Educativas*

*A Standehui
A Magnolia
A mis "Marchitos"
A la Familia*

Agradecimientos:

A los miembros del jurado por los comentarios, sugerencias y críticas sobre el manuscrito original: Dra. Julieta Ramos, Dra. Nora Galindo, Dr. Martín Aluja, M. en C. Raúl Muñiz, Dr. Mario Camino, M. en C. René Arzuffi y M. en C. Ignacio Delgado.

A mis compañeros del laboratorio de Interacciones Bioquímicas Planta-Insecto del CEPROBI-IPN, por entre otras cosas, compartir conmigo muchas horas de sol en la realización del trabajo experimental. Dr. Mario Camino Lavín, Biól. Lucila Aldana, Biól. María Elena Valdés, Biól. Rodolfo Figueroa, Biól. Víctor Castrejón, Biól. Saúl Espín; a mis amigos del Instituto de Ecología A. C. : Isabel Jácome, Anabel Dávila y Jaime Piñero.

A las Autoridades del CEPROBI-IPN: Dra. Gloria Dávila y M. en C. Raúl René Robles.

Al M. en C. Vicente Hernández del Instituto de Ecología A. C. por su ayuda en la revisión taxonómica de algunos de los géneros de moscas de la fruta aquí mencionados, así mismo a la Biól. Domitila Martínez de la Facultad de Biología de la Univ. Auton. del Edo. de Mor., por la identificación del material botánico colectado.

A los trabajadores de campo del CEPROBI-IPN por sus muchas horas bajo el sol realizando tareas de limpieza y mantenimiento de las plantaciones de papaya, donde se realizó el presente trabajo.

"En esta tierra americana, para el placer y la salud de los hombres, el destino creó una fruta que es la misma luz del sol transformada en jugo, pulpa y dulzura; porque no hay sensación mas exquisita al paladar que un trozo de papaya fresca cuando se disuelve en la boca y se desliza por la garganta"

Flora Inés Olaya

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Moscas de la Fruta del Instituto de Ecología, A. C. bajo la dirección del Ph. D. Martín Aluja Schunemann, así mismo contó con la asesoría del Ph. D. Robert H. Heath del Insect Attractans Behavior and Basic Biology Research Laboratory. U.S. Department of Agriculture, A.R.S. Gainesville, Florida, USA y del Ph. D. Mario Camino Lavín del Laboratorio de Interacciones Bioquímicas entre Plantas e Insectos del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional.

ÍNDICE

		PÁGINA
	Resumen	i
	Lista de cuadros	iv
	Lista de figuras	iv
	Lista de gráficos	v
I	Introducción	1
II	Objetivos e hipótesis de trabajo	5
III	Antecedentes	7
III.1	Generalidades sobre moscas de la fruta	7
III.2.	Biología	7
III.2.1	Factores de mortalidad en moscas de la fruta	8
III.2.2	Estudios sobre comportamiento de moscas de la fruta	9
III.2.2.1	Respuesta de las moscas de la fruta a diferentes cebos	9
III.2.2.2	Respuesta de las moscas de la fruta a diferentes colores y formas	11
III.2.2.3	Respuesta de las moscas de la fruta a diferentes tipos de trampas	11
III.3	Estudios de distribución espacial de moscas de la fruta	14
III.4	Control de moscas de la fruta	16
III.5	Aspectos básicos de la mosca de la fruta de la papaya (MFP)	19
III.5.1	Taxonomía	19
III.5.2	Generalidades sobre <i>Toxotrypana curvicauda</i>	19
III.5.3	Biología	20

	PÁGINA	
III.5.3.1	Identificación de la feromona sexual de la MFP	21
III.5.4	Estudios sobre comportamiento	21
III.5.4.1	Estudios sobre atracción a cebos naturales	23
III.5.4.2	Estudios sobre trampeo	24
III.5.4.3	Estudios sobre distribución espacial	24
III.5.5	Control de la MFP	25
III.6	Aspectos generales del cultivo de la papaya	26
III.6.1	Susceptibilidad de variedades al ataque de la MFP	27
IV	Materiales y Métodos	28
IV.1	Localidad de estudio	28
IV.2	Diseño, establecimiento y cuidado de los huertos experimentales	28
IV.3	Distribución del daño ocasionado por la MFP	31
IV.3.1	Lotes divididos en partes iguales (No. de filas)	33
IV.3.2	Filas 1-2 vs resto del lote	33
IV.3.3	Filas 1-2 vs filas 3-4, resto del lote	34
IV.3.4	Filas 1-2 vs filas 3-5, 6-7, resto del lote	34
IV.3.5	Segundo huerto experimental	35
IV.4	Distribución de adultos de la MFP y registro de actividades en la plantación	35
IV.4.1	Distribución de adultos	36
IV.4.2	Registro de actividades	36
IV.5	Evaluación de trampas para la captura de adultos de la MFP	37

		PÁGINA
IV.5.1	Descripción de trampas	37
IV.5.1.1	Trampas esféricas	37
IV.5.1.2	Trampas cilíndricas	37
V	Resultados y Discusión	41
V.1	Distribución del daño	41
V.1.1	Lotes divididos en partes iguales	41
V.1.1.2	Filas 1-2 vs resto del lote	49
V.1.1.3	Filas 1-2, 3-4, resto del lote	54
V.1.1.4	Filas 1-2, 3-5, 6-7, resto del lote	60
V.1.1.5	Segundo huerto experimental	67
V. 2	Distribución espacial de los adultos de la MFP en la plantación	67
V. 3	Patrón diario de actividades	76
V. 4	Evaluación de trampas para la captura de la MFP	84
V.5	Consideraciones económicas del diseño de plantación propuesto	89
V.6	Consideraciones finales	91
VI.	Conclusiones	95
VII	Bibliografía	96

RESUMEN

La mosca de la fruta de la papaya (MFP), *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae), es una de las especies de moscas consideradas dentro de la Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, debido al daño que ocasiona a las plantaciones de papaya. Según Gutiérrez (1992), este daño oscila entre el 1 y el 20% del valor total de la producción. Poco se conoce sobre los aspectos de distribución espacial y temporal tanto de las moscas como del daño ocasionado, así mismo sobre sus actividades dentro de las plantaciones. Hasta la fecha el monitoreo de la población de esta plaga se basa en la observación de frutas dañadas o de las moscas en la periferia. El único método de control disponible para el agricultor es la aplicación de insecticidas o insecticida-cebo. Sin embargo, Aluja y Liedo (1986) han propuesto como una alternativa biorracional de control, el uso de cultivos trampa y trampeo periférico para interceptar y congregarse en una área específica.

Los objetivos de este trabajo fueron: A) Cuantificar el daño ocasionado por *T. curvicauda* dentro de una huerta experimental de papaya en tiempo y espacio, B) Probar el uso de cultivo trampa como método alternativo y biorracional para disminuir el daño que provoca *T. curvicauda*, C) Conocer la distribución espacial y el patrón diario de actividades de *T. curvicauda* y D) Evaluar 4 nuevos diseños de trampas cebadas con feromona sexual (Trampa esférica con "Pestick" con o sin feromona; Trampa de mica cilíndrica con "Pestick" con o sin feromona, Trampa de mica cilíndrica con tóxico con o sin feromona y Trampa de papel pegajoso cilíndrica con o sin feromona).

Este trabajo se realizó en la sede del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN) ubicado en Yautepec, Morelos, en dos plantaciones de papaya (var. cera chichona amarilla) sembradas "ex profeso" para desarrollar el estudio. En la primera plantación, el cultivo trampa estuvo representado por dos filas de papaya de la misma variedad separadas del lote central por 10 metros y orientadas hacia la vegetación nativa adyacente a la plantación (este) o hacia la zona sin cultivo y un río (oeste).

En el caso de la segunda plantación, el cultivo trampa (dos filas de papaya) cubrió en forma continua los 4 puntos cardinales. El daño fue cuantificado mediante 8 muestreos entre diciembre 1991 y febrero 1993. Se tomaron 5 frutos de cada árbol (2 de la parte baja, 2 de la parte media y 1 de la parte superior) para obtener la relación frutos dañados/frutos muestreados. Durante agosto 1992, se realizaron observaciones en la plantación contabilizando el número de moscas observadas por hora, posición y actividad. Las trampas fueron evaluadas en un diseño en bloques al azar, cada trampa con 6 repeticiones y 7 réplicas en el tiempo. Algunos estudios puntuales se realizaron en el laboratorio de Moscas de la Fruta del Instituto de Ecología, A. C. ubicado en Xalapa, Veracruz.

El análisis de estos datos se realizó mediante prueba de “z” (comparación de proporciones entre dos poblaciones), Wilcoxon y Mann-Whitney, Anova con repetición, prueba de Friedman y separación “*a posteriori*” de medias o medianas por el método Student-Newman-Keuls. Para el caso específico de las frecuencias de capturas de moscas, los datos originales se sometieron a la transformación Box-Cox para homogeneizar la varianza antes de realizar un Anova bifactorial (trampas y cebos).

La distribución espacial del daño presentó un fuerte efecto de borde influenciado por la presencia de vegetación adyacente al huerto, donde la orilla este acumuló el 47%; la norte, el 33.32% y entre las dos acumularon el 64.38% del daño total. Las dos primeras filas representan el 7% de los frutos y acumularon el 23% de los daños. La infestación de estas dos primeras filas es diferente ($P=0.002$) a la infestación de las filas 3-4 y la del resto del lote. La distribución temporal tiene que ver básicamente con la precipitación, ya que el daño aumentó poco después de la presencia de las lluvias. La presencia de un cultivo trampa alrededor (segunda plantación) disminuyó casi 9 veces el daño en el lote central.

La distribución espacial de las moscas también presentó un efecto de borde, pero en este caso más marcado hacia la vegetación nativa adyacente a la plantación (este). Esta última zona presentó casi 4 veces más moscas que las demás ($P=0.004$). Siempre se observaron más machos que hembras en las zona este ($P<0.05$). La parte de la plantación

influenciada por la vegetación acumuló el 49.54% de las hembras y el 52.59% de los machos. La distribución espacial del daño y de las hembras coincide en alto grado.

Las moscas fueron observadas en la plantación desde las 8:00 hasta las 19:00 hrs. siendo mayor este número entre las 11:00 y las 14:00 hrs. Las actividades sexuales ("llamado" de machos, cópula y oviposición) presentaron un ligero desfase durante el día, una con respecto a la siguiente. Las hembras prefieren las horas de la tarde (a partir de las 13 hrs) para ovipositar. Este comportamiento sugiere un arribo diferencial por parte de las hembras, donde las grávidas esperan las primeras horas de la tarde y la vírgenes arriban antes, buscando cópula.

Las trampas más atractivas para las hembras fueron de forma cilíndrica y en sólo una de ellas la adición de feromona aumentó las capturas, las trampas con "Pestick" fueron las menos atractivas. Para los machos, la forma esférica con feromona presentó el mayor número de capturas, seguido de la cilíndrica sin feromona. En este caso la adición de la feromona aumentó las capturas en las trampas esféricas y cilíndricas (papel pegajoso). La trampa cilíndrica de mica es la más barata y de fácil manejo.

Finalmente, se propone un esquema de manejo de esta mosca basado en el uso de un cultivo trampa, recolección de frutos y un sistema de trampeo periférico.

LISTA DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1 Daños ocasionados por las principales especies de moscas de la fruta en América.	1
Cuadro 2 Aspectos económicos de los daños ocasionados por las moscas de la fruta.	2
Cuadro 3 Comparación entre el uso de trampas con feromonas y atrayentes alimenticios.	13
Cuadro 4 Tipo de trampa, atrayente y sistema de retención usados para evaluar la captura de la MFP	39
Cuadro 5 Captura de la MFP en las diferentes trampas evaluadas.	84
Cuadro 6 Capturas por tipo de cebo empleado.	85
Cuadro 7 Capturas de moscas por réplica, sexo y cebo empleado.	85
Cuadro 8 Relación entre extensión, No. de plantas posibles, No. de plantas bajo el sistema propuesto y costo.	90

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1 Temperatura y precipitación media en San Isidro, Yautepec, Morelos.	29
Figura 2 Ubicación y diseño de las plantaciones. A) Vista panorámica B) Tipos de lote.	30
Figura 3 Diseño de la segunda plantación experimental y ubicación de bloques para evaluación de trampas.	32
Figura 4 Diseño de cada una de las trampas usadas. I) Trampa esférica con "Pestick" II) Trampa cilíndrica con "Pestick" III) Trampa cilíndrica con insecticida IV) Trampa cilíndrica de papel pegajoso.	38

LISTA DE GRÁFICOS

	PÁGINA
Gráfico 1 Infestación ocasionada por la MFP. Lote dividido en tres secciones. Meses de diciembre 1991 a julio 1992.	42
Gráfico 2 Infestación ocasionada por la MFP. Lote dividido en tres secciones. Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.	43
Gráfico 3 Infestación ocasionada por la MFP. Lote dividido en tres secciones. A) Comparación por lotes. B) Comparación de medianas entre las tres secciones.	44
Gráfico 4 Infestación causada por la MFP. Lote dividido en tres secciones. A) Comparación por fecha de muestreo. B) Comparación de medias entre las tres secciones.	46
Gráfico 5 Infestación causada por la MFP. Lote dividido en tres secciones, A) Lote tipo I. B) Lote tipo II. C) Comparación entre tipos de lote. D) Comparación de secciones.	47
Gráfico 6 Porcentaje de infestación causada por la MFP considerando la plantación como 100%. Lote dividido en tres secciones.	48
Gráfico 7 Infestación ocasionada por la MFP. Lote dividido en zona trampa y resto del lote. Meses de diciembre 1991 a julio 1992.	50
Gráfico 8 Infestación ocasionada por la MFP. Lote dividido en zona trampa y resto del lote. Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.	51
Gráfico 9 Infestación causada por la MFP. Lote dividido en zona trampa y resto del lote. A) Lote tipo I. B) Lote tipo II. C) Comparación entre tipos de lote. D) Comparación entre zonas.	52
Gráfico 10 Infestación causada por la MFP. Lote dividido en filas 1-2 y resto del lote. A) Comparación por lotes. B) Comparación por fecha de muestreo.	53
Gráfico 11 Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote. Meses de diciembre 1991 a julio 1992.	55
Gráfico 12 Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote. Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.	56

	PÁGINA
Gráfico 13 Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote. A) Infestación total por lote. B) Comparación de medias	57
Gráfico 14 Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote. A) Infestación a lo largo del año. B) Comparación de medias.	58
Gráfico 15 Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote. A) Infestación por tipo de lote. B) Infestación total.	59
Gráfico 16 Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote. Meses de diciembre 1991 a julio 1992.	61
Gráfico 17 Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote. Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.	62
Gráfico 18 Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote. A) Infestación total por lote. B) Comparación de medias.	63
Gráfico 19 Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote. A) Infestación por fecha de muestreo. B) Comparación de medias.	64
Gráfico 20 Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote. A) Infestación por tipo de lote. B) Infestación total.	65
Gráfico 21 Distribución del porcentaje de infestación en la plantación.	66
Gráfico 22 Proporción de frutos picados/frutos totales. A) Diferentes zonas del cultivo trampa. B) Zona trampa y "lote comercial". C) Diferentes zonas del lote comercial.	68
Gráfico 23 Porcentaje de moscas observadas por lote y sección, cada lote como 100%. A) Hembras. B) Comparación de medias. C) Machos. D) Comparación de medianas.	69
Gráfico 24 Porcentaje de moscas observadas por lote y sección, cada lote como 100%. Moscas totales. A) Infestación total por lote. B) Comparación de medianas.	70
Gráfico 25 Comparación de medianas de machos y hembras en las diferentes secciones de la plantación.	72

	PÁGINA
Gráfico 26 Porcentaje de moscas observadas por lote y tipo de lote (zona trampa y resto del lote).	73
Gráfico 27 Distribución del porcentaje de moscas observadas en la plantación. A) Hembras. B) Machos. C) Moscas totales.	75
Gráfico 28 Índice moscas/árbol. A) Lote tipo I. B) Lote tipo II.	77
Gráfico 29 Índice moscas/árbol observadas por lote y sección. A) Hembras. B) Machos. C) Moscas totales.	78
Gráfico 30 Moscas observadas por hora. A) Moscas totales. B) En descanso y limpieza.	79
Gráfico 31 Moscas observadas por hora. A) Machos llamando. B) Cópulas. C) Hembras ovipositando.	83
Gráfico 32 Porcentaje de moscas capturadas por trampa (promedio). A) Hembras. B) Machos.	88

I INTRODUCCIÓN

Las moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) son un grave problema para los países exportadores de productos agrícolas, ya que su presencia ocasiona fuertes pérdidas en la producción de los frutales así como restringe su comercialización a otras partes del mundo (Aluja, 1993). La familia Tefritide está formada por más de 4000 especies, en 500 géneros, de las cuales existen alrededor de 400 en América y 150 están presentes en México. Aunque pocas de estas moscas se alimentan de frutos comerciales, su impacto es tal que han merecido la creación de Instituciones dedicadas a su estudio y control (White y Elson-Harris, 1992; Gutiérrez, 1992).

Según Enkerlin et al. (1989), los niveles de daño ocasionados por moscas de la fruta en América Latina pueden ser del 25% al inicio de la temporada de cosecha y pueden llegar hasta el 80% en las épocas de mayor infestación. Los daños económicos que ocasionan estas moscas son difíciles de estimar, ya que el valor del daño depende de los precios del mercado. El Cuadro 1 resume los niveles de daño directo señalados para diferentes moscas de la fruta (Gutiérrez, 1992).

CUADRO 1. DAÑOS OCASIONADOS POR LAS PRINCIPALES ESPECIES DE MOSCAS DE LA FRUTA EN AMÉRICA

ESPECIE	FLUCTUACIÓN DEL DAÑO (%)
<i>Ceratitis capitata</i>	10-50
<i>Anastrepha fraterculus</i>	10-40
<i>A. ludens</i>	5-25
<i>A. obliqua</i>	5-30
<i>A. serpentina</i>	1-15
<i>A. striata</i>	1-15
<i>A. suspensa</i>	10-20
<i>A. grandis</i>	5-20
<i>Anastrepha spp.</i>	0-20
<i>Rhagoletis spp</i>	5-30
<i>Toxotrypana curvicauda</i>	1-20

Fuente: Gutiérrez, 1992.

Por otro lado, existen otros tipos de daños más difíciles de estimar como son: la no penetración en los mercados internacionales, las restricciones cuarentenarias, los análisis de residuos de pesticidas que paga el exportador, el pago de inspectores fitosanitarios del país de destino, entre otros. El Cuadro 2 hace un recuento de algunos de ellos.

CUADRO 2. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR LAS MOSCAS DE LA FRUTA

DIRECTAS	INDIRECTAS
Larvas en fruta	Limitaciones cuarentenarias
Pérdida de fruta	Tratamiento postcosecha
Insumos en el control	Barreras de carácter no arancelario
Incrementos en costos de producción	Impedimento en el desarrollo frutícola

Fuente: Gutiérrez, 1992.

La demanda de frutas exóticas por parte de los países de gran poder económico ha contribuido a que los países en vías de desarrollo, como México, incrementen la superficie sembrada de cultivos de exportación (Enkerlin et al. 1989).

Los daños económicos tan altos que ocasionan las moscas de la fruta han generado una gran cantidad de trabajos que buscan su control. En sus principios, el control químico dio buenos resultados, ya que reducía el daño hasta en un 50% (Enkerlin et al. 1989); sin embargo, las actuales restricciones sanitarias en los mercados internacionales y nacionales junto con una visión más ecológica del problema, ha obligado a la búsqueda de nuevas alternativas de control (Cedeño, 1992; Aluja, 1996).

La Campaña Nacional contra Moscas de la Fruta, fundada en 1992, busca mantener libre de mosca del Mediterráneo el territorio nacional y el control de diversas especies de *Anastrepha* y de *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Gutiérrez et al. 1993).

En México, se comercializan 32 especies de frutales, siendo el primer productor de aguacate, el tercero en mango y el quinto en la producción de cítricos a nivel mundial. La superficie sembrada abarca 1'300,000 Has (Gutiérrez et al. 1993). La producción anual de frutales es superior a 10 millones de toneladas, lo que representa 16% del total de la producción agrícola del país. Las exportaciones de frutas ocupan el tercer lugar de importancia en las exportaciones agrícolas del país.

La papaya es una fruta tropical de gran demanda en el mercado nacional e internacional. Se considera que se originó en alguna parte entre el sur de México y Nicaragua. El cultivo de esta planta se recomienda desde el nivel del mar hasta los 1100 msnm y en zonas con temperaturas entre 20 y 28 C. Esta fruta ha sido de gran estimación debido a sus cualidades digestivas, aunque también es rica en vitamina A, B y C y que la papaina que se obtiene del látex tiene muchos usos en la industria ya sea para elaborar medicamentos que ayuden a la digestión, como ablandador de carnes, lociones para la piel, productos industriales para aclarar la cerveza y suavizar cueros y lanas entre otros usos (Olaya, 1992).

En la actualidad, no existe un método eficiente de control de la MFP. Las técnicas empleadas para su control son las que se recomiendan genericamente para las moscas de la fruta, donde se usa un cebo envenenado asperjado a las frondas de los árboles (Aluja, 1993), sin embargo este método de control poco amigable con el ambiente está lejos de ser efectivo debido a que para que el insecticida-cebo actúe es necesario que esté en contacto con el insecto y que sea ingerido. En el caso particular de la MFP, no se ha descrito que se alimente como otras moscas de mielecilla, jugos de fruta o en heces de pájaros y por lo tanto la posibilidad real de que el insecticida-cebo actúe es mínima. Por otro lado, cuando el productor nota la presencia de este insecto en su plantación es debido al hallazgo de fruta dañada y el inicio de la infestación tiene varias semanas de haberse presentado. El monitoreo

de poblaciones de la MFP permitiría poner en aviso al productor para que intensifique las acciones de control que estén a su alcance.

Se ha visto que un sistema integral de control de moscas de la fruta, basado entre otras cosas, en un trapeo masivo, recolección de fruta, inspecciones fitosanitarias y liberación de insectos estériles, todo dentro de un esquema bien establecido de trabajo , da como resultado el control efectivo de insectos de interés comercial, esto es particularmente cierto para la mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata*, en EUA, México y Guatemala (Villaseñor, 1992).

Parte fundamental de este programa fue el desarrollo de una trampa y la obtención de un atrayente capaz de capturar un número representativo de insectos. Actualmente es posible la utilización de estímulos visuales y químicos para atraer a los insectos hacia trampas, las cuales utilizan atrayentes específicos y cuyo manejo es sencillo y seguro (Wall, 1989). Schwars et al., (1987) entre otras prioridades mencionan la necesidad de tener trampas mas eficientes y baratas, así como de nuevos y mas potentes, pero específicos atrayentes para moscas de la fruta.

La finalidad de este trabajo es conocer en forma cuantitativa la distribución espacial y temporal de la MFP, el daño producido en una plantación cuyo diseño y manejo pone a prueba las ideas de control por métodos no agresivos con el ambiente, conocer el patrón de actividades diarias de la MFP y proponer un esquema de manejo biorracional para esta plaga.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

II.1 OBJETIVOS

- 1) Conocer la distribución espacial y temporal del daño ocasionado por la mosca de la fruta de la papaya (MFP) en un huerto experimental.**
- 2) Conocer el comportamiento básico de la mosca de la fruta de la papaya en condiciones de campo.**
- 3) Evaluar la efectividad del uso de un cultivo trampa en el control de la MFP.**
- 4) Probar a nivel de campo, si la feromona sexual de la MFP y formulada en el Insect Attractans, Behavior and Basic Biology Research Laboratory. United States Department of Agriculture. (IABBBRL-USDA) es efectiva para atraer ambos sexos de la MFP.**
- 5) Probar diversos modelos de trampas (para capturar la MFP), basados en estímulos químicos (2,6 MVP) y visuales (color y formas diversas).**
- 6) Diseñar un sistema práctico de monitoreo y manejo biorracional de la MFP a nivel de huerto piloto.**

II.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO.

- ◆ **I** La presencia de vegetación nativa aledaña al huerto determina la distribución del daño ocasionado por la MFP.
- ◆ **Ia** La presencia de vegetación nativa aledaña al huerto no determina la distribución del daño ocasionado por la MFP.
- ◆ **II** La presencia de la feromona sexual de la MFP (2,6 MVP) en una trampa incrementa su eficiencia de captura.
- ◆ **Ila** La presencia de la feromona sexual de la MFP (2,6 MVP) en una trampa no incrementa su eficiencia de captura.

III ANTECEDENTES

III.1 GENERALIDADES SOBRE MOSCAS DE LA FRUTA

Las moscas de la fruta son organismos cosmopolitas. Su número es tal que prácticamente todas las frutas conocidas y/o las de interés comercial son atacadas por ellas. Dentro de las moscas de la fruta destacan los géneros, **Anastrepha**, **Ceratitis**, **Rhagoletis**, **Bactrocera** y **Toxotrypana** por su importancia económica; sin embargo, hay muchos otros géneros de interés por sus atributos biológicos: **Pseudodacus**, **Lucumaphila**, **Melanoma** y **Bepharoneura** entre otros (Gutiérrez, 1992; White y Elson-Harris, 1992).

La familia Tephritidae es una de las más grandes del orden Diptera, con alrededor de 4000 especies distribuidas en las regiones templadas y tropicales del mundo (Christenson y Foote, 1960). En el continente americano se conocen 104 géneros, de los cuales 80% son endémicos, entre los que destacan: **Anastrepha**, **Toxotrypana**, **Hexachaeta**, **Blepharoneura** y **Tomoplagia** (Hernández, 1992; Aluja, 1994).

III.2 BIOLOGÍA

La mayoría de las especies de las moscas de la fruta son especies multivoltinas. En términos generales, el ciclo biológico de estas moscas se inicia cuando la hembra, por medio del ovipositor, deposita sus huevecillos en un sustrato adecuado (generalmente alguna fruta; sin embargo, esto depende de los hábitos de cada especie). Las larvas salen del interior de los huevecillos y con sus ganchos faríngeos barrenan la pulpa o semillas de la fruta. Las larvas de algunas especies cuando enfrentan condiciones microclimáticas adversas, son capaces de viajar grandes distancias por medio de saltos. Las larvas maduras salen del hospedero (esto casi siempre coincide con la caída del fruto) y pupan dentro del suelo (en algunas ocasiones dentro del mismo fruto). El adulto emerge del pupario ayudado por el ptilinimum a través de una abertura circular en el extremo del pupario (Bateman, 1972; Aluja, 1993).

III.2.1 FACTORES DE MORTALIDAD EN MOSCAS DE LA FRUTA

La etapa de huevo es afectada principalmente por los aceites esenciales de la cáscara o por el pH del fruto (González y Tejada, 1979). Tejada (1992) menciona que el estado larval es el más estable en cuanto a factores de mortalidad, debido a la "protección" que el fruto ofrece; sin embargo, Aluja (1993) menciona la mortandad de larvas por el sobrecalentamiento de los frutos y su ataque por depredadores, enfermedades de tipo bacteriano y el parasitismo de larvas, prepupas y pupas, que en algunos casos llega al 80%. Thomas (1995) reporta la eficiencia de los depredadores del suelo sobre larvas del tercer estadio de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* (Loew), mencionando que aunque el período que pasa la larva antes de introducirse al suelo es relativamente largo, solamente son los estafilínidos (Coleoptera) los que buscan deliberadamente a las larvas. Este autor también observó que las hormigas y las arañas casi no ejercen acción sobre las pupas y adultos, solo la hormiga *Solenopsis geminata* (F.) ejerce un control efectivo sobre pupas y adultos recién emergidos. Kapatós (1987) menciona que en *Rhagoletis cerasi* (L.), la competencia interespecífica entre larvas fue uno de los principales factores de mortalidad.

En la etapa de pupa, Tejada (1992) menciona a la deshidratación como la principal causa de mortalidad de *Anastrepha* sp. y la anoxia de las pupas ocasionada por la saturación del suelo por agua es una forma importante de regulación poblacional (Aluja, 1993). Sobre este aspecto, Hennessey (1994), para *Anastrepha suspensa* (Loew), coincide con los anteriores autores en mencionar que la desecación es un factor muy importante en la mortalidad de las pupas, además de relacionar la textura del suelo y la humedad con la facilidad de la larva para "enterrarse" y pupar. Así mismo, menciona la relación directa entre textura, humedad y profundidad de pupación para esta mosca. Esta información y la generada para otras moscas tienen aspectos prácticos de relevancia, ya que se sabe a qué profundidad y en qué tipo de suelo se deben realizar muestreos para la obtención de pupas.

Los adultos son a su vez ocasionalmente atacados por depredadores como lagartijas, pájaros, etc. y su población puede verse disminuida drásticamente por epizootias

ocasionadas por *Serratia marcesens* (Aluja, 1993). Sin embargo, no hay trabajos específicos sobre la cuantificación de estos factores de mortalidad y tampoco se menciona el papel que juegan los organismos del suelo.

III.2.2 ESTUDIOS SOBRE COMPORTAMIENTO DE MOSCAS DE LA FRUTA

El estudio del comportamiento de las moscas de la fruta ha generado una gran cantidad de artículos. Dentro de las áreas con mayor número de trabajos están: forrajeo, cópula, oviposición y, a últimas fechas, el estudio del aprendizaje en insectos.

Según Aluja (1993), existen 5 grandes rubros en los que se puede dividir el comportamiento de las moscas de la fruta:

Alimentación

Actividad sexual

Oviposición

Movimiento (trivial y reposo)

Reposo

Sin embargo existe un repertorio más amplio de posibilidades que sirven para el estudio y análisis puntual de cada especie y cada comportamiento.

III.2.2.1 RESPUESTA DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA A DIFERENTES CEBOS

Los cebos usados han sido muchos, desde los de origen natural hasta los sintéticos. Dentro de los cebos naturales más empleados está la fermentación de soluciones azucaradas (McPhail, 1937), proteína hidrolizada (Steiner et al., 1961) e incluso el uso de feromonas de agregación, feromonas sexuales o atrayentes alimenticios (Landolt et al., 1992; Liquido et al., 1993; Robacker y Warfield, 1993; Duan y Prokopy, 1995; Epsky et al., 1995; Robacker y Flath, 1995; Robacker, 1995).

La proteína hidrolizada se considera el atrayente universal para moscas de la fruta, sin embargo *Toxotrypana curvicauda* no responde a este estímulo (Landolt, 1984a). Otro tipo de atrayentes, los derivados del amonio, han sido reportados desde hace más de 35 años (Baker et al., 1944). También se han probado volátiles de origen bacteriano (Robacker y Flath, 1995), olores de frutos (Robacker y Moreno, 1990), hidrolizados de maíz (Epsky et al., 1994, Heath et al., 1994) y orina humana, como fuente de nitrógeno (Hedström, 1988; Piñero, 1995).

Dentro de los cebos sintéticos existe una amplia gama de posibilidades. Dos de los atrayentes de machos más efectivos y de más amplio rango de acción son el metil-eugenol y el cuelure (Cunningham, 1989a). El primero ha sido reportado como atrayente de *Bactrocera zonata* (*Dacus zonatus*) (Saunders), *B. dorsalis* (*D. dorsalis*) (Hendel), *B. correcta* (*D. correctus*) (Bezzi) y *B. diversa* (*D. diversus*) (Coquillet). Drew y Hooper (1981) mencionan 39 especies más que responden a esta molécula. El cuelure ha sido reportado como atractivo para *B. cucurbitae* (*D. cucurbitae*) (Coquillet), *B. tryoni* (*D. tryoni*) (Froggatt), *B. ochrosiae* (*D. ochrosiae*) (Malloch), *B. scutellata* (*Zeugodacus scutellatus*) (Hendel), *B. ishigakiensis* (*Zeugodacus ishigakiensis*) (Shiraki). Drew y Hooper (1981), nombran 88 especies mas.

El descubrimiento del Siglure y su posterior modificación química al medlure y al trimedlure ha permitido un avance sustancial en la captura de machos de *Ceratitis capitata* (Wiedemann), la mosca del mediterráneo (Cunningham, 1989a).

El uso de los atrayentes sexuales como cebo se ha encontrado con varias dificultades, a saber: el aislamiento, identificación y síntesis de un sistema de feromonas, este es el caso de *B. oleae* (*D. oleae*) (Gmlin) (Mazomenos, 1989), *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Jones, 1989), *Rhagoletis pomonella* (Walsh) y *R. cerasi* (Katsoyannos, 1989).

III.2.2.2 RESPUESTA DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA A DIFERENTES COLORES Y FORMAS

El comportamiento de las moscas a diferentes colores depende de aspectos intrínsecos de las mismas. El tono del color usado, la intensidad del mismo y el contraste son variables que se deben considerar en el diseño de la trampa. Parece ser que las moscas de la fruta son atraídas preferentemente hacia colores que semejan la planta hospedera o alimento y que las formas más atractivas son aquellas que semejan la forma del fruto hospedero; sin embargo, la respuesta puede variar dependiendo de la especie de que se trate (Economopoulos, 1989).

En algunos casos, como para *R. cerasi*, la atracción visual puede ser más poderosa que la olfatoria; por otro lado, en especies tropicales se ha observado que la atracción olfatoria es más poderosa que la visual (Economopoulos, 1989). El estudio realizado por Aluja y Prokopy (1993) con *R. pomonella*, muestra claramente la relación color-olor-comportamiento, ya que cuando el estímulo visual es fuerte, la presencia del atrayente no aumenta la probabilidad de que una fruta sea encontrada; y si el estímulo visual es débil, la presencia del atrayente ayuda a las moscas a encontrar la fruta. Debido a esto, las trampas con estímulo visual (color y forma) pueden ser elementos valiosos para operaciones de control. Una ventaja de éstas últimas es que son poco afectadas por factores abióticos como humedad y temperatura, además de atraer a ambos sexos y dar una idea más precisa de la población en el área cercana (Economopoulos, 1989).

III.2.2.3 RESPUESTA DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA A DIFERENTES TIPOS DE TRAMPAS

Muchos estudios se han llevado a cabo para evaluar la eficiencia de trampas y cebos para capturar algún tipo de insecto, el diseño de las trampas ha sido muy variado al igual que los cebos empleados. Las trampas basadas en forma o color han sido muy estudiadas y en

algunos casos ya se usan comercialmente. Las más conocidas son la McPhail, Steiner, Delta, Jackson, Nadel, Harris, Tablero, Boller, entre otras (Aluja, 1993).

Las trampas pueden ser selectivas; si su forma tiene un significado especial para el insecto objetivo, así que las trampas en forma de fruta son más atractivas para las moscas de la fruta, que para insectos benéficos. La especificidad puede ser mayor si se agrega un olor específico a la trampa (v.g. feromona sexual, olor a alimento, etc.). Los cebos olorosos aumentan la distancia de atracción y reducen la cantidad de trampas requeridas para un efecto de control (Economopoulos, 1989). Uno de los primeros intentos de utilizar un atrayente sexual, en este caso los órganos reproductores de una hembra de *Lymantria dispar* (L.), se remonta hasta 1932 (Muirhead-Thompson, 1991). Chambers (1990) menciona que se han obtenido muy buenos resultados al usar feromonas y atrayentes alimenticios en trampas para insectos de granos almacenados y Lanier (1990) menciona lo mismo para lepidópteros. Pinniger (1990) coincide con Chambers (1990) en señalar que son tres las principales ventajas del uso de esta herramienta:

- ◆ Detección temprana de insectos.
- ◆ Monitoreo de poblaciones.
- ◆ Métodos alternativos de control, como el trameo masivo.

El diseño de la trampa puede propiciar que los insectos queden atrapados dentro de la misma; sin embargo, para que el insecto llegue a esa trampa, debe ser atraído a las inmediaciones de ella. En un ambiente abierto, la liberación y emanación de volátiles genera un gradiente de concentración del atrayente, que el insecto detecta y sigue hasta llegar al punto de máxima concentración donde es capturado; sin embargo, este gradiente puede no presentarse debido a fuentes naturales que se encuentren cerca de la trampa. La respuesta hacia una trampa puede deberse al sinergismo entre una feromona y un atrayente alimenticio (Pinniger, 1990). Según Murlis (1992), los olores se dispersan por medio de "plumas" de olor, que forman un gradiente de concentración; la forma de estas "plumas" está influenciada por las corrientes de aire, la forma del mecanismo liberador y en algunas ocasiones por la

forma de las trampas donde se encuentran estas mechas de olor. Muchos insectos tienen un comportamiento que les permite detectar y seguir esas "plumas" para encontrar pareja o algún tipo de recurso.

El desarrollo de cebos alimenticios debe estar basado en el conocimiento de las respuestas de los insectos a la fuente de atracción, la trampa y el ambiente. Esto también requiere de un gran conocimiento de las sustancias volátiles y su distribución. La evaluación de las trampas de feromonas o de atrayentes alimenticios nos llevan a concluir que los dos elementos son importantes en el desarrollo de una estrategia de trapeo (Chambers, 1990; Pinniger, 1990). Una de las ventajas importantes de las trampas alimenticias sobre la de feromonas, es el hecho de que estas últimas deben tener todos los componentes de la feromona, esto sucede en las trampas para *Orizaephilus surinamensis* (L.) (Stubbs et al., 1985). El Cuadro 3 muestra una comparación entre el uso de trampas con feromonas y atrayentes alimenticios.

CUADRO 3. COMPARACIÓN ENTRE EL USO DE TRAMPAS CON FEROMONAS Y ATRAYENTES ALIMENTICIOS

ATRAYENTES ALIMENTICIOS	FEROMONAS
Respuesta de los dos sexos	Respuesta de 1 sexo en algunas especies
Multiespecífico	Generalmente específico
Poco efectivo en presencia de alimento	Potente, puede ser aumentado por alimento
Puede atraer larvas y adultos	Sólo atrae adultos
Compuestos químicos simples, baratos	Compuestos químicos complejos y caros
Puede aumentar la respuesta a la feromona	Puede ser inefectivo en presencia de alimento

Fuente: Pinniger (1990)

Así como las trampas son una herramienta útil, éstas tienen aspectos negativos dependiendo de su diseño y especificidad. Las trampas pegajosas capturan muchos insectos no deseados y por su naturaleza, en épocas de viento, mucha basura se adhiere a ellas; esto

último da como resultado la disminución del área efectiva y por lo tanto de su eficiencia. Muchos de los pegamentos usados son difíciles de manejar. Además las trampas construidas con papel pegajoso son fuertemente afectadas por la humedad y la lluvia (Muirhead-Thompson, 1991). El uso de insecticidas de liberación prolongada, resistentes al agua y a la descomposición, pueden generar resistencia, sobre todo si se usa en un programa masivo de trampeo, además de eliminar muchos insectos sobre los cuales no se quiere ejercer atracción (Economopoulos, 1989).

Finch (1986) menciona la necesidad de tomar en cuenta algunos aspectos sobre el diseño de la trampas a ser usadas para monitorear, detectar o combatir a un organismo. Dentro de estos aspectos tenemos la forma, el tamaño, altura, dirección con respecto al viento, posición en el terreno o cultivo, así como su ubicación con respecto a posibles hospederos. Un trabajo realizado por Aluja et al. (1989) con tres especies de *Anastrepha* (*A. ludens*, *A. obliqua* (Macquart) y *A. serpentina* (Wiedemann)) muestra claramente que el comportamiento de las diferentes especies es factor determinante para la eficiencia de una trampa, ya que del 100% de moscas que fueron atraídas a trampas McPhail cebadas con proteína hidrolizada y se posaron sobre la misma, sólo el 31% de ellas fueron capturadas por la trampa, así mismo se obtuvieron más capturas a una altura de 5 metros (57.5% del total) que a 3 ó 8 metros.

III.3 ESTUDIOS DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE MOSCAS DE LA FRUTA

Conocer la fluctuación y distribución poblacional en determinado tiempo y espacio son dos factores clave para tener éxito al planear estrategias de combate. Estas dos acciones están influenciadas fuertemente por el comportamiento de desplazamiento de los individuos (Enkerlin, 1992).

Según Aluja (1993a), existen dos tipos de movimientos: 1) Triviales: propios de individuos que se encuentran en ambientes que presentan condiciones bióticas y abióticas favorables, estos movimientos están asociados con el comportamiento de forrajeo, cortejo,

oviposición, etc. y 2) Migratorios: provocan el desplazamiento o migración masiva a otros ambientes favorables y está relacionada directamente con la fisiología del individuo. Este mismo autor menciona que el mayor esfuerzo para estudiar el movimiento de los tefritidos se centra en 5 aspectos:

- ◆ El género **Bactrocera (Dacus)** (en especial **B. cucurbitae, oleae, dorsalis** y **tryoni**) es el más estudiado.
- ◆ El 25% de los trabajos sobre movimientos poblacional de estas moscas emplea el método de marca y recaptura.
- ◆ Los estudios en su mayoría son referidos a la técnica del Insecto Estéril.
- ◆ Pocos intentos se han realizado para cuantificar los patrones espaciales y los movimientos triviales en el campo o para identificar sus causas.
- ◆ Prácticamente no existe información sobre movimiento larval.

El movimiento de los tefritidos se ve influenciado y determinado por varios aspectos, a saber: historia de vida, estado fisiológico del insecto (hambre, sed, etc.), experiencias previas, sexo, forma del cuerpo, y factores abióticos (temperatura, humedad, presión atmosférica, vientos, etc.) (Aluja, 1993a, Vargas et al., 1989).

Se ha realizado un gran esfuerzo por conocer la distribución espacial y temporal de algunas moscas de la fruta. Sin embargo, casi todas los estudios se refieren a la distribución espacial dentro de un área o zona geográfica bien definida (Wong et al., 1982; Wong et al., 1983; Vargas et al., 1983 y 1983a; Wong et al., 1985; Romstöck-Völkl y Wissel, 1989; Frías et al., 1993) y muy pocos se refieren al estudio del movimiento dentro de las plantaciones o el hospedero (Baker et al., 1986; Vargas et al., 1989; Aluja y Birke, 1993; Celedonio-Hurtado et al., 1995 ; Aluja et al., 1996).

La ausencia de substratos de oviposición puede provocar un desplazamiento hacia otros lugares; esto es cierto para **Anastrepha ludens** (Loew), cuando su hospedero natural el "chapote amarillo" (**Sargentia greggi** S. Watts.) no presenta frutos, lo que provoca que

se desplace a huertas comerciales de naranja (*Citrus sinensis* Osb) (Enkerlin y Enkerlin, 1988 ; Aluja 1993).

III.4 CONTROL DE MOSCAS DE LA FRUTA

El control de las moscas de la fruta ha sido tema de interés por mucho tiempo. La forma de afrontar este problema es complejo y actualmente se hace uso del concepto de manejo integrado de plagas (MIP). Este concepto se puede definir como la selección inteligente y la subsecuente aplicación de controles para las plagas, que generen las consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas deseadas. Las tácticas de control de plagas incluyen la vigilancia del aumento de las mismas, el uso atinado de un pesticida o la certeza de que no se requiere acción alguna (Metcalf y Luckman, 1990).

Apple et al. (1979) enumeran los componentes del manejo integrado de plagas (MIP) en agricultura como sigue: 1) Identifique las plagas que va a manejar en el sistema de producción, 2) Defina la unidad de manejo, 3) Desarrolle la estrategia de manejo de plagas, 4) Desarrolle técnicas confiables de supervisión, 5) Establezca umbrales económicos y 6) Diseñe modelos descriptivos y de pronóstico.

En el caso de las moscas de la fruta se han buscado alternativas (solas o combinadas) para su control. Por ejemplo, se han empleado trampas para monitorear o suprimir poblaciones, aplicación a gran escala de cebos envenenados, tratamientos postcosecha, liberación de insectos estériles, aniquilación de machos, liberación de parasitoides, uso de hongos y empleo de depredadores. En la actualidad se experimentan nuevas alternativas como el uso de reguladores de crecimientos de insectos, insecticidas microbianos, el uso de feromonas de marcaje del hospedero, desarrollo de mejores y más potentes atrayentes y trampas, técnicas de confusión del apareamiento, uso del concepto de zona o periodo libre de moscas, el uso de trampas en las orillas de las plantaciones, manipulación del hábitat, etc. Las ideas anteriores expresadas por Aluja (1996) son las más actuales para afrontar el problema del manejo de las moscas de la fruta , menciona las áreas que a su juicio se deben

desarrollar para lograr un manejo biorracional de estas moscas y concluye que en los organismos donde se conoce mejor su biología, los métodos antes descritos tienen mayor posibilidad de éxito.

La lucha biológica contra las moscas de la fruta, se ha centrado en la introducción y liberación de parasitoides entre los que destacan **Diaschamimorpha tryoni** (Cameron) que parasita la mosca del mediterráneo **Ceratitis capitata** (Wiedemann); **Psytallia concolor** (Szépligeti) que parasita a **Bactrocera (Dacus) oleae**, **P. flecheri** (Silvestri) que parasita a **B. cucurbitae**, los parasitoides **Diachasmimorpha longicaudata** (Ashmead), **Bioteres vandenboschi** (Fullaway) y **Psytallia incisi** (Silvestri) dieron muy buenos resultados para el control de la mosca oriental de la fruta **Bactrocera (Dacus) dorsalis** en Hawaii (Wharton, 1987).

Una práctica tan sencilla como el retiro de los frutos agusanados de las plantaciones y su destrucción, ha dado buenos resultados para disminuir la incidencia de daños en plantaciones de papaya (Liquido, 1993). Aunque este trabajo se haya realizado con la mosca oriental de la fruta **Bactrocera (Dacus) dorsalis**, es una práctica que puede formar parte de un manejo integrado de otras especies de moscas de la fruta.

El control químico de las moscas de la fruta se ha basado en el uso de un insecticida aunado a un atrayente alimenticio. El insecticida-cebo resulta mucho más efectivo, tiende a ser específico para las moscas de la fruta y además es un método para reducir los costos y la cantidad de ingrediente activo utilizado (Aluja, 1993).

Debido a la alta susceptibilidad que muestran las moscas de la fruta a los diferentes insectidas, se opta por un insecticida que sea barato y tenga una DL_{50} alta, como el malathión. Este insecticida es el recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) por ser el más seguro para el hombre y el ambiente (Aluja, 1993).

El trapeo masivo de un insecto es una alternativa para eliminar del sistema una gran cantidad de organismos. Esta medida se dirige hacia el control de adultos. La idea de este método de control es capturar el mayor número posible de insectos y bajar su nivel poblacional por debajo del umbral económico. Este método está limitado a insectos con un patrón conductual específico y que respondan fuertemente a los atrayentes (Bakke y Lie, 1989).

El sistema de trapeo masivo depende de 5 aspectos básicos (Lanier, 1990):

- 1. Obtención de cebos sintéticos idénticos en estructura a las fuentes naturales de olor.**
- 2. Aumento de la relación entre respuesta del insecto y el cebo o estímulo.**
- 3. Cuando el estado que se elimina es el que produce el daño, entonces el porcentaje de reducción del mismo es directamente proporcional a la población afectada.**
- 4. En especies polígamas, las sustancias que atraigan hembras producen mayor impacto en la población.**
- 5. La proporción de la población afectada por el atrayente y su área de influencia aumenta con la cantidad de estímulo liberado, pero la atracción de un individuo (umbral de respuesta), hacia ese estímulo disminuye al aumentar la cantidad del mismo.**

Una gran ventaja de este tipo de método de control es la facilidad de uso, sus bajos costos de mantenimiento y que personal no calificado puede trabajar con el sin ningún problema (Wall, 1989). La adopción de este tipo de método de control debe basarse en las características de los sistemas agrícolas de cada país o región (Hebblethwaite, 1989) y su eficiencia depende del insecto a controlar y la competitividad del cebo en el medio ambiente (Lanier, 1990). Finalmente deseo mencionar que el control de las moscas de la fruta es un trabajo que implica varias acciones dentro de diferentes tipos de control como:

**Control Cultural
Técnica del Insecto Estéril (TIE)
Control Químico
Liberación de parasitoides
y/o enemigos naturales.**

**Control Biológico
Trapeo masivo
Tratamiento postcosecha
Control Legal**

El control legal se refiere a la observancia de cuarentenas y a una serie de requisitos que es necesario cumplir antes de mover o comercializar algún tipo de fruta. Este tipo de control está sustentado en la Ley Federal de Sanidad Vegetal y en los convenios internacionales que sobre fitosanidad tiene suscrito nuestro gobierno.

III.5. ASPECTOS BÁSICOS SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA DE LA PAPAYA (MFP)

III.5.1 TAXONOMÍA

Según Borrer et al., (1978), la posición taxonómica de la mosca de la fruta de la papaya es la siguiente:

CLASE	INSECTA
SUBCLASE	PTÉRYGOTA
DIVISIÓN	ENDOPTERYGOTA
ORDEN	DIPTERA
SUBORDEN	CYCLORRHAPHA
FAMILIA	TEPHRITIDAE
GENERO	<i>Toxotrypana</i>
ESPECIE	<i>T. curvicauda</i> (Bigots)

III. 5. 2 Generalidades sobre *Toxotrypana curvicauda*

T. curvicauda, la mosca de la fruta de la papaya (MFP), es una de las siete especies de este género. Fue clasificada como *Mikimyia furcifera* Bigots, que actualmente es sinónimo de *Toxotrypana*. La mosca *T. australis* Blanchard ataca las vainas de una maleza de la familia Asclepiadaceae (White y Elson-Harris, 1992). En 1993, Tigrero describió a *Toxotrypana recurcauda* n. sp. en Ecuador.

La MFP se ha reportado en México, Estados Unidos de Norteamérica, Belice, Centro y Sudamérica y el Caribe (Eskafi y Cunningham, 1987; Gutiérrez, 1992; O'Doherty y Link, 1993).

III.5.3 BIOLOGÍA

Los primeros datos sobre aspectos de la biología de *Toxotrypana curvicauda*, fueron los de Knap y Yothers (1914) y los de Mason (1922). Su ciclo de vida es el típico de esta familia ; sus huevecillos son alargados y fusiformes y las larvas del primer estadio se alimentan de las semillas de la papaya mientras que los estadios segundo y tercero lo hacen de la pulpa (Knap y Yothers, 1914; Mason, 1922; Landolt, 1985; Peña et al., 1986). Las larvas del primer estadio penetran las semillas por la región microcapilar o al perforar la sarcotesta y sólo se alimentan del endospermo gelatinoso o de la testa (Peña et al., 1986a).

Según Mason (1922), las larvas emergen de los 12 a 14 días y según Castrejón (1987), entre 4 y 6 días. Las larvas se desarrollan entre 10 y 27 días (promedio 15 días) (Mason, 1922). Las larvas salen de la fruta y pupan en el suelo de donde emergen después de 21.7 días en promedio (Castrejón, 1987). Las moscas hembras presentan una período precopulatorio de 6 días, mientras que los machos al emerger están dispuestos a la cópula (Landolt, 1984).

Hasta hace poco se consideraba a esta mosca como específica de la papaya; sin embargo, ya en 1944 Baker et al. mencionaron una planta conocida como "talayote" o "pancololote" como probable hospedero. En 1987, Castrejón reportó infestaciones de esta mosca en "Bonete" o "Cuaguayote", *Leucopremma mexicana* A.DC. (= *Jacaratia mexicana*, Caricaceae) y para 1991, Castrejón y Camino reportan a *Gonolobus sorodius* A. Gray (Asclepiadaceae), que muy probablemente sea el talayote mencionado por Baker et al. (1944), y Leyva (1992) en el noreste de México reporta a *Gonolobus niger* (Cav) R. Br. El reporte más reciente de otro hospedero, es el de *Morrenia odorata* Lindl. (Asclepiadaceae), que parece ser un hospedero alternante para la MFP en Florida (Landolt,

1994). Una característica común en todas estas plantas es la presencia de látex en los frutos. Existe un trabajo de Gray (1952) donde reporta la infestación de un fruto de mango por esta mosca; sin embargo, él mismo sugiere que la oviposición fue resultado de una fuerte presión ejercida sobre la población al no tener algún fruto disponible de su hospedero natural, por lo que no considera que esta mosca pueda convertirse en una plaga del mango.

III.5.3.1 IDENTIFICACIÓN DE LA FEROMONA SEXUAL DE LA MFP

El macho de *Toxotrypana curvicauda*, libera una feromona sexual, la 2 metil-6-vinil pirazina o 2,6 MVP (Chuman et al., 1987), que según Landolt y Hendrichs (1983) y Castrejón (1987), se libera cuando el macho expande las pleuras abdominales (comportamiento de "llamado" según Aluja, 1993). Castrejón (1994) describe que las glándulas salivales de los machos presentan una porción abdominal que las hembras no presentan y que el análisis cromatográfico de extractos crudos en hexano de la porción abdominal de las glándulas salivales, sugiere la presencia en ellas de la feromona sexual de esta mosca, por lo que parece que se confirma el hecho de la liberación de la feromona en el comportamiento de "llamado" de la mosca.

III.5.4 ESTUDIOS SOBRE COMPORTAMIENTO

El estudio del comportamiento de esta mosca ha sido abordado desde los primeros trabajos de Knap y Yothers (1914) y Mason (1922). El estudio se ha enfocado al aspecto reproductivo (cortejo, cópula y respuesta a feromona sexual), a la dinámica de actividad y al papel que juega el aspecto visual del reconocimiento de frutos hospederos.

El cortejo y cópula de este insecto ha sido estudiado por Knap y Yothers (1914), Mason (1922), Landolt y Hendrichs (1983), Landolt (1984), Sivinski y Webb (1985), Peña et al. (1986), Castrejón (1987) y Landolt y Heath (1988).

De manera general estos comportamientos se realizan de la siguiente forma: Los machos a los pocos días de emerger se colocan sobre un fruto verde de papaya, iniciando el "llamado" (expansión de pleuras abdominales) (Landolt y Hendrichs, 1983), posteriormente arriba una hembra madura sexualmente (mas de seis días de edad) y empieza el cortejo, el cual consiste en desplazamientos (caminar), movimientos de abdomen, alas, vuelo (Landolt et al., 1985) y la emisión de sonido (Sivinsky y Webb, 1985).

La cópula se presenta generalmente a medio día y se da cuando el macho se monta sobre la hembra, ésta y el macho pueden desplazarse en cópula e incluso volar. Landolt (1993) sugiere que el mayor porcentaje de cópulas se da en plantas no hospederas. Se consideraba que las hembras de ésta mosca sólo se apareaban una vez (Landolt y Hendrichs, 1983); sin embargo, los trabajos de Landolt y Heath (1988 y 1990) sugieren que puede existir una segunda cópula. En 1994, Landolt reporta que en condiciones de laboratorio, la MFP puede copular más de una vez si existe un sustrato de oviposición y que las hembras confinadas con machos y sustrato de oviposición se aparearon por segunda vez en un 72%. Los machos tienden a copular 3 veces más que las hembras.

La oviposición se da cuando la hembra inserta su ovipositor en un fruto. La oviposición puede durar de 10 minutos hasta 2 horas. No todas las inserciones del ovipositor en el fruto implica el depósito de huevecillos. El comportamiento de oviposición ha sido documentado por Landolt y Reed (1990).

Este comportamiento (cópula y cortejo) está mediado por la feromona sexual y alguna o algunas sustancias volátiles del fruto (Landolt, 1984; Landolt et al., 1985; Landolt y Heath, 1988). Tanto hembras como machos son atraídos por la feromona sexual, así mismo hembras vírgenes y grávidas responden a ella. Machos enjaulados y puestos dentro de un túnel de viento provocaron atracción hacia hembras. En pruebas de laboratorio para evaluar la feromona sexual, el intervalo óptimo de respuesta se presentó a una concentración de 0.1 y 1 µg , un macho libera 63 ng/h (Chuman, et al., 1987). La respuesta a la feromona sólo se presenta después de 5 días de edad de las hembras y no cambia con la longevidad. En

condiciones de campo, (Landolt y Heath, 1990) reportan que las hembras, grávidas son atraídas por la feromona a valores relativamente altos de 12 y 20 Meq (equivalente de macho).

Por lo que corresponde a los volátiles del fruto, Landolt et al. (1992) mencionan que las hembras vírgenes no son atraídas a extractos de papaya ; sin embargo, al probar el extracto con feromona, la respuesta de este tipo de hembras aumentó grandemente. Lo anterior, probablemente se deba a un posible efecto aditivo o sinérgico. Este efecto no se observó en hembras grávidas donde la respuesta al extracto y feromona no fue diferente. Finalmente, estos autores sugieren que las hembras localizan al hospedero por la presencia de la feromona sexual (liberada por los machos) y los volátiles del fruto.

El patrón de actividad diario de las moscas de ambos sexos se realiza durante la mayor parte de las horas con luz, con un desplazamiento hacia las horas de la tarde. Las moscas se desplazan de la plantación hacia la vegetación al atardecer. La mayoría de las moscas fueron observadas en o muy cerca de la fruta. El 76% de las moscas con movimiento de alas se encontraron en las frutas (Landolt y Hendrichs, 1983). En Costa Rica, la oviposición se da desde las 8:00 hasta las 16:00 hrs, siendo mayor a las 10:00 hrs. y el apareamiento se da entre las 10:00 y las 12:00 hrs. En Florida, la oviposición fue observada desde las 9:00 hasta las 17:00hrs. El apareamiento de las 15:00 a las 17:00 hrs. siendo esta última hora la de mayor actividad (Landolt et al., 1991).

III.5.4.1 ESTUDIOS SOBRE ATRACCIÓN A CEBOS NATURALES

Sharp y Landolt (1984) y Landolt (1984a) informan que a diferencia de la mayoría de las moscas de la fruta, la MFP no es atraída por proteína hidrolizada, por lo que su captura en trampas McPhail es poco frecuente. Castrejón et al. (1993) informan de capturas de este insecto en trampas Macphail usando como cebo fruta de piña molida o "piloncillo" (azúcares no refinados) y mencionan que el mayor número de capturas (75%) se obtuvo en piloncillo y el resto en piña molida; en ambos casos, la relación sexual fue de 1:1. Ambos atrayentes

capturaron insectos del tercer al décimo día y las capturas se efectuaron entre las 11:00 y las 17:00 hrs.

III.5.4.2 ESTUDIOS SOBRE TRAMPEO

Las técnicas clásicas de control de moscas de la fruta incluyen una detección por medio de trampas McPhail (en la mayoría de los casos) o algún otro tipo de trampa. La característica de la MFP, de no ser atraída por proteína hidrolizada hace que su captura en trampas con este tipo de atrayente sea mas que ocasional. Landolt et al. (1988) proponen un sistema de trapeo para la MFP, con una trampa de forma esférica cebada con la feromona sexual (2,6, metilvinilpirazina). Castrejón et al. (1993) trabajando en el estado de Morelos, México, mencionan la captura de la MFP en trampas McPhail usando piña molida y piloncillo como cebo.

La trampa esférica con feromona sexual propuesta por Landolt et al. en 1988 fue probada en condiciones de campo por Landolt y Heath en 1990 quienes mencionan que es factible el uso de esta trampa en un sistema de trapeo masivo. Para 1991, Landolt et al. encontraron que las mayores capturas se obtuvieron al liberar feromona sexual a razón de 1.06 $\mu\text{g/h}$ para hembras y 0.32 $\mu\text{g/h}$ para machos, y que las trampas sin feromona capturaron significativamente menos moscas.

III.5.4.3 ESTUDIOS SOBRE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Desde 1986, Aluja y Liedo mencionaron que para varias especies de moscas, entre ellas la MFP, existe información para suponer que estas moscas pasan la mayor parte del día en la vegetación adyacente a las plantaciones y sólo penetran en ellas donde permanecen un corto periodo de tiempo. Basándose en esta información, los autores antes citados proponen el uso de un cultivo trampa para interceptar a las moscas en su desplazamiento de la vegetación nativa hacia las plantaciones. En 1987, Castrejón reporta que el mayor número de MFP fueron observadas en las orillas de una plantación experimental de papaya en el

estado de Morelos, México. Se ha propuesto el uso de trampas en los bordes de las plantaciones para disminuir el daño por moscas de la fruta (Prokopy et al., 1990). Un esquema parecido fue el que usaron Andrade et al. (1994) para el control del virus de la mancha anular del papayo en Veracruz, México, ya que sembraron dos hileras de maíz (*Zea mays* L.) y dos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) alrededor de la plantación de papaya a manera de barrera logrando aumentar en un 191% el rendimiento y en un 197% el ingreso neto comparado con una huerta con manejo tradicional.

III.5.5 CONTROL DE LA MFP

Desde los primeros trabajos realizados con esta mosca se han propuesto medidas de control, basadas en el uso de plaguicidas y a últimas fechas en el uso de trampas con feromona.

Knab y Yothers (1914) menciona que la única forma de control de esta mosca es el desarrollo de variedades con pulpa gruesa y maduración lenta, así como la erradicación de papayas silvestres. Mason (1922) menciona que el mejor sistema de control de esta mosca es el embolsado de frutos; sin embargo, a grandes escalas implica mucha mano de obra, ya que es necesario el cambio de las bolsa con el tiempo y sugiere el uso de un cebo envenenado (mezcla de arsenito de sodio y una solución de azúcar morena), sin embargo resulta fitotóxico por lo que su uso es muy restringido. Wolfenbarger (1962) propuso nuevamente el uso de barreras mecánicas (embolsado y uso de paneles en forma de "cucurucho" alrededor de la fruta) y la aspersión de un plaguicida (DDT).

Landolt (1984), retoma nuevamente la idea de desarrollar variedades con pulpa más gruesa, variedades que no pierdan su capacidad de producir sustancias tóxicas como respuesta a la presencia de larvas y recomienda el estudio detallado de las actividades de la MFP en el tiempo y espacio y concluyendo que el esfuerzo de control debe ser enfatizado a las zonas de mayor daño.

En cuanto al control químico, Laurence (1975) y Quezada en 1980 mencionan que varios insecticidas como el Rogor L-40 C.E. y Lebaycid 50% C.E. dieron buenos resultados al aplicarse a intervalos de 8 días durante el desarrollo de frutos. Esta práctica, según el último autor mencionado, obliga a un uso perenne de los insecticidas debido a la continua producción de flores y frutos y menciona que las "bolsas matadoras" (bolsa de yute rellena de aserrín e impregnadas con proteína hidrolizada, melaza y un insecticida) pueden ser una opción a investigar.

De manera general se ha propuesto el uso de cebos envenados para el control de ésta mosca al igual que para otros géneros así como, la recolección de la fruta dañada y su quema o enterramiento (Aluja, 1993).

III.6 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DE LA PAPAYA

Este frutal necesita suelos ligeros, permeables y ricos en materia orgánica, pero pueden tolerar casi cualquier clase de suelo siempre y cuando no esté mal drenado ni demasiado seco. Las raíces de las papayas son sensibles al agua estancada, siendo fatal su inmersión por 48 horas; por otra parte, el riego es necesario durante los periodos de sequía. En los trópicos la producción de comercial de fruta de alta calidad, se encuentra en aquellas plantaciones que están abajo de 1,000 msnm. (Ochse, et al. 1982).

El establecimiento de una plantación de papaya empieza con la implementación de un vivero donde se siembra de 3 a 4 semillas por recipiente. Se requieren de 3 a 4 semanas para la germinación y tan pronto tengan de 3 a 4 hojas se les puede transplantar al terreno. Al presentarse la floración, se realiza el aclareo o "desmache", el cual consiste en dejar una planta por cepa y entre el 5 y 10% de machos distribuidos homogéneamente en la plantación. Bajo condiciones normales los primeros cortes de fruta pueden empezar aproximadamente 12 meses después de que las semillas fueron sembradas. La producción de flor y su fructificación es continua pudiendo durar 8 o 10 años; Sin embargo crecen tan alto y producen tan poca fruta, que la práctica comercial consiste en resembrar cada 2 o 4 años.

Si son para venta, los frutos no pueden ser dejar en el árbol hasta que estén plenamente maduros ya que son muy susceptibles a magulladuras durante su manejo y transporte (Ochse et al. 1982).

III.6.1 SUSCEPTIBILIDAD DE VARIEDADES AL ATAQUE DE LA MFP

Samaniego (1995), para el sur del estado de Sonora, evaluó ocho variedades de papaya, en cuanto a rendimiento, precocidad, gustocidad y apariencia, siendo las mejores la Hawai 2k, Hawai 509 Hawai 510 y Hawai 515. Sin embargo, Aluja et al. (1994) mencionan que las infestaciones por MFP en este tipo de papaya para el estado de Morelos, México, pueden ser muy altas (del 35.6% al 74.6% de infestación global) y que prácticamente todos los árboles tienen al menos un fruto picado. Estos autores sugieren utilizar esta variedad como cultivo trampa.

IV MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Interacciones Bioquímicas entre Plantas-Insectos del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del I.P.N. Algunos estudios puntuales se llevaron a cabo en laboratorio de Moscas de la Fruta del Instituto de Ecología A. C.

IV. 1 Localidad de estudio.

El presente trabajo se llevó a cabo en terrenos del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del I.P.N. ubicado a orillas del Río Yautepec en San Isidro (Yautepec), Morelos, México, a 19° 10' latitud N y 99° 05' longitud W. Este lugar presenta un clima (A) C (w'''), (w) a (e) g, semicálido húmedo, temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura del mes más caliente de 22 °C y antes de junio, lluvias de verano y dos estaciones lluviosas separadas por una sequía corta en verano y una larga en invierno, lluvias de invierno menores del 5%, oscilación térmica entre 7 y 14 °C (Fig. 1) (García, 1981).

La vegetación nativa en la colina adyacente al huerto experimental se clasifica como selva baja caducifolia con especies como *Stemmadenia obovata* (H & A.) K. Schuman, *Ceiba aesculifolia* (H.B.K.) Britt & Baker, *Thevetia* sp., *Amphipterygium adstrinsgens* Schiede ex Schlent., *Psidium guajava* L., *Gonolobus sorodius* A. Gray, *Serjania schiedeana* Schlecht., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Verbesina* sp., *Bursera schlechtendalii* Engl., *Dioscorea* sp., *Ficus* sp., *Ipomea arborescens* (Hum. F. Bonpl) Don., *I. praecana* House, *I. purpurea* (L.) Roth, *Jacaratia mexicana* A.D.C. (según D. Martínez, Lab. Botánica, Univ. Auton. Edo. de Morelos, comunicación personal; Soria, 1985).

IV. 2 Diseño, establecimiento y cuidado de los huertos experimentales.

Se sembraron dos huertos de papaya (*Carica papaya*) var. cera amarilla (cera chichona). El primero constó de 6 lotes experimentales de 10 x 18 plantas cada uno,

sembradas a 2.5 m. cada una. Cada lote constó de un cultivo trampa (dos hileras de papaya), una zona de 10 m y un lote "comercial". La Figura 2 muestra un esquema de la ubicación y orientación de los lotes. La extensión total del huerto experimental fue de 9,250 m² (Fig. 2A).

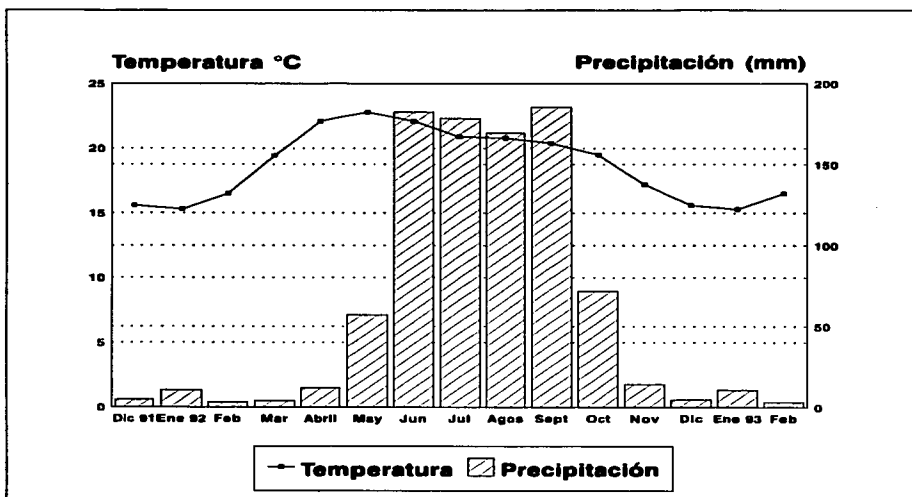


Figura 1. Temperatura y precipitación media en San Isidro, Yauatepec, Morelos (García, 1981).

La semilla se adquirió en Paso Mariano y Paso de Ovejas, Veracruz, y se sembró en bolsas negras de 2 litros de capacidad a razón de tres semillas por bolsa. La tierra utilizada para la germinación de la plántula fue una mezcla de arena con tierra local esterilizada con bromuro de metilo. Fue cubierta con paja de arroz hasta la germinación de la plántula. Las bolsas fueron colocadas en vivero para facilitar el riego y la protección contra insectos vectores de virus. El vivero fue protegido contra hormigas con la aplicación de fitoklor al suelo. El transplante se efectuó cuando la planta tenía cerca de 40 cm de altura. Posterior al

transplante se realizó un riego de inundación y durante la época de estiaje se aplicaron riegos cada 2 ó 3 semanas según el estado de la planta. Con la floración se realizó la faena de "desmache" para obtener una plantación con un 5-10% de machos distribuidos uniformemente.

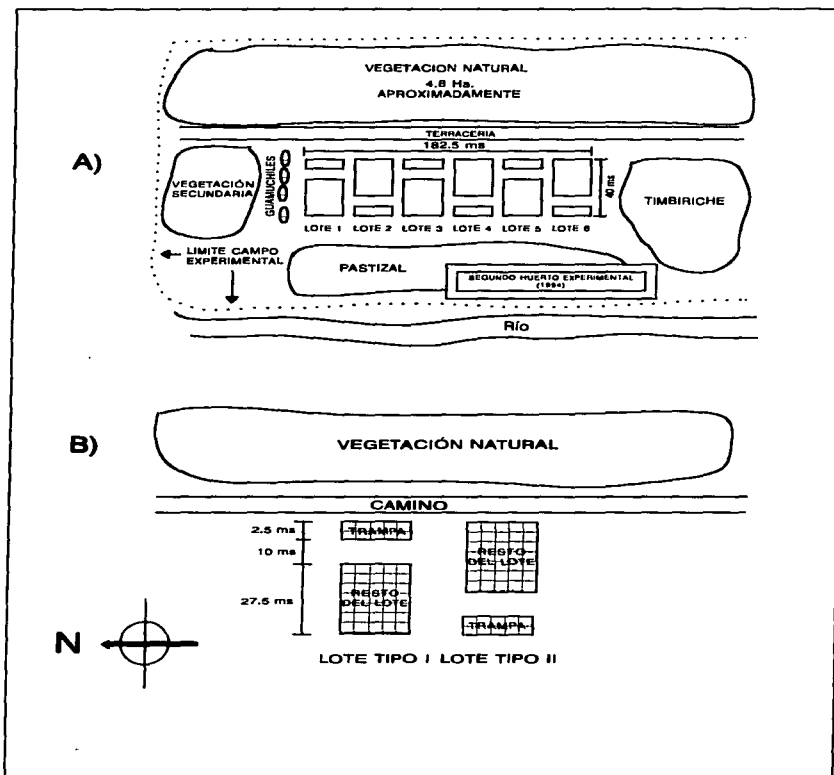


Fig. 2. Ubicación y diseño de las plantaciones. A) Vista panorámica B) Tipos de lote.
Nota: Esquema no a escala.

El régimen de fertilización para el huerto fue el siguiente: al trasplante se aplicaron 150 g de sulfato de amonio (20.6%) por cepa y al "desmache" se abonó con urea (40.2%) a razón de 100 g por planta. Dos meses después se aplicó triple 17 (N, P, K) a razón de 150 g por planta. Posteriormente se aplicó con regularidad una fórmula completa 17-17-17-2-2 (N, P, K, + elementos menores: Fe, Cu, Zn, Mb, S, Ca).

La tierra donde se ubicó la plantación se barbechó en dos ocasiones con un intervalo de 15 días aprox. Las cepas se realizaron 15-20 días antes del trasplante para permitir la aireación e insolación del suelo. Se realizaron dos trasplantes, el primero en mayo de 1991, el cual incluyó a los tres primeros lotes; el segundo, en el mes de noviembre del mismo año completando los 6 lotes.

El segundo huerto (Fig. 2A) se sembró con semilla obtenida del huerto anterior y se compuso de 3 zonas: a) una zona trampa que constó de 2 filas de papaya alrededor del lote "comercial", b) el lote "comercial" y c) una zona de 10 m sin sembrar. Dicho huerto congregó 21x59 plantas, sembradas a tres m. La extensión total de esta plantación fue de 10440 m². La Figura 3 muestra el diseño de esta huerta. Las labores culturales y de mantenimiento de ésta segunda plantación fueron muy similares a la descrita para el primer huerto.

IV. 3 Distribución del daño ocasionado por la MFP.

Este estudio se realizó en las dos huertas experimentales. En la primera se realizaron las siguientes acciones: cuando la planta presentó fruto y se observaron los primeros indicios de presencia de MFP (grumos de látex), se programaron los muestreos. Estos se llevaron a cabo en diciembre de 1991, febrero, abril, julio, agosto, septiembre, octubre, diciembre de 1992 y febrero de 1993.

El muestreo consistió en cortar 5 frutos por árbol (uno de la punta, dos de la parte media y dos en la parte inferior). En todos los casos se muestrearon frutos cuyo grado de

madurez garantizaba detectar el daño por MFP si existiese. Cada fruto fue abierto con machete para observar la presencia de larvas.

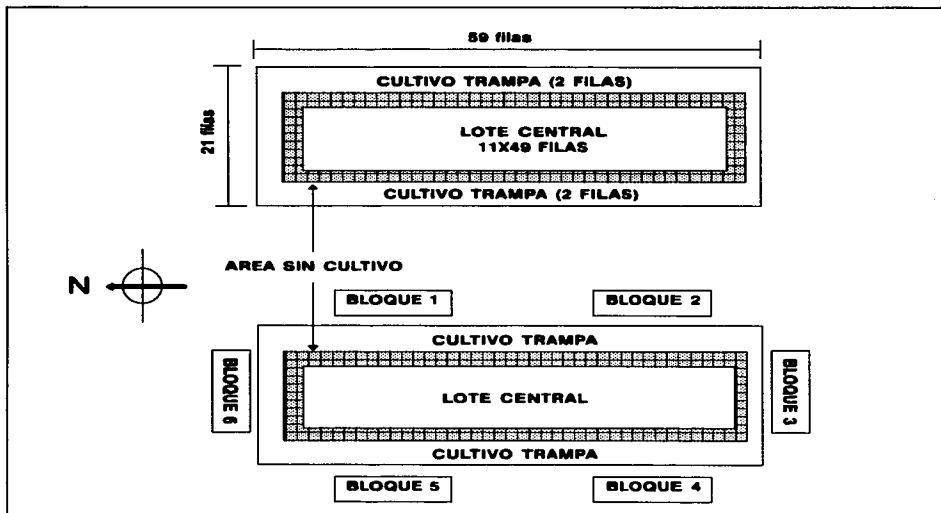


Fig. 3. Diseño de la segunda plantación experimental y ubicación de bloques para evaluación de trampas.

Todos los datos se refirieron a: No. frutos agusanados/No. frutos muestreados para cada lote y/o tipo de lote. Los datos obtenidos se analizaron mediante de prueba de "z" (diferencia de proporciones entre dos poblaciones), Anova con repetición, prueba de Friedman, separación de medias o medianas por el método de Student-Newman-Keuls (SNK), prueba de Wilconxon y Mann-Whitney (Daniel, 1995). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SigmaStat (Statistical Analysis System. Ver. 2.0. para windows, Jandel Corporation), licenciado a nombre de Centro de Desarrollo de Productos Bióticos-IPN. Se reconoce la asesoría del M. en C. René Arzuffi (IPN) y del (c) Dr. Ignacio Delgado (UAEM) en la selección de las pruebas estadísticas realizadas.

Los lotes fueron divididos en diferentes secciones dependiendo del tipo de comparación que se realizaba con la finalidad de apreciar mejor la distribución del daño. Todas las filas de los lotes fueron numeradas de oriente a poniente, de modo que las filas 1 y 2 estuvieron hacia la colina con vegetación natural. Las divisiones de los lotes se realizaron en sentido norte-sur y fueron las siguientes:

IV. 3. 1 Lotes divididos en tres partes iguales (No. de filas).- El lote se dividió de oriente a poniente en partes iguales tomando el número total de filas. Se hicieron las siguientes gráficas:

- ◆ Proporción del daño por fecha de muestreo.
- ◆ La sumatoria de todas las fechas de muestreo de la proporción del daño por lote. Se realizaron Anova con repetición y Student-Newman-Keuls ($P < 0.005$) para comparar y separar las secciones 1, 2 y 3 entre sí.
- ◆ Dinámica de la proporción del daño a lo largo de las fechas de muestreo. Se realizaron Anova con repetición y Student-Newman-Keuls ($P < 0.005$).
- ◆ La sumatoria de la proporción del daño a lo largo de las diferentes fechas de muestreo para las tres secciones de los dos tipos de lote.
- ◆ La sumatoria de todas la fechas y todos los lotes de las tres secciones. Se realizó prueba de “z” ($\alpha = 0.05\%$).
- ◆ Finalmente se graficó la distribución del daño en porcentaje para toda la plantación.

IV. 3. 2 Filas 1-2 vs resto del lote. Aquí se compararon a las dos primeras filas de todos los lotes contra el resto del lote correspondiente (16 filas). Las gráficas y análisis estadísticos fueron los siguientes:

- ◆ Proporción del daño por fecha de muestreo.
- ◆ Porporción del daño en las diferentes fechas de muestreo, por tipo de lote.

- ◆ La sumatoria de las filas 1-2 contra el resto del lote por tipo de lote. Se realizó prueba de “z” para cada lote ($\alpha=0.05\%$).
- ◆ Sumatoria de la proporción del daño de las filas 1-2 de todos los lotes y todas las fechas contra el resto del lote. Se realizó prueba de “z” ($\alpha=0.05\%$).
- ◆ La sumatoria de todas las fechas de muestreo de la proporción del daño por lote. Se realizó prueba de Mann-Whitney.
- ◆ Dinámica de la proporción del daño a lo largo de las fechas de muestreo. Se realizó prueba de Mann-Whitney.

IV. 3. 3 Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote.

- ◆ Para cada caso se hicieron gráficas por fecha de muestreo.
- ◆ La sumatoria de la proporción del daño por lotes. Se realizaron Anova con repetición y Student-Newman-Keuls ($P<0.005$).
- ◆ La sumatoria de la proporción del daño a lo largo del tiempo. Se aplicaron Anova con repetición y Student-Newman-Keuls ($P<0.005$).
- ◆ La sumatoria de la proporción del daño por tipo de lote y comparación de la proporción del daño en las tres secciones. Se aplicó prueba de “z” ($\alpha=0.05$).

IV. 3. 4 Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote.

- ◆ Para cada caso se hicieron gráficas por fecha de muestreo.
- ◆ Sumatoria de la infestación por lote. Se realizaron Anova con repetición y Student-Newman-Keuls ($P<0.005$).
- ◆ Sumatoria de la infestación a lo largo del año por lote. Se realizaron Anova con repetición y Student-Newman-Keuls ($P<0.005$).
- ◆ Sumatoria de la infestación por tipo de lote . Se utilizó prueba de “z”($\alpha=0.05$).
- ◆ Infestación a lo largo de las diferentes fechas de muestreo y todos los lotes. Se utilizó prueba de “z” ($\alpha=0.05$).

IV. 3. 5 Segundo huerto experimental .

Para este caso específico, se obtuvieron los siguientes datos: No. de frutos picados/No. total de frutos por árbol. Se consideró que una fruta estaba picada cuando se observó la presencia de grumos de látex en su forma característica y/o cuando había daño evidenciado por la coloración, consistencia o textura del fruto. No fue posible obtener el número de frutas "agusanadas", debido a que implicaba el derribe de frutos que estaban destinadas a otras actividades. En este lote se realizó un sólo muestreo (agosto, 1994), debido a que no se pudo dar riego a la plantación por falta de agua.

Para el análisis de esta segunda huerta se dividió de varias formas: a) zona trampa y lote "comercial", b) el lote comercial en tres secciones, dos de 14 filas , situadas al norte y sur y una de 21 en la parte media del lote y c) zona trampa por su orientación geográfica (norte, sur, este, oeste). El análisis estadístico fue mediante prueba de "z" ($\alpha=0.05$). El diseño de esta segunda huerta se realizó tomando en cuenta los resultados previos y para evaluar el efecto de un cultivo trampa en los cuatros lados de la plantación.

IV. 4 Distribución de adultos de la MFP y registro de actividades en la plantación.

En la primera plantación, durante el mes de agosto de 1992, se realizaron observaciones durante 8 días en forma alternada (un día si y un día no), para conocer las actividades de la MFP a lo largo del día. Estas observaciones fueron de las 7:00 hrs hasta las 19.00 hrs, es decir del amanecer al crepúsculo, con un intervalo de una hora. Se contó con 6 observadores y el lote a observar por cada uno de ellos se decidió al azar, de forma que las probabilidades de que un mismo observador trabajara en días contiguos en el mismo lote se redujeran al máximo. El tiempo promedio de observación de cada lote era de 25-30 minutos por lo que el observador podía descansar el tiempo restante hasta la próxima hora de observación. Esto para asegurar que el cansancio a lo largo del día no influyera en la toma de datos. El recorrido del lote implicaba revisar minuciosamente cada planta de papaya y registrar el sexo y número de moscas por planta así como las diferentes actividades que

realizaban. El repertorio de conductas se dividió en : reposo, llamado de machos, cópula y cortejo, oviposición, alimentación, aseo y “conducta desconocida”. Se registró la temperatura y HR dentro de la plantación, con un termómetro de máxima y mínima, así como con un hidrómetro de carátula. El análisis de estos datos se realizó para cada sexo y luego en conjunto. Se obtuvieron mapas de distribución de moscas por zona.

IV. 4. 1 Distribución de adultos.

- ◆ Se hicieron gráficas del porcentaje de moscas totales observadas, así como por sexo, considerando cada lote como un 100%. Se realizó Anova con repetición, prueba de Friedman y Student-Newman-Keuls ($P < 0.05$).
- ◆ Se comparó el número de machos y hembras observadas (medianas) en las diferentes secciones (Wilcoxon, $\alpha < 0.05$).
- ◆ Porcentaje de infestación por lote según orientación de la zona trampa considerando cada lote como 100%.
- ◆ Distribución del porcentaje de moscas observadas por tipo de lote.
- ◆ Distribución del porcentaje de moscas observadas, machos y hembras, considerando a toda la plantación como 100%.
- ◆ Distribución del índice moscas/árbol por tipo de lote.
- ◆ Se obtuvo y graficó el índice moscas/árbol en toda la plantación.

IV. 4. 2 Registro de actividades. Se realizaron gráficas para cada actividad específica:

- ◆ Porcentaje de moscas observadas por hora.
- ◆ Porcentaje de moscas observadas en reposo y en actividades de limpieza por hora.
- ◆ Porcentaje de machos "llamando" por hora.
- ◆ Porcentaje de cópulas por hora.
- ◆ Porcentaje de hembras ovipositando por hora.

IV. 5 Evaluación de trampas para la captura de adultos de la MFP

Se evaluaron 3 diseños de trampa para la MFP, diseñados por el Dr. Robert H. Heat del IABBBRL-USDA y uno propuesto por Landolt et al. (1988). Este trabajo se realizó en la segunda huerta experimental.

IV.5.1 Descripción de trampas.

Se utilizaron cuatro tipos de trampas (Fig. 4), una de forma redonda y tres cilíndricas que a continuación se describen.

IV. 5. 1. 1 Trampas esféricas: Se usaron pelotas redondas de poliuretano de 12.7 cm de diámetro pintadas de color verde oscuro. A éstas se les añadió un alambre para que se sujetaran. El sobre con feromona (6 x 5 cm) (50 ul de 2, 6-MVP) fue colocado en un pedazo de mica en forma de V invertida, sobre la pelota y asegurado al alambre, para proteger el atrayente del agua. Se utilizó goma pegajosa "Pestick" (Phytotronics Inc. St. Louis, Mo. 63103, USA) como método de retención. Esta es la trampa propuesta por Landolt et al. (1988). Debido a la naturaleza propia del "Pestick", las trampas se llenaban de polvo u otros insectos, cuando esto sucedía, eran cambiadas. Esta trampa fue denominada tipo I (Fig 4-I).

IV. 5. 1. 2 Trampas cilíndricas. Se tuvieron tres modalidades de esta trampa. Dos se construyeron con mica de color verde de 15 cm de ancho x 30 cm de largo (Faulkner Plastics, Gainesville, FL.) (trampas II y III) (Figs. 4-II y 4-III respectivamente) y una con papel adhesivo de color verde (trampa tipo IV) (Fig. 4-IV) (Atlantic Paste and Glue Co., Inc., Brooklyn, NY.). El papel o la mica se enrollaba sobre un tubo de PVC de 9 cm de diámetro. Las puntas fueron aseguradas por medio de una cinta diurex doble (Scotch™ Brand double-side tape, 3M Corp., St. Paul, MN.). Cajas de Petri de 100x15 mm fueron pegadas con cloruro de metileno de tal forma que al ser una más pequeña que la otra forman una ceja, la cual sirve para asegurar la mica de la trampa. Estas cajas Petri fueron usadas para cubrir la parte superior e inferior de la trampa. Se aseguraron a las plantas de papaya

por medio de un alambre que atraviesa las dos tapas. El sobre con feromona (50 ul de 2,6-MVP) fue adherido al alambre en la parte interna de la trampa. Para las trampas hechas a base de mica, se tuvieron dos sistemas de retención, uno a base de "Pestick" en la parte exterior (Trampa tipo II) y otro que fue un sobre de 3.25 cm x 4 cm con fagoestimulante y una substancia tóxica, que era adherida por dentro a la parte inferior y superior de la caja de petri (trampa tipo IV). Este sobre contenía aproximadamente 0.5 ml de una mezcla 1.0: 0.5: 0.01 de pintura, azúcar e insecticida. Se utilizó pintura verde 100% acrílica (The Glidden Co., Cleveland, OH.), sucrosa grado reactivo como fagoestimulante y metomil grado técnico (Metil N-[[[(metil-amino) carbonil] oxy] Etanimidtioato) (Insecticida 1179, 98% AI, E. I. Du Pont De Nemours and Co., Newark, DL.).

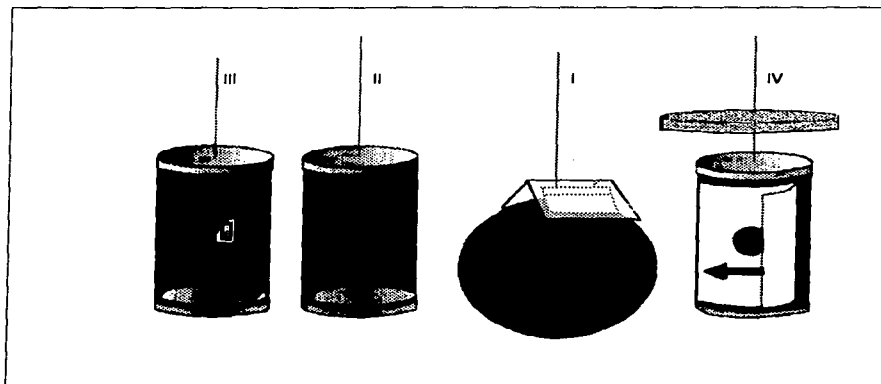


Figura 4. Diseño de cada una de las trampas usadas. I) Trampa esférica con "Pestick". II) Trampa cilíndrica con "Pestick". III) Trampa cilíndrica con insecticida. IV) Trampa cilíndrica de papel pegajoso.

Debido a la naturaleza propia del "Pestick", las trampas se llenaban de polvo u otros insectos, cuando esto sucedía, eran cambiadas. A las trampas hechas a base de papel

adhesivo (trampa tipo IV) se les acondicionó una protección contra la lluvia, el cual consistía de una caja de Petri de 150 x 15 mm de diámetro en la parte superior. Estas trampas fueron cambiadas cada semana.

La feromona fue proporcionada por el Dr. Robert H. Heath del Insect Attractans Behavior and Basic Biology Research Laboratory (IABBBRS)-Agriculture Research Service (ARS). United States Department of Agriculture, Gainesville, Florida, 32604, USA y fue cambiada cada cuatro semanas. Para detalles sobre su formulación, volatibilidad, etc, consultar Landolt y Heath (1990) y Heath y Manukian (1992).

El diseño experimental fue de bloques al azar con 6 repeticiones y 7 réplicas en el tiempo. El lugar a ocupar por la trampas dentro de cada bloque fue elegido al azar y cada semana fueron rotadas dentro del lote, en el sentido de las manecillas del reloj, para evitar un posible efecto de posición. La Figura 3 muestra el diseño de la plantación y la disposición de los bloques en la misma; la Figura 4, los tipos de trampa descritos y el cuadro 4 los diferentes tratamientos evaluados.

CUADRO 4. TIPO DE TRAMPA, ATRAYENTE Y SISTEMA DE RETENCIÓN USADOS PARA EVALUAR LA CAPTURA DE LA MFP

TRATAMIENTO	CUERPO DE LA TRAMPA	MATERIAL	ATRAYENTE	SISTEMA DE RETENCIÓN
1	ESFÉRICA	POLIURETANO	FEROMONA	"PESTICK"
2	ESFÉRICA	POLIURETANO	NO	"PESTICK"
3	CILÍNDRICA	MICA	FEROMONA	"PESTICK"
4	CILÍNDRICA	MICA	NO	"PESTICK"
5	CILÍNDRICA	MICA	FEROMONA	INSECTICIDA
6	CILÍNDRICA	MICA	NO	INSECTICIDA
7	CILÍNDRICA	PAPEL ADHESIVO	FEROMONA	PAPEL ADHESIVO
8	CILÍNDRICA	PAPEL ADHESIVO	NO	PAPEL ADHESIVO

Las trampas fueron revisadas cada semana durante las 6 primeras semanas y para la última revisión a los 15 días. Se registró el número de hembras y machos capturados por trampa, repetición y bloque. Este trabajo se llevó a cabo de Noviembre de 1994 a Enero de 1995, cuando las plantas tenían frutos en diferente grado de maduración.

Se compararon las capturas totales por tipo de atrayente y de sexo (prueba de "z", $\alpha < 0.05$). El número total de moscas capturadas por réplica fue la suma de las capturas de las trampas correspondientes de cada uno de los lotes. La captura total por tratamiento fue la suma de las capturas de todas las réplicas. La suma total fue convertida a porcentaje de moscas capturadas por réplica. Este último valor fue sometido al procedimiento Box-Cox para homogenizar la varianza (Box et al., 1978) y proceder a realizar un Anova bifactorial siendo el tipo de trampa y la presencia de feromona las variables a evaluar, seguido de separación de medias por el método Student-Newman-Keuls ($P < 0.05$). Se realizaron análisis para machos y hembras. La transformación Box-Cox se realizó en el programa Statgraphics (Ver. 5. Statistical Graphics System by Statistical Graphics Corporation, STSC, Inc.) a nombre del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en secuencia y de acuerdo al tipo de experimento que se realizó: Distribución del daño, Distribución de moscas, Patrón de actividades diarias y Evaluación de trampas.

V.1 DISTRIBUCIÓN DEL DAÑO

Para todos los casos, a menos que se exprese lo contrario, el valor del daño está expresado como frutos agusanados/frutos muestreados. Para el mes de diciembre de 1991 se muestrearon 1687 frutos; en febrero de 1992, 1768; en abril de 1992, 1716; julio de 1992, 3379; septiembre de 1992, 4032; octubre de 1992, 4058; diciembre de 1992, 3662 y para febrero de 1993 fueron 3472 frutos, dando un total de 23, 774 frutos muestreados durante el presente trabajo.

V.1.1 Lotes divididos en partes iguales.

Los Gráficos 1 y 2 muestran la distribución del daño en las diferentes fechas de muestreo. El mayor daño se observa en las zonas norte y este para todos los meses. La sección 2 de los lotes 3 y 4 para el mes de julio de 1992 hasta el mes de diciembre de 1992, mostró valores inferiores a las demás secciones. La sección uno del lote 1 presentó consistentemente los valores más altos.

El Gráfico 3-A muestra los datos acumulados para cada lote de todas las fechas de muestreo, donde se observa que la zona norte y este son las más afectadas. Al comparar entre sí las diferentes zonas de un mismo lote, se observa que las mayores infestaciones se encuentran en la parte este de la plantación. Al comparar entre sí las diferentes secciones, (prueba de Friedman, $P=0.02$ y comparación SNK ($P<0.05$), se observa que la sección 1 es diferente a la 2 y 3 y que éstas no son diferentes entre sí (Gráfico 3-B).

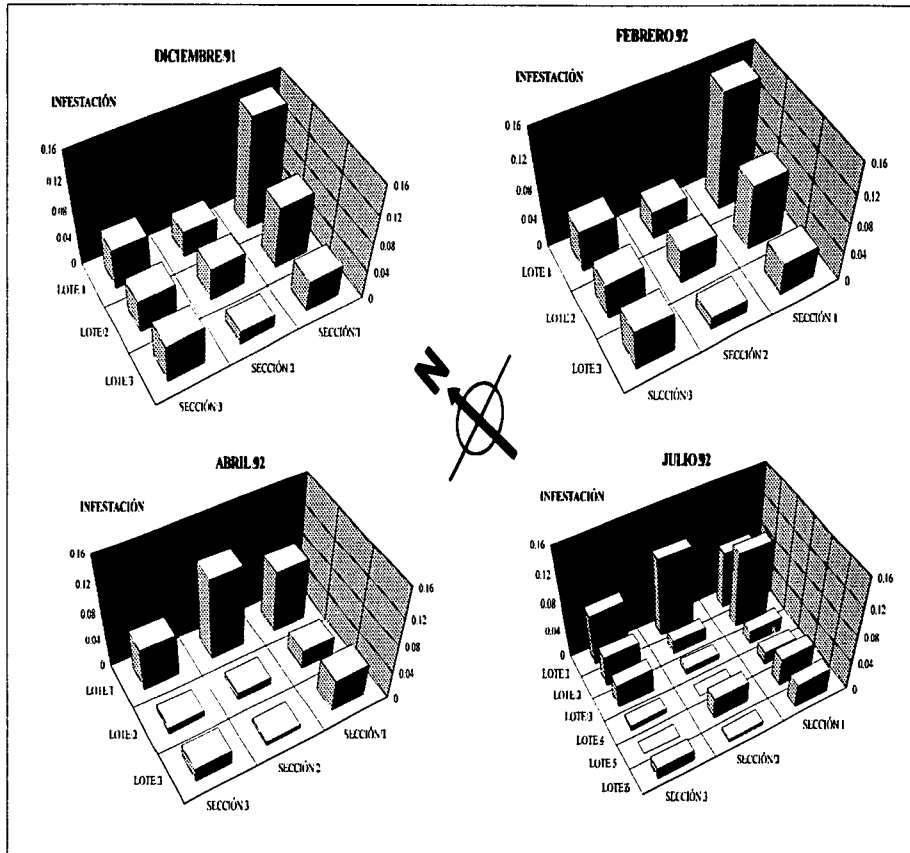
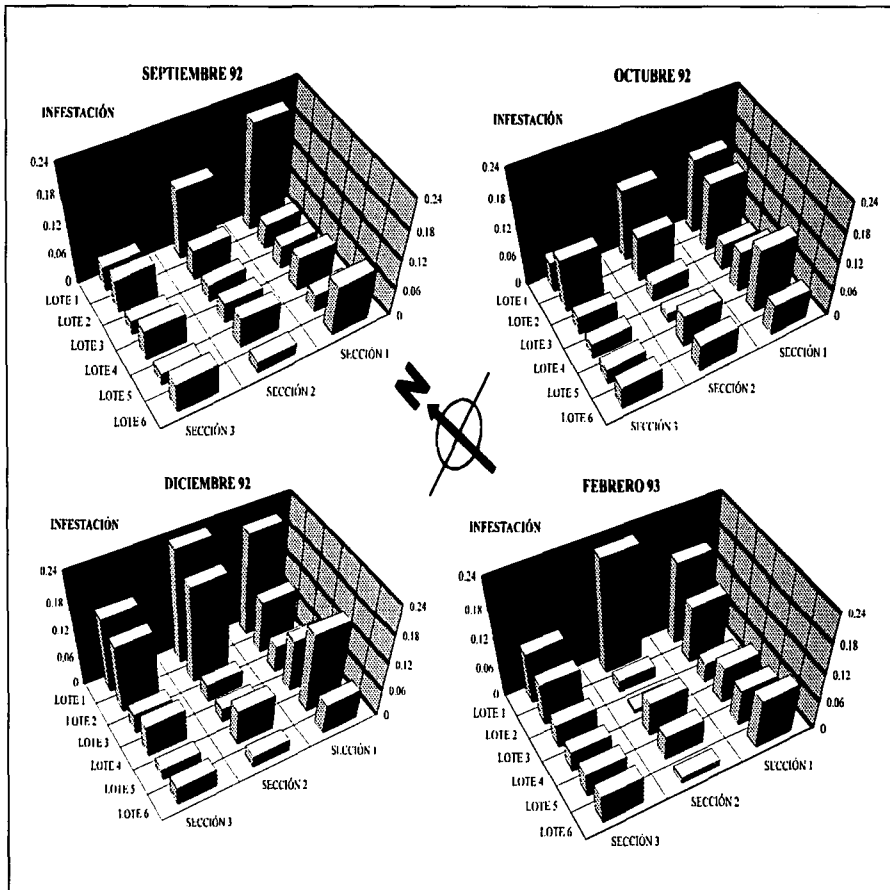


Gráfico 1. Infestación causada por la MFP. Lote dividido en tres secciones.
Meses de diciembre 1991 a julio 1992.



**Gráfico 2. Infestación causada por la MFP. Lote dividido en tres secciones.
Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.**

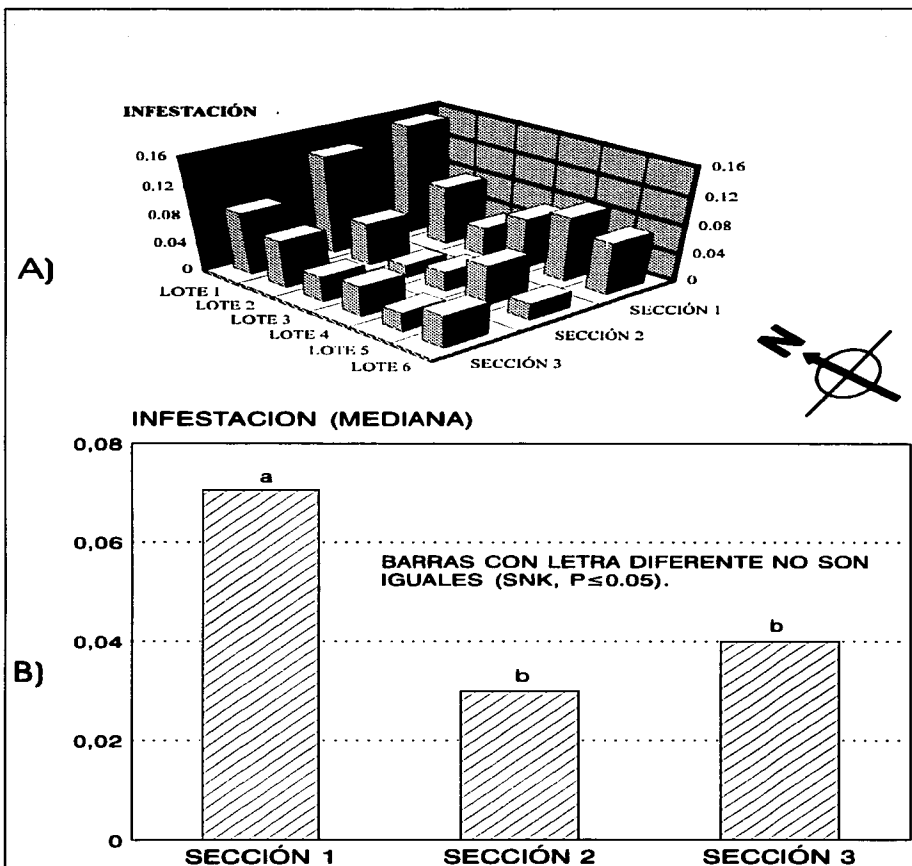


Gráfico 3. Infestación causada por la MFP. Lote dividido en tres secciones.
A) Comparación por lote B) Comparación de medianas entre las tres secciones.

Este comportamiento lo podemos atribuir a la presencia de vegetación natural en la parte este de la plantación y/o a los árboles de guamúchil, *Pithecellobium dulce* (Roxb.), presentes en la parte norte y que ambos muy probablemente funcionen como sitios de refugio para las moscas. El valor más alto de infestación en la sección 1 nos indica que esas filas de papaya concentran mayor daño que las demás secciones, asimismo se puede observar que la sección 2 de los lotes 3 y 4 presentan valores menores que todas las demás secciones alrededor, lo que sugiere un gradiente de daño de afuera hacia dentro de la plantación. Las secciones 1 y 3 presentan valores mayores que la sección 2 y presentan un comportamiento de orilla o borde. Este mismo fenómeno fue descrito para *Anastrepha obliqua* por Aluja y Birke (1993), ya que el daño ocasionado en ciruelo se incrementaba cuando existía un árbol de mango que proporcionara refugio a esta mosca.

El Gráfico 4-A muestra el comportamiento del daño a lo largo del año. Se aprecia un aumento notable en las tres últimas fechas de muestreo. Al comparar la tendencia de las tres curvas se encuentra que la sección 1 es diferente a la 2 y 3 (Anova con repetición, $P=0.06$; SNK, $P<0.05$) y que entre estas dos últimas no hay diferencia (Gráfico 4-B).

Se aprecia una relación similar entre la infestación y la precipitación pluvial, de modo que en los meses posteriores al inicio de las lluvias se nota un aumento en los valores de infestación (Fig. 1). La sección 1 a lo largo de las diferentes fechas de muestreo siempre presentó valores de infestación mayores a las otras dos.

El Gráfico 5-A muestra el comportamiento del daño a lo largo del año para el lote tipo I. Aquí se observa que el daño se concentra en las dos primeras secciones. Para el lote tipo II (Gráfico 5-B), el daño se presenta disperso.

Al realizar la sumatoria de todas las fechas de muestreo de todos los lotes por tipo de lote, se observa claramente que el lote tipo I acumula el mayor daño en las dos primeras secciones, mientras que en el lote tipo II, se distribuye en las secciones 1 y 3 (Gráfico 5-C). Al realizar la comparación de todas las fechas de muestreo y todas las secciones sin importar el tipo de lote, se observa que la sección 1 es diferente a las otras dos secciones (Gráfico 5-D).

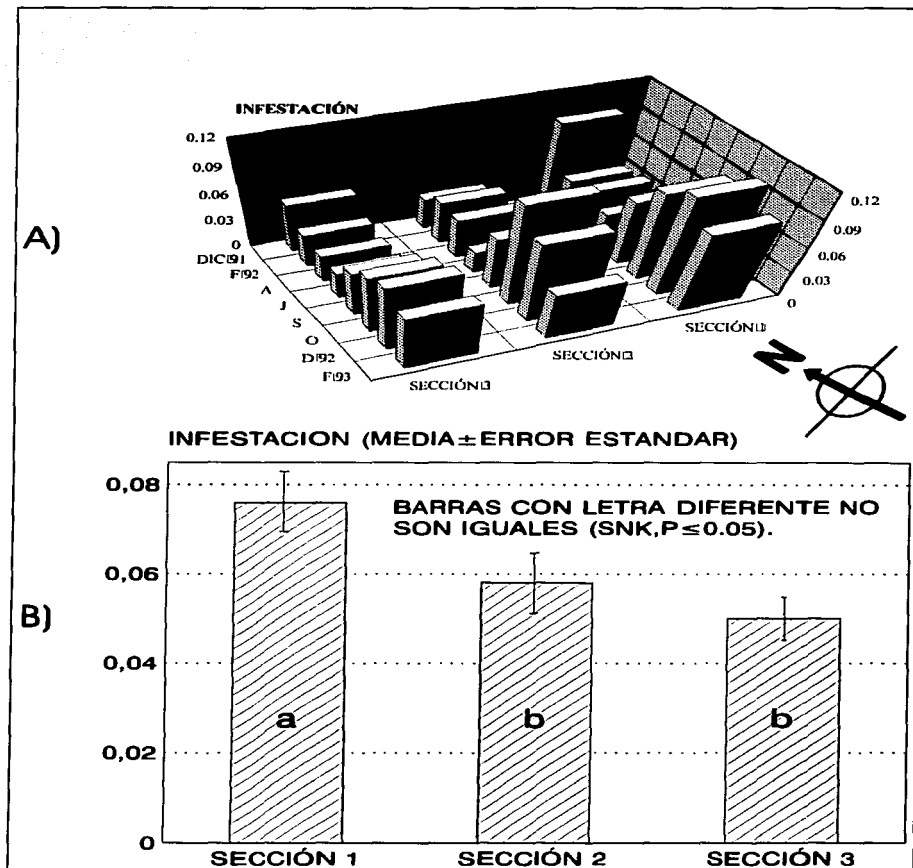


Gráfico 4. Infestación causada por la MFP. Lote dividido en tres secciones. A) Comparación por fecha de muestreo. B) Comparación de medias entre las tres secciones.

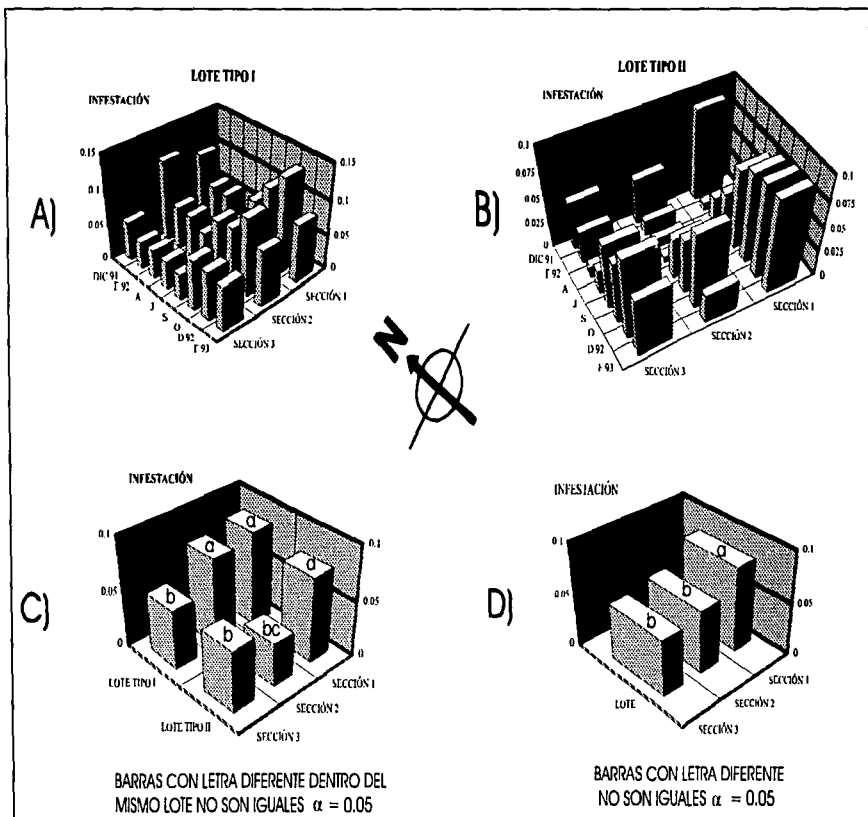


Gráfico 5. Infestación causada por la MFP. Lote dividido en tres secciones.
 A) Lote tipo I. B) Lote tipo II. C) Comparación entre tipos de lote. D) Comparación de secciones

La infestación tan parecida de las secciones 1 y 2 del lote tipo I se puede atribuir al efecto de borde (hacia el norte) que desempeña el lote 1, por lo tanto al hacer la sumatoria de la infestación, estos valores se acercan entre sí. Para el lote tipo II, la sección 2 muestra el menor valor.

Al realizar la comparación de todas las fechas de muestreo y todas las secciones sin importar el tipo de lote, se observa que la sección 1 es diferente a las otras dos (Gráfico 5-D). El mayor valor de infestación de la sección 1 está influido por la vegetación.

Cabe mencionar que la sección 1 acumula el 44.67% del daño total; el lote 1, el 33.32% y entre las dos zonas, el 64.38%. Las secciones 1 y 2 del lote 1 representan el 25.52% del daño total (Gráfico 6).

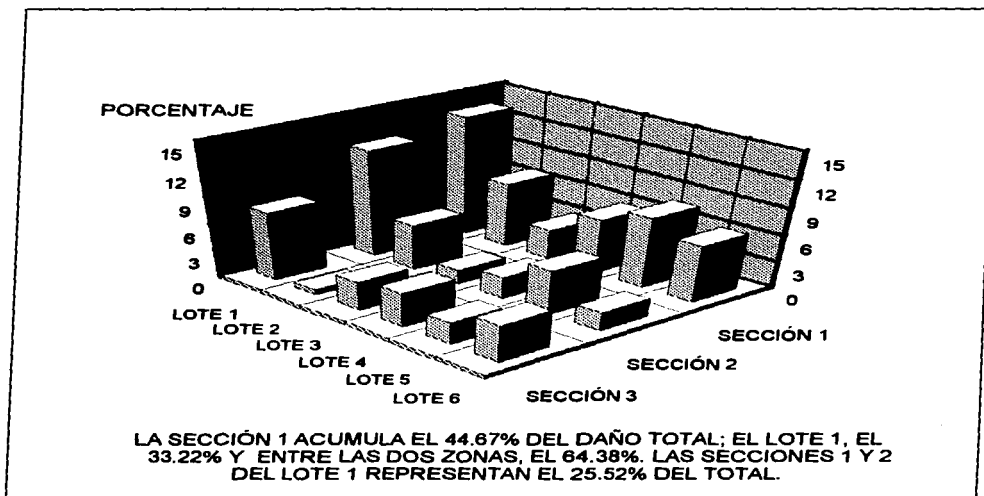


Gráfico 6. Porcentaje de infestación causada por la MFP considerando la plantación como 100%. Lote dividido en tres secciones.

V.1.1.2 Filas 1-2 vs resto del lote

Los Gráficos 7 y 8 resumen la información obtenida de las diferentes fechas de muestreo. Se observa que las dos primeras filas, a excepción de un lote en febrero 1992, presentan un daño mayor que el resto del lote.

Los Gráficos 9-A y B muestran la infestación por tipo de lote a lo largo de las fechas de muestreo. Se observa que siempre el mayor daño se acumula en las dos primeras filas de la plantación (zona este). El Gráfico 9-C muestra el daño acumulado por tipo de lote, donde se aprecia que existe diferencia significativa (prueba de "z", $\alpha=0.05$) entre las filas 1-2 y el resto del lote, además que el daño que acumulan las filas 1-2 del lote tipo I es mayor (casi dos veces) que el del lote tipo II. El Gráfico 9-D muestra el daño registrado entre las dos zonas en toda la plantación destacándose la diferencia entre los valores obtenidos para cada zona (prueba de "z", $\alpha=0.05$).

El Gráfico 10-A muestra el daño por lote, encontrándose que las filas 1-2 son estadísticamente diferentes al resto del lote (Mann-Whitney, $P=0.004$), las cuales siempre presentaron valores más altos de infestación. El Gráfico 10-B compara las filas 1-2 y el resto del lote a lo largo de las fechas de muestreo; aquí se observa con claridad que las filas 1 y 2 siempre presentan valores mayores de daño, encontrándose nuevamente diferencia significativa entre las dos (Mann-Whitney, $P<0.001$).

Las filas 1-2 acumulan el 23 % de daño total y representan sólo el 7 % del total de frutos. Estos Gráficos demuestran claramente la acumulación del daño en las dos primeras filas de la plantación y que el lote tipo I concentra más daño en esas dos filas que el lote tipo II.

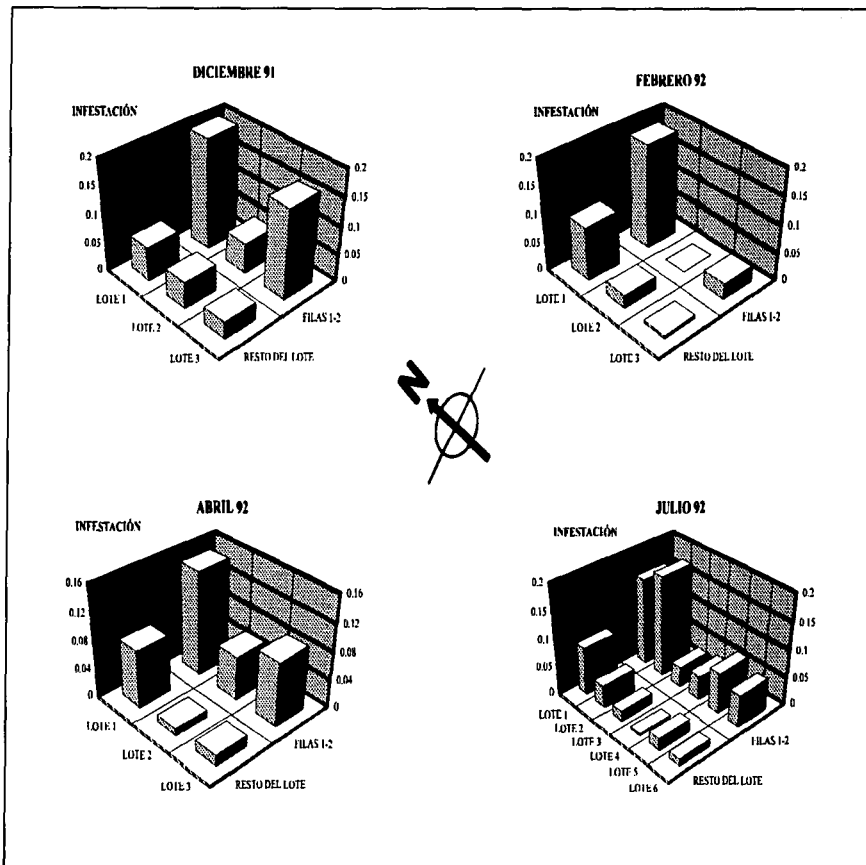


Gráfico 7. Infestación ocasionada por la MFP. Lote dividido en zona trampa y resto del lote. Meses de diciembre 1991 a julio 1992.

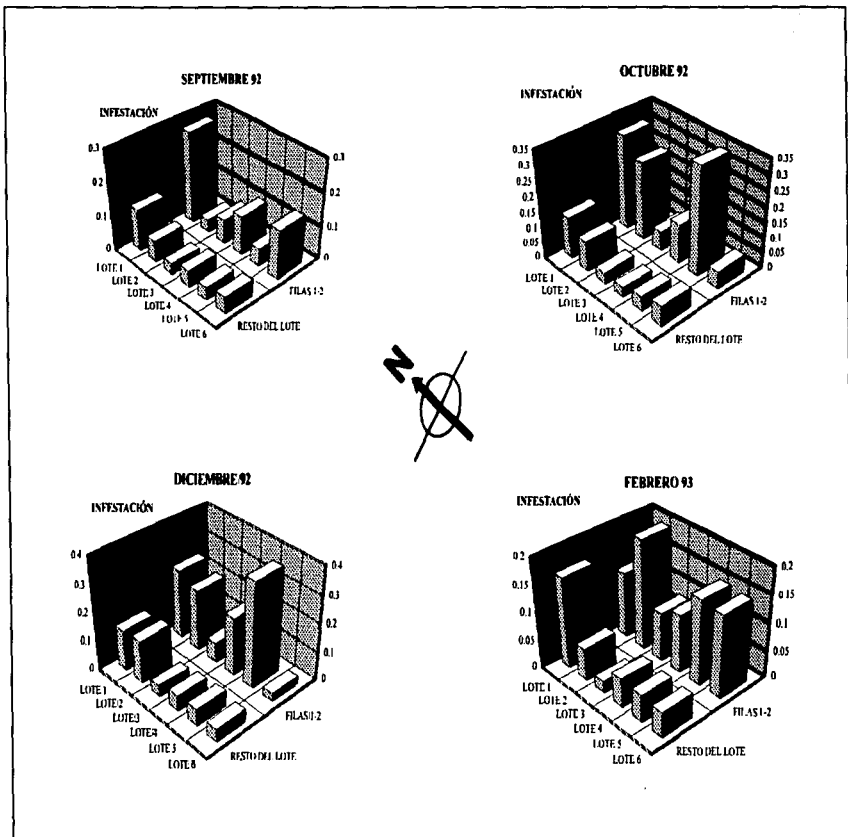
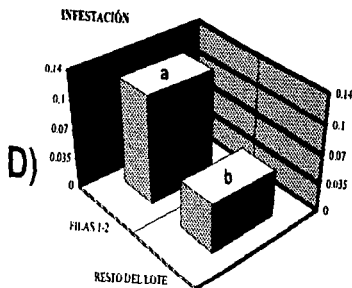
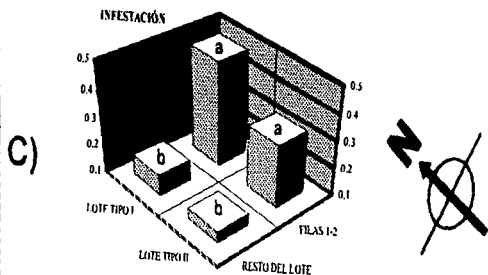
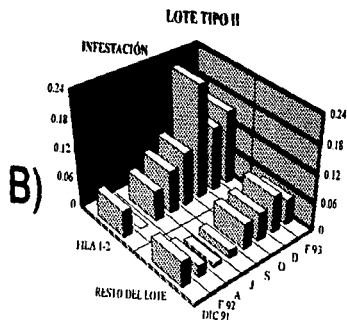
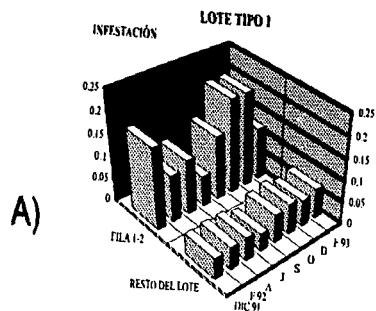


Gráfico 8. Infestación ocasionada por la MFP. Lote dividido en zona trampa y resto del lote. Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.



BARRAS CON LETRA DIFERENTE NO SON IGUALES $\alpha = 0.05$ BARRAS CON LETRA DIFERENTE NO SON IGUALES $\alpha = 0.05$

Gráfico 9. Infestación causada por la MFP. Lote dividido en zona trampa y resto del lote
 A) Lote tipo I. B) Lote tipo II. C) Comparación entre tipos de lote. D) Comparación entre zonas.

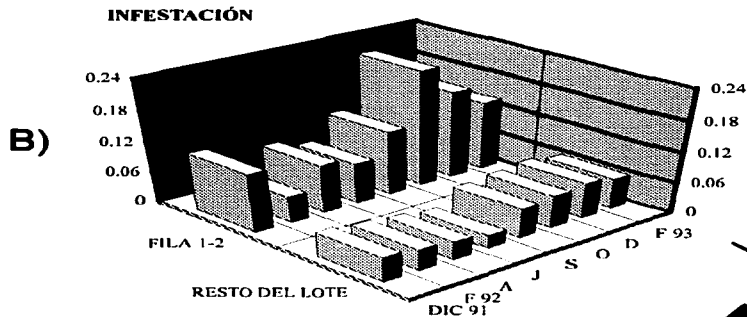
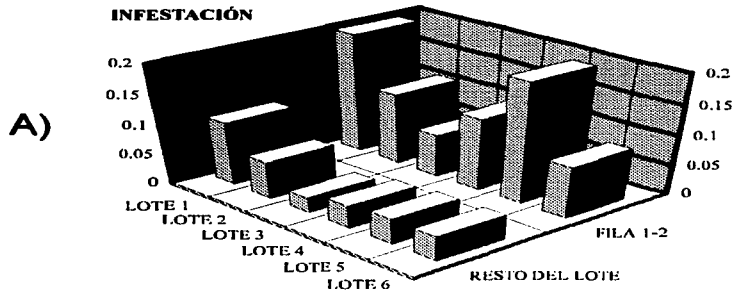


Gráfico 10. Infestación causada por la MFP. Lote dividido en filas 1-2 y resto del lote
A) Comparación por lote. B) Comparación por fecha de muestreo

V.1.1.3

Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote.

El comportamiento del daño producido por la MFP en las diferentes fechas de muestreo se señala en los Gráficos 11 y 12, donde se observa que el daño para todos los lotes se concentra en la región este y norte de la plantación (sección 1 y lote 1).

Al observar el Gráfico 13-A, se aprecia que el daño se concentró en la parte norte y este de la plantación, encontrándose que el comportamiento de las filas 1-2 es diferente a las filas 3-4 y resto del lote. (Anova con repetición $P= 0.002$; SNK, $P<0.05$) (Gráfico 13-B). El valor significativamente diferente y menor de la sección 2 sugiere que las dos primeras filas en efecto concentran el mayor daño y aunque el daño logra pasar a las otras filas es considerablemente menor.

El mayor daño se presentó en los muestreos de septiembre, octubre y diciembre (Gráfico 14-A), después del inicio de las lluvias, encontrándose nuevamente diferencias entre las filas 1-2 y las filas 3-4 y resto del lote, (Anova con repetición $P=0.02$, SNK, $P<0.05$, Gráfico 14-B).

En cuanto a la distribución del daño por tipo de lote (Gráfico 15-A), se observa que la intensidad del daño es muy similar entre sí; sin embargo, las filas 1-2 tienen un valor significativamente mayor que las otras dos secciones (prueba de "z", $\alpha=0.05$). El Gráfico 15-B muestra el daño acumulado a lo largo de todas las fechas de muestreo de todos los lotes, en el que se aprecia claramente que las filas 1-2 presentan valores significativamente mayores que las otras dos secciones.

El hecho de que a lo largo del año la infestación se concentre en las filas 1-2 y que ésta sea significativamente diferente y mayor a las filas 3-4 da sustento a la recomendación de que la recolección de frutos infestados o la aplicación de algún pesticida se debe intensificar en esas filas.

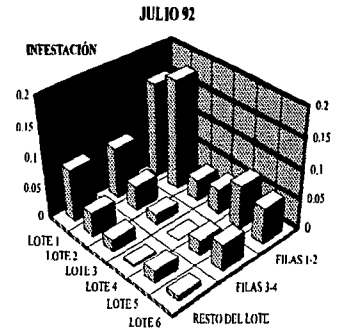
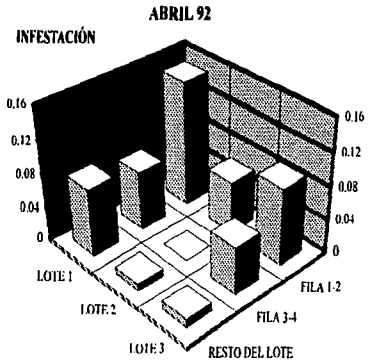
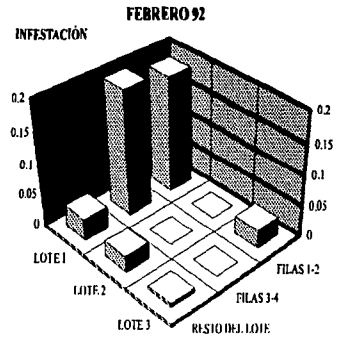
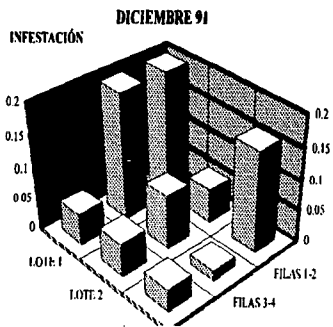


Gráfico 11. Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote. Meses de diciembre 1991 a julio 1992.

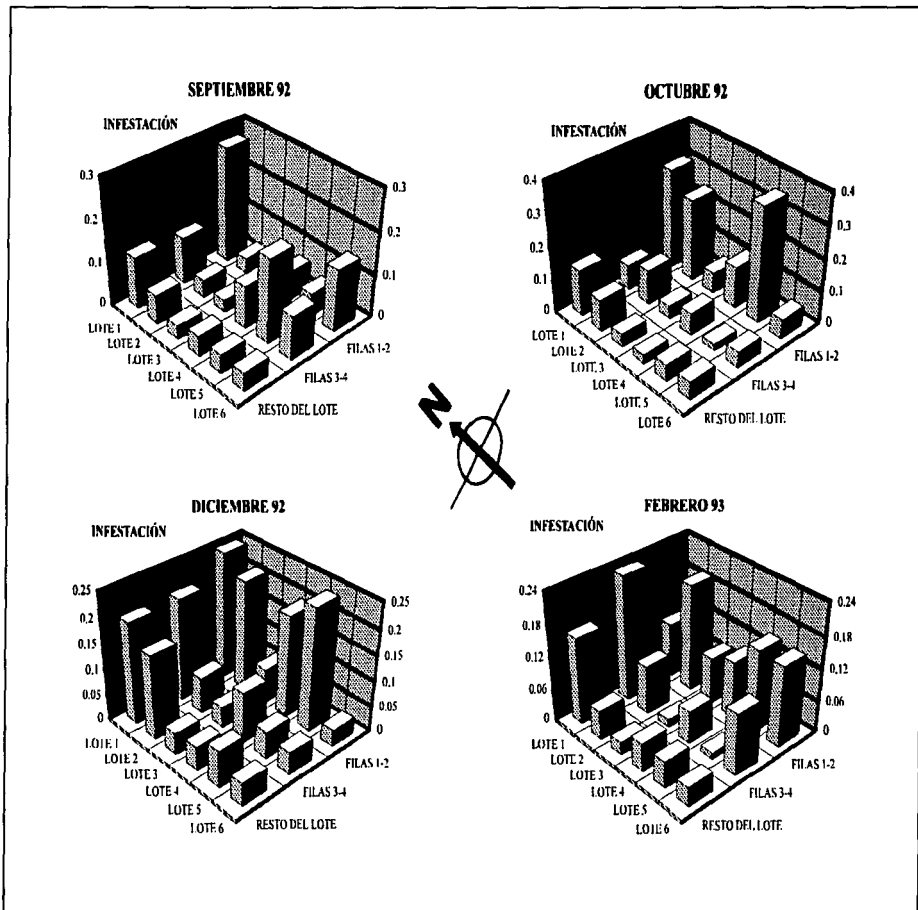
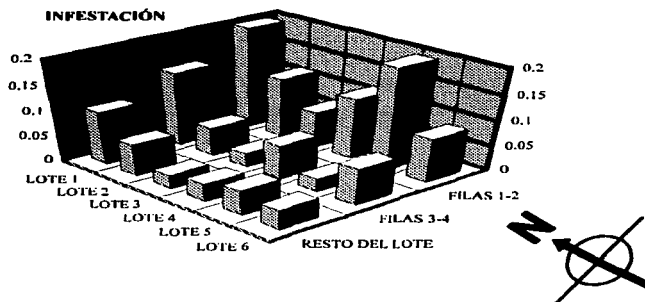


Gráfico 12. Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote. Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.

A)



B)

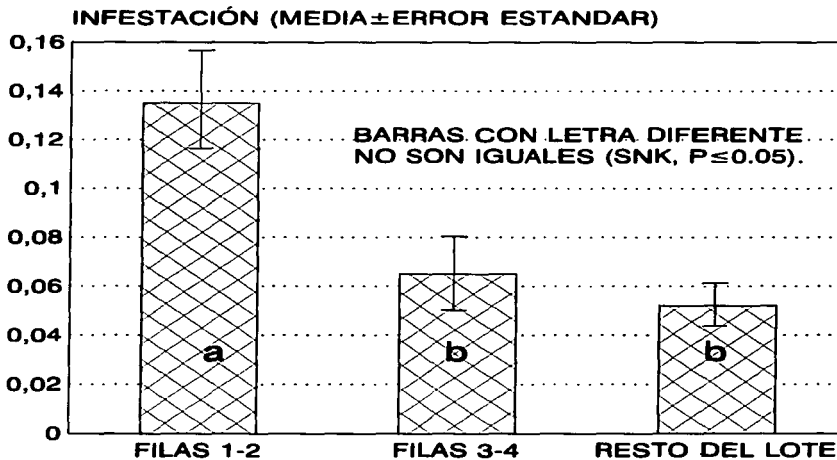


Gráfico 13. Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote.
 A) Infestación total por lote. B) Comparación de medias.

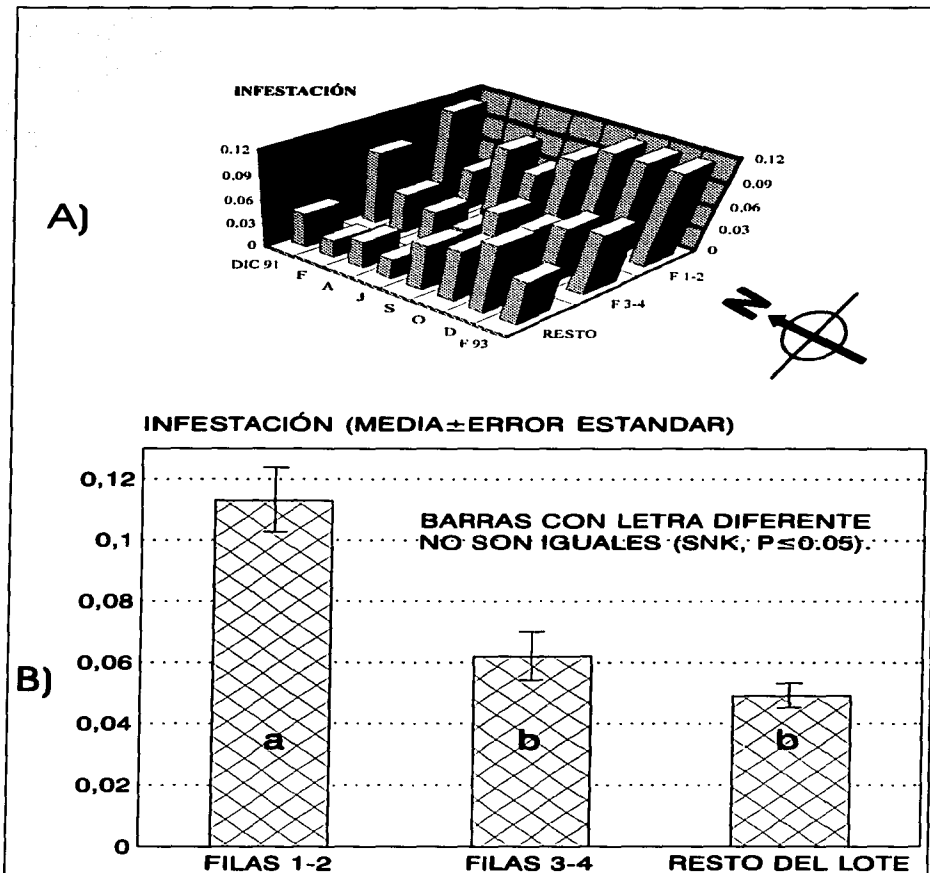
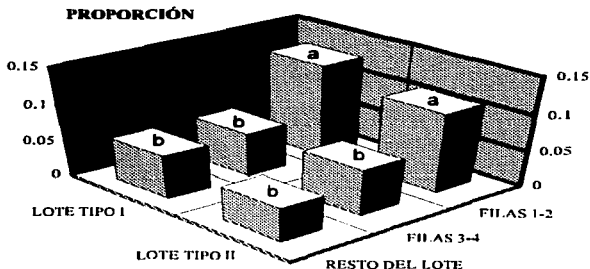


Gráfico 14. Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote.

A) Infestación a lo largo del año.

B) Comparación de medias.

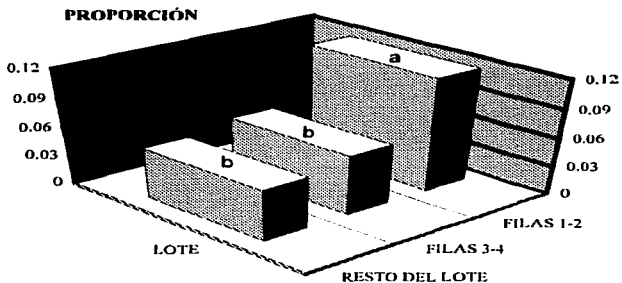
A)



BARRAS CON LETRA DIFERENTE DENTRO DEL MISMO TIPO DE LOTE NO SON IGUALES $\alpha = 0.05$



B)



BARRAS CON LETRA DIFERENTE NO SON IGUALES $\alpha = 0.05$

Gráfico 15. Infestación causada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-4 y resto del lote.
 A) Infestación por tipo de lote. B) Infestación total.

V.1.1.4 Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote

Los Gráficos 16 y 17 muestran el comportamiento del daño en las diferentes fechas de muestreo. Se observa claramente que el daño se concentró en las zonas norte y este de la plantación. Cabe mencionar que a partir del mes de julio de 1992 y hasta la última fecha de muestreo, se observa en la parte media de la plantación, en particular los lotes 3 y 4 en las filas 3-5 y 6-7, una disminución del daño; es decir que la parte central de la plantación presenta valores consistentemente menores que las zonas externas.

El Gráfico 18-A, muestra la sumatoria del daño de los diferentes lotes; una vez más el lote 1 y las filas 1-2 presentan el mayor daño. Al comparar estadísticamente el comportamiento de la serie de datos (filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote) se muestra que la serie de la fila 1-2 es diferente a todas las demás secciones (Gráfico 18-B, Anova con repetición; $P=0.002$; SNK, $P<0.05$).

En el análisis de la distribución del daño a lo largo de las diferentes fechas de muestreo (Gráfico 19-A), se observa un aumento en las más recientes. Así mismo, se obtiene que la fila 1-2 es diferente a las demás secciones, (Anova con repetición, $P<0.001$; SNK, $P<0.05$, Gráfico 19-B).

El Gráfico 20-A muestra los daños por tipo de lote, en el que se observa que las filas 1-2 de los dos tipos de lote son diferentes con respecto a las otras secciones y que presentan mayor infestación, siendo el lote tipo I el que presenta el valor más alto. El Gráfico 20-B muestra el daño en toda la plantación y se observa que el mayor daño se encuentra en la zona este (filas 1-2), mientras que las otras secciones son diferente entre sí y no se equiparan a la zona este.

Haciendo un análisis de la distribución del daño y de los frutos disponibles, se encuentra que las filas 1-2 representan el 7% de los frutos muestreados y acumulan el 23% del daño total; las filas 3-5 el 18.45%, de los frutos y el 16% de daño; las filas 6-7,

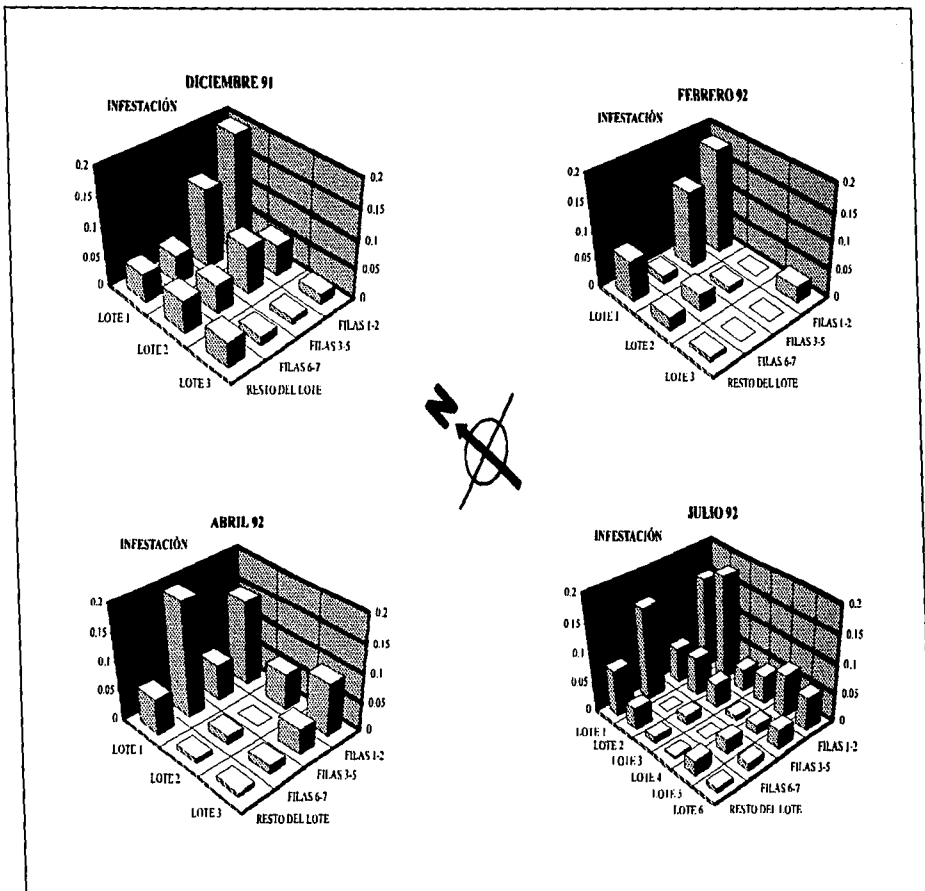


Gráfico 16. Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote. Meses de diciembre 1991 a julio 1992.

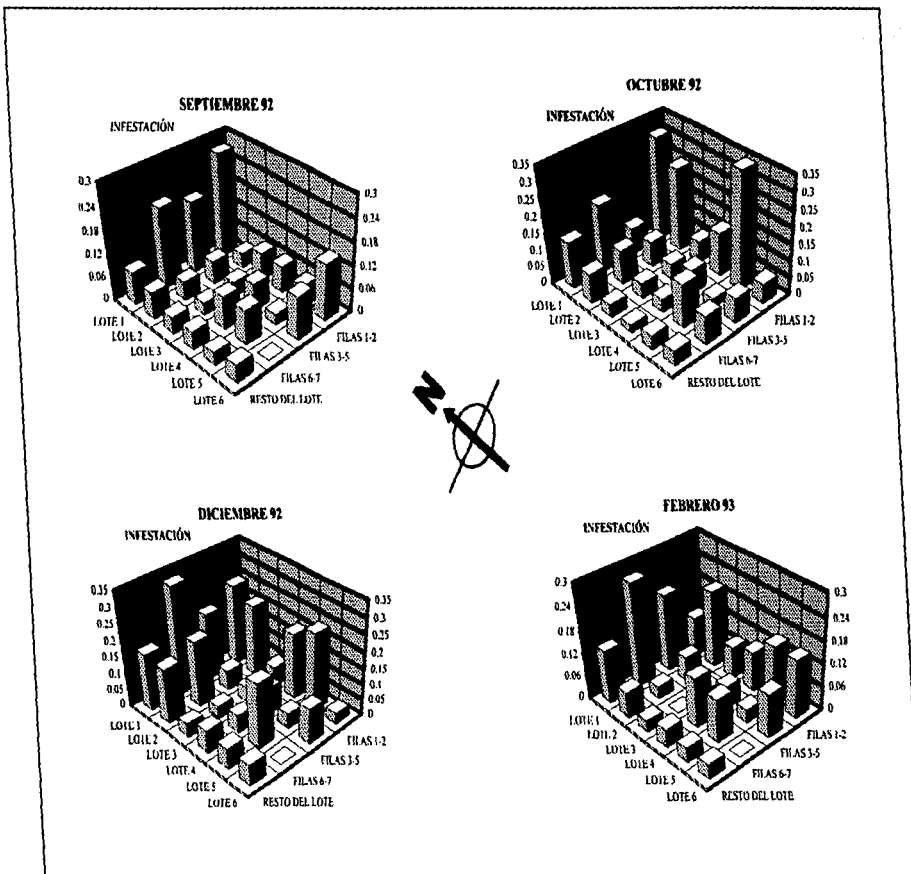


Gráfico 17. Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote.
Meses de septiembre 1992 a febrero 1993.

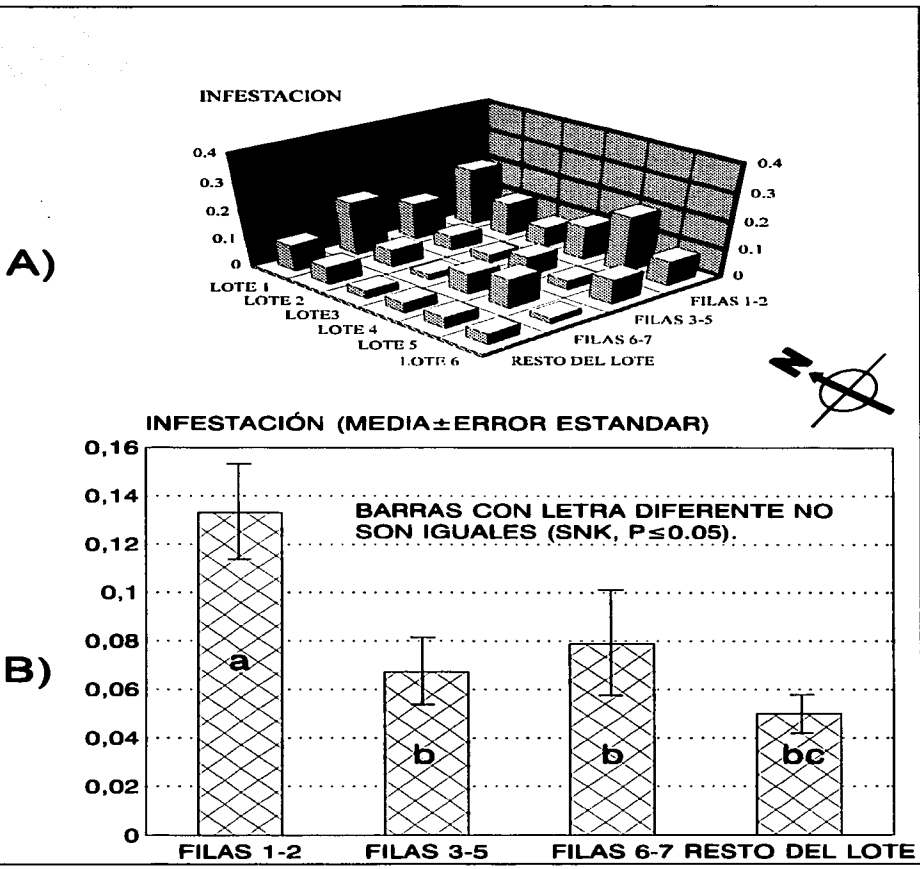


Gráfico 18. Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote.
A) Infestación total por lote. B) Comparación de medias.

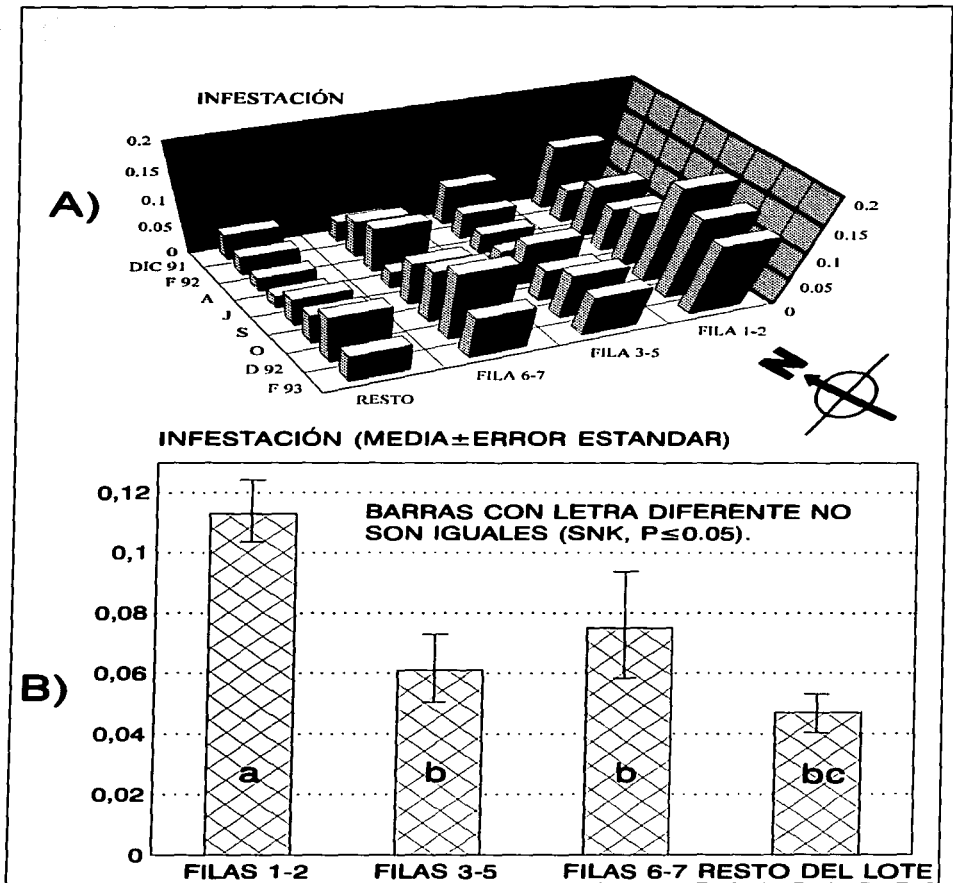
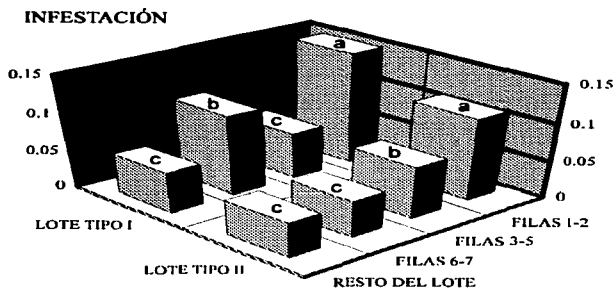


Gráfico 19. Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote.

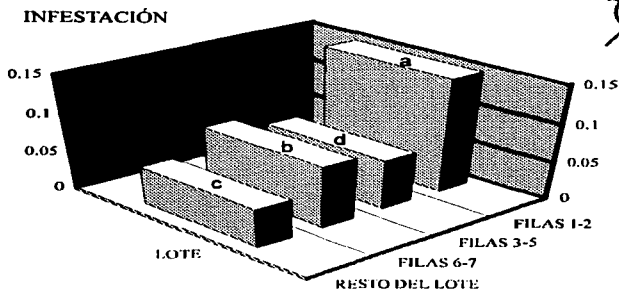
A) Infestación por fecha de muestreo. B) Comparación de medias.

A)



BARRAS CON LETRA DIFERENTE DENTRO DEL MISMO TIPO DE LOTE NO SON IGUALES $\alpha = 0.05$

B)



BARRAS CON LETRA DIFERENTE NO SON IGUALES $\alpha = 0.05$

Gráfico 20. Infestación ocasionada por la MFP. Filas 1-2 vs 3-5, 6-7 y resto del lote.
 A) Infestación por tipo de lote. B) Infestación total.

el 16.57% de los frutos y el 14.% de daños y el resto del lote, el 58% de frutos y el 47% de daños (Gráfico 21).

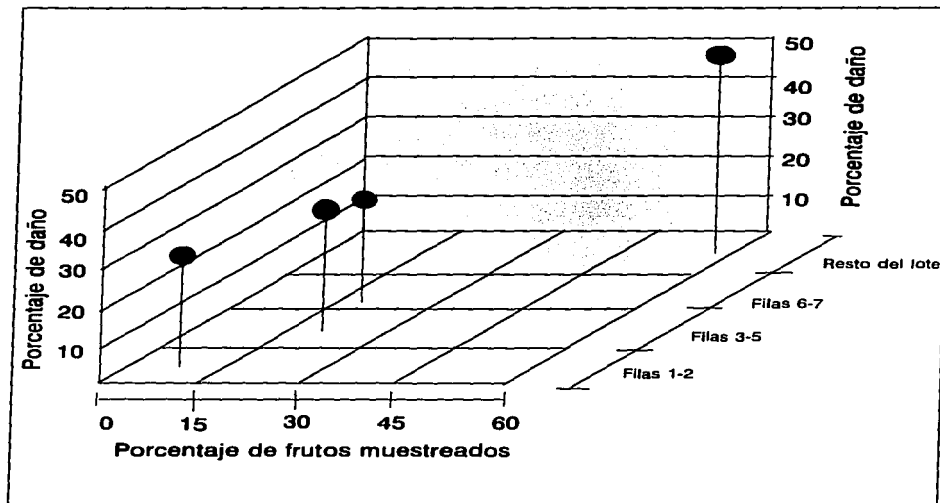


Gráfico 21. Distribución del porcentaje de infestación en la plantación.

Queda claro entonces que a pesar de que las filas más cercanas a la vegetación (filas 1-2) representan menos del 10% del total de frutos, acumulan casi una cuarta parte del daño. Además, el hecho de que consistentemente el lote 1 presente valores de daño más altos que los demás, marca un claro efecto de borde hacia la zona norte y la zona este, donde existe la influencia de vegetación. Los valores de infestación menores en las filas 3-5 muestran claramente que las filas 1-2 funcionan como trampa y disminuyen la penetración de las moscas hacia el interior.

V.1.1.5 SEGUNDO HUERTO EXPERIMENTAL

En el Gráfico 22-A se aprecia la distribución de los frutos picados dentro de la zona trampa, se observa que la zona norte y oeste son estadísticamente diferentes a la zona sur y este. Al analizar la relación frutos picados/frutos totales para la zona trampa y el lote comercial (Gráfico 22-B), este último presenta un valor casi 9 veces menor al lote trampa (0.1819 para zona trampa y 0.02908 para lote comercial). La zona centro del lote comercial (Gráfico 22-C) presenta el valor más bajo de frutos picados y estadísticamente es diferente a las otras secciones (prueba de “z” $\alpha=0.05$). La zona trampa representa el 33% de los frutos disponibles y acumula el 75.68% de los frutos picados.

Estos datos demuestran claramente que la zona trampa, compuesta en este caso de dos filas de papaya, protegen en forma eficiente al lote comercial, además de que las labores de control (recolección de frutos o alguna otra actividad) pueden enfatizarse en esa zona de la plantación con lo que el productor ahorra tiempo que puede dedicar a otra actividad. Si además se agregan trampas cebadas con feromona al cultivo trampa, el control puede llegar a ser muy eficiente con la posibilidad de prescindir de la aplicación de algún insecticida.

V. 2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ADULTOS DE LA MFP EN LA PLANTACIÓN

El porcentaje de hembras observadas en cada uno de los lotes (cada lote como 100%) muestra claramente que la mayor parte de las moscas se concentraron en la parte este de la plantación (Gráfico 23-A). El análisis estadístico arroja que toda la sección 1 es diferente a las demás (Anova con repetición, $P<0.001$; SNK, $P<0.05$, Gráfico 23-B). Un comportamiento similar se observa al analizar la distribución de machos (Friedman, $P=0.004$; SNK, $P<0.05$, Gráfico 23 C y D) y moscas totales (Friedman, $P=0.004$; SNK, $P<0.05$) (Gráfico 24 A y B).

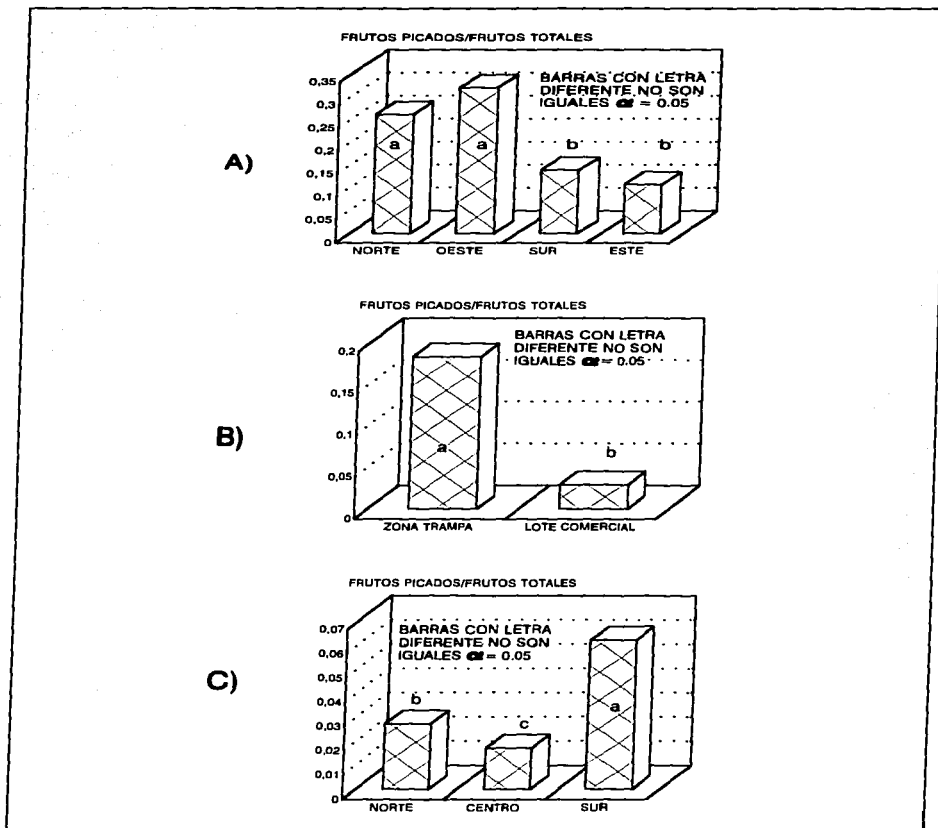


Gráfico 22. Proporción de frutos picados/frutos totales. A) Diferentes zonas del cultivo trampa. B) Zona trampa y "Lote Comercial". C) Diferentes zonas del lote comercial.

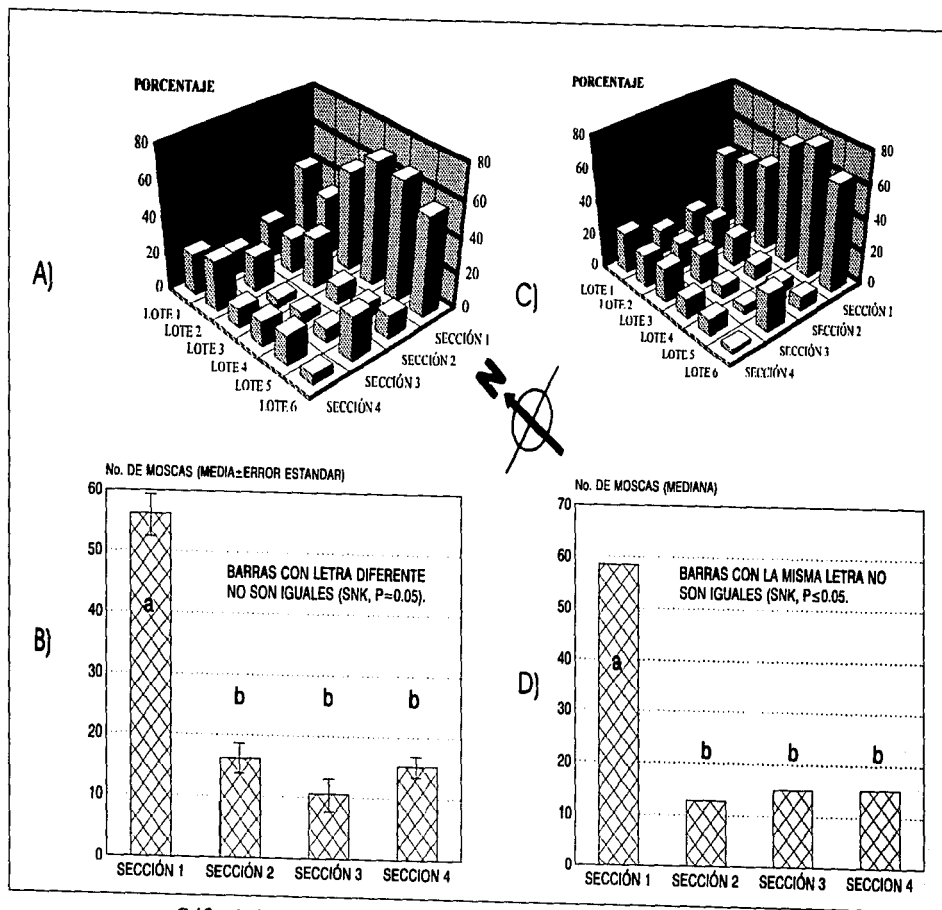
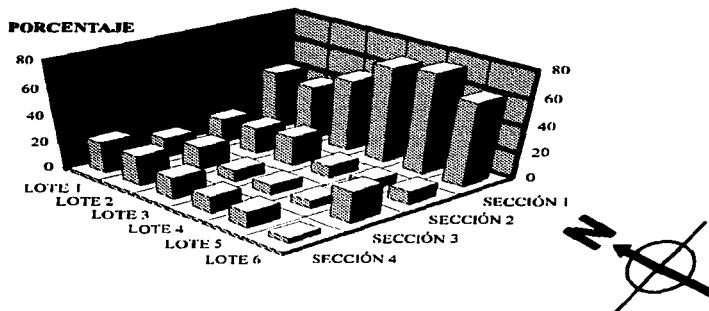


Gráfico 23 Porcentaje de moscas observadas por lote y sección, cada lote como 100%.
 A) Hembras. B) Comparación de medias. C) Machos. D) Comparación de medianas.

A)



B)

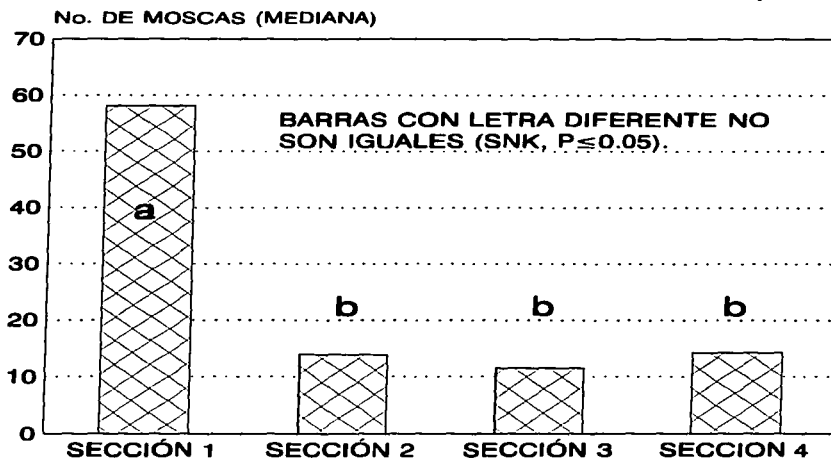


Gráfico 24. Porcentaje de moscas observadas por lote y sección, cada lote como 100%. Moscas totales. A) Infestación total por lote. B) Comparación de medianas.

Estos datos concuerdan con lo descrito en la sección anterior, donde el mayor daño se acumula en la zona este. La cantidad de moscas que penetran a la plantación es considerablemente menor que las que llegan al lote comercial. La distribución menos agregada de las hembras que de los machos explica el daño en casi toda la plantación (Gráficos 18-A y 23-A). En este caso, el comportamiento de discriminación de las hembras permite un óptimo de densidad de oviposiciones generando una distribución más homogénea que por simple azar, disminuyendo la competencia intraespecífica (Prokopy, 1981).

En el Gráfico 25 se aprecia que siempre hubo más machos que hembras en la plantación (58.8 y 41.1% respectivamente). La sección 1 acumuló el mayor número de individuos sin importar su sexo; la cantidad de machos observados en las secciones 1, 3 y 4 es estadísticamente diferente a la cantidad de hembras observadas en esos mismos lotes (Mann-Whitney, $P \leq 0.05$). Solamente en la sección 2 se observaron cantidades similares de hembras y machos. En esta misma gráfica se observa que la distribución de hembras en toda la plantación fue menos agregada que la de los machos.

Esta distribución de machos y hembras puede estar influenciada por la ocupación de los posibles sitios de oviposición (frutas) en la parte exterior y por lo tanto las hembras penetran hacia el centro de la plantación. Es probable que la concentración de los machos en la zona externa puede deberse al hecho de que cuiden algún sitio de oviposición y/o a que las hembras llegan a esa zona y posteriormente penetran a la plantación, lo que les da la oportunidad de cópula. Landolt (1984a), estudiando una plantación de papaya, encontró que las MFP se localizaban en la periferia de la misma, en particular cuando estaba bordeada de mango y aguacate. Camino (1986) menciona que en San Isidro, Morelos, en una plantación de papaya, las MFP se encontraron más en la periferia que en el centro de la plantación. Castrejón (1987) estudiando la misma localidad que Camino (1986) reportó que las hembras se encontraron preferentemente en la parte este de la plantación cerca de la vegetación natural. Landolt (1984a) menciona que muchos tefritidos pasan un mayor tiempo sobre la planta hospedera ovipositando y apareándose, otros están en mayor número sobre el follaje de la planta hospedera y de plantas no hospederas. En este caso resulta ventajoso

permanecer cerca de los sitios de refugio y sólo llegar a la plantación para ovipositar y/o copular. Esto disminuye el tiempo que se está expuesto a depredadores.

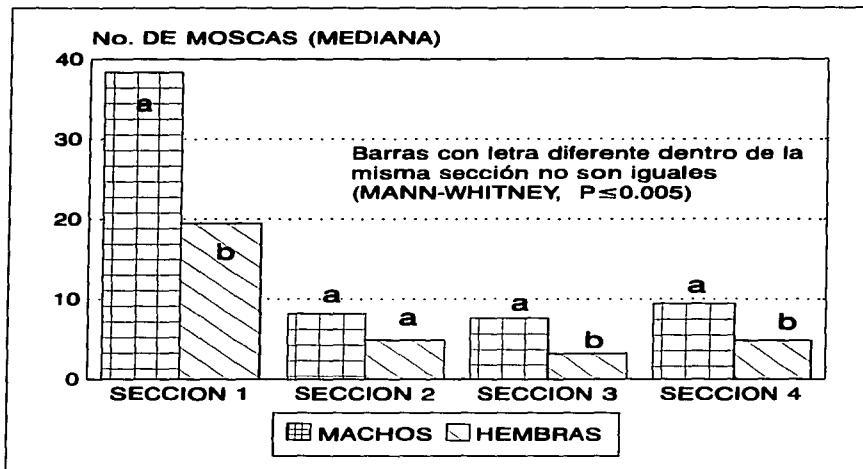


Gráfico 25. Comparación de medianas de machos y hembras en las diferentes secciones de la plantación.

Considerando el número de moscas observadas por lote como el 100%, se ve claramente que la parte este, donde se localizó la zona trampa de los lotes 1, 3 y 5, presenta valores más altos que el resto del lote y que en los lotes 2, 4 y 6 esta relación se invierte (Gráfico 26-A). Este hecho puede estar influenciado por la vegetación en esa zona.

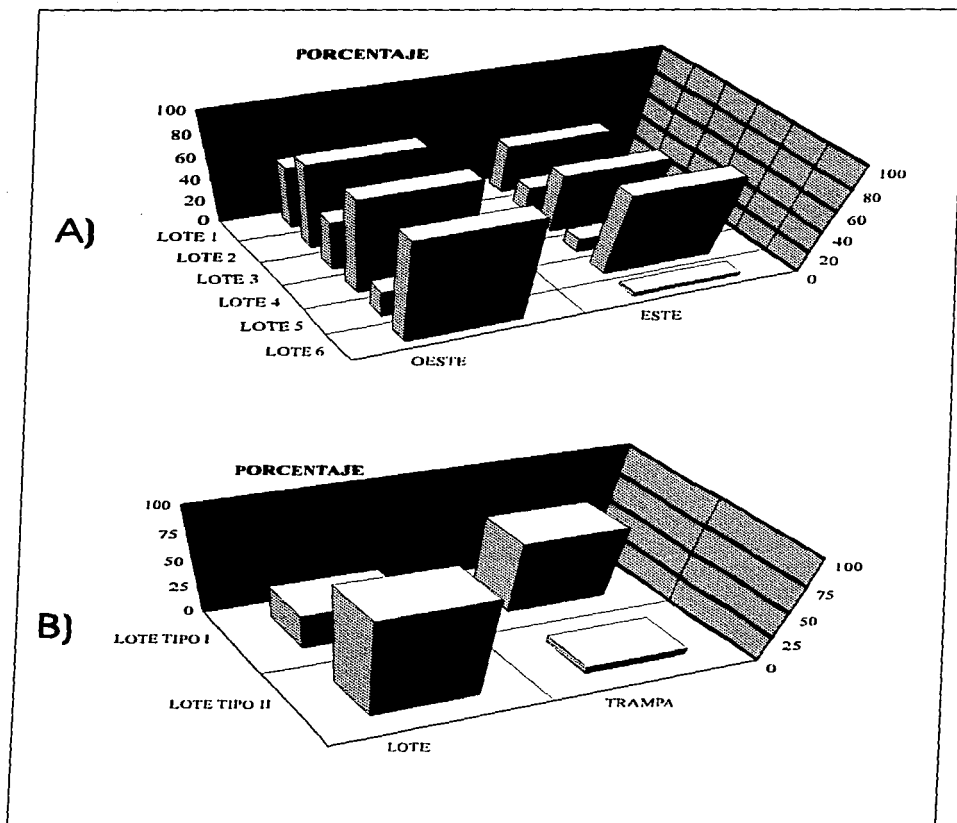


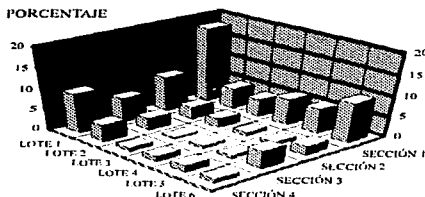
Gráfico 26. Porcentaje de moscas observadas por lote y tipo de lote (zona trampa y resto del lote).

Al comparar la cantidad de moscas que se observaron en la zona trampa (2 primeras filas) y el resto del lote (16 filas) , se encuentra que para el lote tipo I, la zona trampa acumula 57.54%, mientras que el 42.46% se reparte en todo el lote restante. Para el caso del lote tipo II, los valores son 12.80 y 87.19% respectivamente (Gráfico 26-B)

Considerando a la plantación como un todo, la distribución porcentual de las moscas se muestra en el Gráfico 27 A-C. Para el caso de las moscas totales, el 52.6% se concentra en la parte este, el 47.51% en la parte norte y la suma de las dos secciones arroja un total de 79.23%. La distribución de las moscas por sexo es muy parecida y los valores se muestran en la gráfica correspondiente.

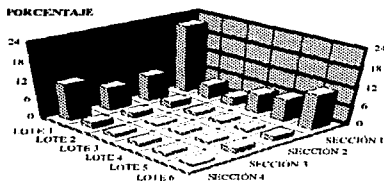
Estos datos muestran claramente la influencia que la vegetación adyacente a un huerto (posibles sitios de refugio) ejerce sobre los patrones de distribución de un insecto y el daño de éste. En el presente estudio, la periferia de la plantación presenta mayor acumulación de moscas y las filas 1-2 retienen o concentran la mayor cantidad de moscas. Este descubrimiento se puede emplear en el diseño de un esquema de manejo integrado de esta plaga. Aluja y Birke (1993) encontraron que el número de larvas de *Anastrepha obliqua* obtenidas de frutos de ciruelos alejados de árboles de mango fue considerablemente menor al encontrado en frutos de ciruelo que estaban cerca de un árbol de mango y que en este caso los árboles de mango funcionan como sitios de refugio y alimentación. Recientemente Aluja et al. (1996) demostraron la influencia de la vegetación en la biodiversidad y en la distribución espacial de varias especies de *Anastrepha* en huertas de mango. Estos autores reportan que el 62.3% de las moscas capturas se colectaron de trampas situadas en la periferia de las plantaciones contra el 37.3% en trampas situadas dentro de la plantación. Así mismo que las huertas con mayores índices de diversidad botánica (índice de Shannon-Weaver) presentaron el mayor número de especies de *Anastrepha* y las mayores capturas de moscas en general.

A)



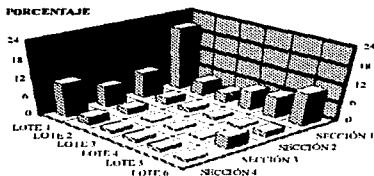
LA SECCIÓN 1 ACUMULA EL 49.54% DEL TOTAL DE HEMBRAS OBSERVADAS, EL LOTE 1 EL 42.22%. LA SUMA DE LAS DOS ZONAS ANTERIORES REPRESENTA EL 73.5% DEL TOTAL

B)



LA SECCIÓN 1 ACUMULA EL 52.59% DEL TOTAL DE MACHOS OBSERVADOS, EL LOTE 1 EL 47.51%. LA SUMA DE LAS DOS ZONAS ANTERIORES REPRESENTA EL 79.21% DEL TOTAL

C)



LA SECCIÓN 1 ACUMULA EL 52.6% DEL TOTAL DE MOSCAS OBSERVADAS, EL LOTE 1 EL 47.52%. LA SUMA DE LAS DOS ZONAS ANTERIORES REPRESENTA EL 79.23% DEL TOTAL.

Gráfico 27. Distribución del porcentaje de moscas observadas en la plantación.

A) Hembras. B) Machos. C) Moscas totales.

Para el caso de *B. dorsalis*, en un estudio hecho en Hawaii, se encontró que la mayor cantidad de moscas se contabilizaron en las partes expuestas a la vegetación y a los vientos dominantes (Vargas et al. 1983a).

El índice moscas/árbol, por tipo de lote (Gráfico 28 A y B), muestra claramente que para el caso del lote tipo I, las moscas se concentran en la zona trampa, siendo esta diferencia abrumadora. En el caso del lote tipo II, la distribución de las moscas es más homogénea, como lo señalan los valores tan parecidos entre los dos sexos. La relación moscas/árbol para hembras, machos y moscas totales, muestra en forma clara la acumulación en el lote I y en la zona este de la plantación (Gráfico 29 A-C). Estos datos muestran de nueva cuenta que la zona trampa efectivamente retiene una cantidad considerable de moscas y que en este caso el lote tipo I es más eficiente que el lote tipo II.

La distribución espacial del daño y de individuos obtenidos con *T. curvicauda* en el presente trabajo y los descritos por Aluja et al. (1996) y Aluja y Birke (1993), apoyan consistentemente el uso de trampas en la periferia de los huertos o cultivos trampa para interceptar el paso de moscas hacia el interior de los mismos, propuesto por Aluja (1993).

V. 3 PATRÓN DIARIO DE ACTIVIDADES

Los primeros individuos se observaron a las 9:00 y los últimos a las 19:00 hrs. Es decir pasan casi 12 horas en la plantación, presentando una curva en forma de campana que concuerda con la temperatura ambiental registrada. Entre las 12:00 y las 14:00 hrs se observó el mayor número de moscas, tanto para hembras como para machos, sin embargo los machos son abundantes antes de medio día y las hembras en la tarde. Se puede apreciar que el máximo número de machos se observó hacia la 12:00 hrs y el de hembras a las 13:00 hrs. (Gráfico 30-A).

La anterior información concuerda con lo expresado por Castrejón (1987), ya que este autor reportó la mayor presencia para hembras y machos de *T. curvicauda* entre

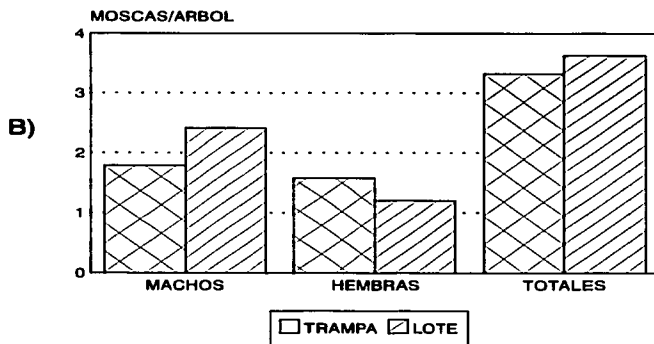
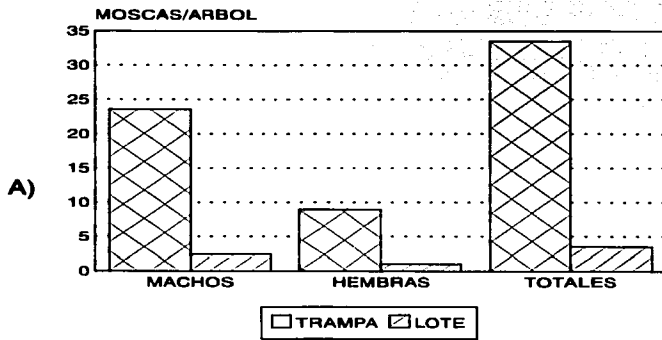
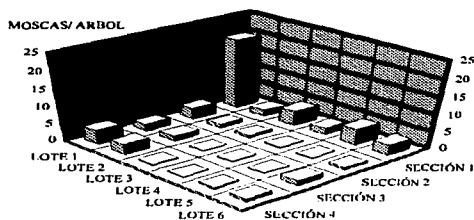
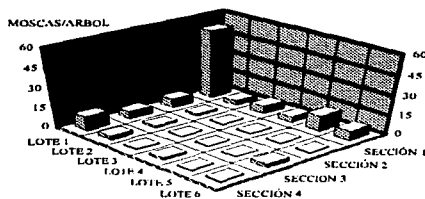


Gráfico 28. Índice moscas/árbol. A) Lote tipo I. B) Lote tipo II.

A)



B)



C)

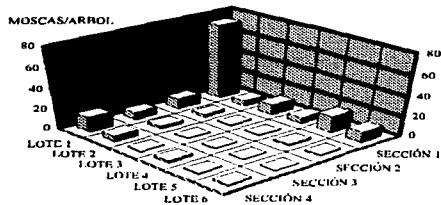


Gráfico 29. Índice moscas/árbol observadas por lote y sección.
 A) Hembras. B) Machos. C) Moscas totales.

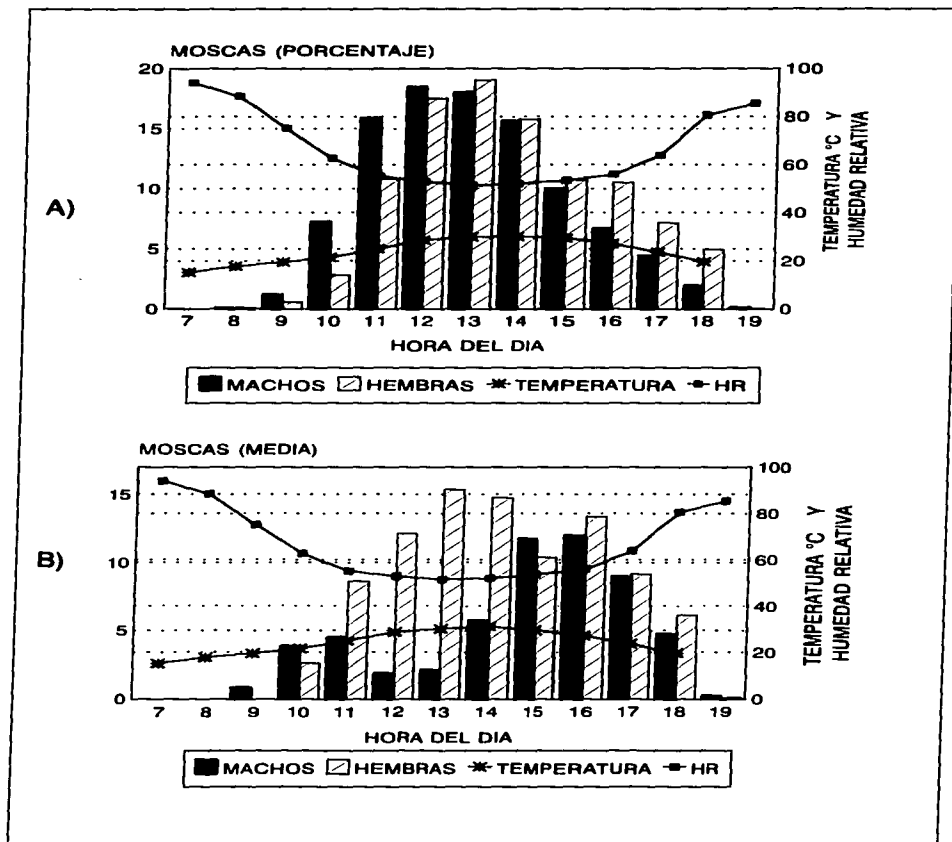


Gráfico 30. Moscas observadas por hora. A) Moscas totales. B) En descanso y limpieza.

las 11:00 y las 15:00 hrs. Landolt y Hendrichs (1983) reportan que en Florida, U.S.A. observaron más MFP a las 17:00 hrs. Landolt et al. (1991) reportan haber observado más moscas entre las 8:00 y las 14:00 hrs. en Guatemala y para Costa Rica entre las 10:00 y las 12:00 hrs. Esta discrepancia puede atribuirse a la diferente localidad y que puede haber un desplazamiento de actividades en el tiempo de acuerdo a la estación del año.

En el caso de *Anastrepha obliqua*, Aluja y Birke (1993) encontraron que en árboles de mango se observaron moscas desde las 7:00 hasta las 17:00 hrs, presentando su máximo entre las 7:00 y las 13:00 hrs. Estos mismos autores, para el caso de *A. obliqua* en ciruela, encontraron un comportamiento muy diferente, ya que la curva de moscas observadas presentó dos picos bien marcados, uno entre las 7:00 y 8:00 hrs y el otro entre las 17:00 y 18:00 Hrs, siendo las horas del medio día las que menor número de moscas registraron.

Al analizar cada actividad de la MFP, se aprecia que el reposo y limpieza se presenta desde las 9:00 hasta las 19:00 hrs, coincidiendo con el aumento y disminución de la temperatura. Sin embargo, al analizar la información de acuerdo a cada actividad, se descubre que el mayor número de machos limpiándose y en reposo se concentra entre las 15:00 y las 17:00 hrs, mientras que para las hembras fue de las 11:00 a las 18:00 hrs (Gráfico 30-B). Villa (1996) encontró que la MFP presenta periodos de reposo durante las 24 horas del día, pero menciona que cambia en función de la edad de los organismo, de modo que durante los primeros días de vida la MFP pasa el mayor tiempo en esta fase. En el caso de *A. obliqua* en árboles de mango, se tiene que para los dos sexos la curva presenta una forma de campana bien definida, observándose individuos en descanso de las 7:00 hasta las 18:00 hrs, siendo ésta más clara en el caso de los machos (Aluja y Birke, 1993). En un estudio realizado con *A. striata* en condiciones de invernadero, se encontró que el descanso se presentó a lo largo del día, registrando que las horas en las cuales descansan hembras y machos son diferentes estadísticamente (Aluja et al. 1993).

En cuanto a las actividades sexuales, se tiene que el "llamado" de los machos de la MFP se presenta de las 9:00 a las 18:00 hrs, concentrándose entre las 11:00 y las 15:00 hrs poco antes de la máxima temperatura registrada (Gráfico 31-A). Villa (1996) encontró que en condiciones de jaula de campo en el estado de Morelos, México y en época de invierno, los machos de la MFP realizan esta actividad desde las 11:00 hasta las 17:00, la cual se concentró entre las 13:00 y las 15:00 hrs. En un estudio realizado con *A. obliqua* en mango en Apazapán, Veracruz, México, se observó que el llamado se presentó entre las 7:00 y las 18:00 hrs, concentrándose esta actividad hacia las primeras horas del día (Aluja y Birke, 1993). Por otro lado, los machos de *A. striata* en condiciones de invernadero "llaman" entre las 10:00 y las 18:00 hrs. en Xalapa, Veracruz, México (Aluja et al. 1993). Por lo expuesto anteriormente se puede decir que las horas de "llamado" de la MFP coinciden con las especies aquí mencionadas, aunque las horas de mayor actividad sean característica de cada especie.

La cópula se presentó entre las 10:00 y las 18:00 hrs, siendo mayor entre las 12:00 y 14:00 hrs (Gráfico 31-B); cabe destacar que el máximo valor obtenido de cópulas se presenta poco después del máximo de llamado. Villa (1996) registró cópulas de la MFP en el árbol hospedante entre las 13:00 y 15:00 hrs. e informó que no observó alguna fuera del entorno del árbol de papaya. Aunque este último dato no es concluyente, debido a que el trabajo se realizó en condiciones de jaula de campo, si aporta información sobre el papel que juega el árbol hospedante no sólo como sitio de oviposición sino como lugar donde se desarrollan otras actividades sexuales. Landolt et al. (1991) encontraron que en Costa Rica en época de primavera, la cópula se presentó entre las 10:00 y las 12:00 hrs y que en Florida se registraron los valores máximos entre las 16:00 y las 17:00 hrs.

La oviposición se registró desde las 11:00 hasta las 19:00 horas, siendo la parte más alta de la curva entre las 15:00 y las 16:00 hrs. Cabe destacar que este último pico se presentó después de alcanzar la máxima temperatura (Gráfico 31-C). Villa (1996) menciona que la MFP oviposita entre las 11.00 y las 18:00. Landolt et al (1991) mencionan que en

Costa Rica la oviposición se da entre las 10:00 y las 12:00 hrs, mientras que para Florida nuevamente registran los valores más altos en la tarde (17:00 hrs).

En resumen, existe una distribución en el tiempo de cada una de las actividades sexuales, ya que las curvas de llamado, cópula y oviposición presentan un ligero desplazamiento durante el día, una con respecto a la otra (Gráfico 31 A, B y C). Cabe mencionar que la diferencia tan marcada entre las horas de las diferentes actividades tanto en Morelos, México, como en Costa Rica y Florida, E. U. A se pueden deber a las diferentes condiciones de iluminación y de insolación de cada una de las localidades en particular.

Se ha mencionado con anterioridad que esta mosca viaja de la vegetación aledaña hacia las plantaciones (Landolt y Hendrichs, 1983; Landolt, 1984b). La información obtenida de este experimento apoya esa tesis. Sin embargo, es posible que algunos individuos pernocten en las hojas de la planta, esto debido a que en 3 ocasiones se observaron moscas a las 8:00 hrs. con una temperatura aproximada de 16°C y que no presentaban movimiento. Villa (1996) menciona que en condiciones de cautiverio, el 50% de los machos y el 12.5 % de las hembras bajo observación, se encontraron durante la noche en el hospedante y no se desplazaron a los no hospedantes hasta las primeras horas del día.

La gráfica de llamado de los machos tiene sus mayores valores a las 12:00, la gráfica de cópula a las 14:00 hrs y la de oviposición entre las 15 y 16:00 hrs. Esto sugiere que puede haber un arribo diferencial por parte de las hembras de diferente grado de madurez sexual, de forma que las hembras grávidas esperan las primeras horas de la tarde para buscar sitios de oviposición. Villa (1996) menciona que los árboles no hospedantes funcionan como sitio de refugio de las moscas, principalmente de hembras, y que éstas viajan al árbol de papaya para oviposición y cópula.

Aluja y Birke (1993) mencionan que las hembras de *A. obliqua* presentan un comportamiento diferencial, ya que utilizan las primeras horas de la mañana o las últimas de la tarde para ovipositar.

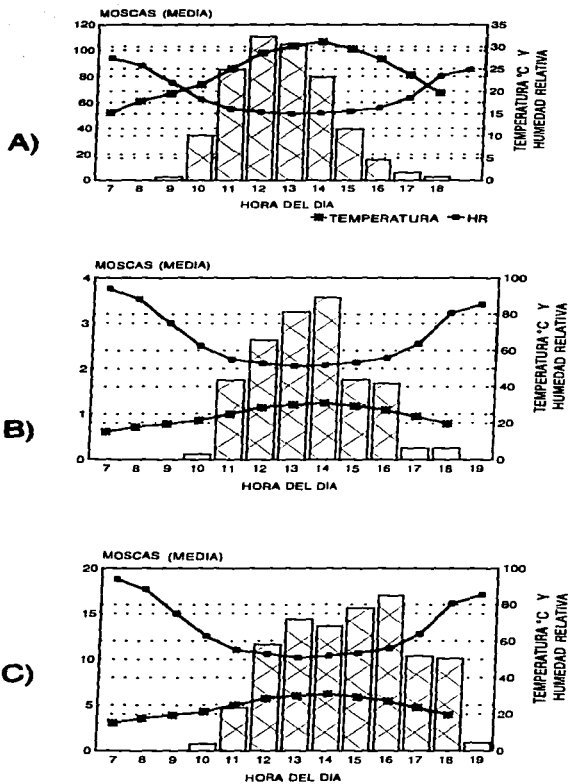


Gráfico 31. Moscas observadas por hora. A) Machos llamando. B) Cópulas. C) Hembras ovipositando.

V. 4 EVALUACIÓN DE TRAMPAS PARA LA CAPTURA DE LA MFP

Se capturaron en todas las trampas un total de 108 moscas durante las 7 réplicas con un promedio de 15.42 moscas por réplica (Cuadro 5). El 63.88% de las capturas totales, el 67.39% de las hembras y el 61.22% de los machos fueron capturados en trampas cebadas con feromona (Cuadro 6). El 86.2 % de las moscas totales, el 89.13% de las hembras y el 83.8% de machos fueron capturados en las trampas cilíndricas. La relación sexual encontrada en este experimento fue de 1.34:1 machos-hembras. Al realizar una prueba de "z" entre las capturas con feromona y sin feromona se tiene que para las hembras, machos y capturas totales existe diferencia significativa ($P=0.002$, $P=0.02$ y $P<0.01$ respectivamente). El cuadro 7 resume las capturas por réplica, sexo y cebo empleado.

CUADRO 5. CAPTURA DE LA MFP EN LAS DIFERENTES TRAMPAS EVALUADAS

Trampa No.	Hembras	Machos	Total
1	3	7	10
2	2	3	5
3	3	2	5
4	0	4	4
5	12	10	22
6	8	8	16
7	13	19	32
8	5	9	14
Total	46	62	108

El análisis de varianza bifactorial realizado con las capturas de hembras, indica que existe diferencia entre los tipos de trampas ($P<0.001$), entre los cebos empleados ($P<0.001$) y que existe interacción entre ambos factores ($P=0.020$). La comparación de medias (SNK,

$P < 0.05$) indica que las trampas 5, 6 y 7 son más eficientes, siendo la primera diferente a las otras dos. Las trampas 1, 2, 3 y 4 forman un grupo homogéneo entre sí y la trampa 8 está en la transición de los dos grupos anteriores (Gráfico 32-A).

CUADRO 6. CAPTURAS POR TIPO DE CEBO EMPLEADO

	Con feromona	Sin feromona	Probabilidad
Hembras	67.39%	32.6%	$P=0.002$
Machos	61.22%	38.78%	$P=0.02$
Totales	63.6%	36.11%	$P < 0.01$

CUADRO 7. CAPTURA DE MOSCAS POR RÉPLICA, SEXO Y CEBO EMPLEADO

Réplica	Con feromona			Sin feromona		
	Hembras	Machos	Total	Hembras	Machos	Total
1	2	2	4	2	4	6
2	7	5	12	2	4	6
3	1	2	3	2	4	6
4	1	2	3	4	0	4
5	6	9	15	3	6	9
6	10	6	16	0	2	2
7	4	12	16	2	4	6
Total	31	38	69	15	24	39

Cabe señalar que en el caso de las trampas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 la presencia de la feromona no aumenta la captura de hembras. En las trampas de papel pegajoso (trampas 7 y 8), la feromona aumenta la captura de moscas. Es interesante notar que las trampas con "Pestick" presentaron las menores capturas, lo cual puede explicarse de varias formas: 1) El

“Pestick” funciona como repelente de las hembras, 2) La superficie de contacto no está “libre” para que la mosca toque el pegamento y quede atrapada. Las trampas “pegajosas” presentan como desventajas la dificultad de manejo y la impregnación de polvo y/o basura ocasionada por el viento y la disminución de la superficie de contacto conforme captura individuos. Aunque los resultados no son concluyentes, se puede decir que la forma cilíndrica es más atractiva que la esférica para las hembras de la MFP; sin embargo, lo anteriormente expresado no concuerda con la suposición de que una trampa que semeje la forma de fruta sería más atractiva a las moscas de la fruta (Economopoulos, 1989).

En el caso de los machos se encuentra diferencia significativa entre trampas ($P < 0.001$), no existe preferencia por el cebo ($P = 0.280$) y la interacción cebo-trampa es significativa ($P = 0.012$). La prueba de medias (SNK, $P < 0.05$) no logra separar las trampas entre sí; sin embargo, el Gráfico 32-B muestra que la trampa 1, 6 y 7 presentan los valores más altos de captura, siguiendo la 5 y la 8. Las trampas 2, 3 y 4 son las que menos moscas capturaron. Para los machos la trampa redonda con “Pestick” es de las más atractivas (al contrario que las hembras) siguiendo las de forma cilíndrica y la de papel. En este caso la gráfica correspondiente muestra que la presencia de la feromona aumenta las capturas en las trampas esféricas y en las de papel, encontrando que la acción de la feromona no es aditiva a la forma de la trampa 5.

En 1982, Greany et al., estudiando a *Anastrepha suspensa* (Loew), mencionaron la posibilidad de un efecto sinérgico en una trampa, combinando una clave visual y un atrayente químico. Landolt y Heath (1988) mencionan que las hembras de la MFP responden bien a la feromona y al estímulo visual (esfera verde), sin embargo no mencionan la respuesta de los machos a estos estímulos. Estos mismos autores, en 1990, señalan que la trampa de forma esférica usada por ellos, es capaz de capturar moscas sin feromona. Para la mosca de la manzana, *Rhagoletis pomonella*, se menciona que la presencia de una mezcla de atrayentes volátiles en trampas pegajosas (sticken) esféricas de color rojo incrementó fuertemente la captura sobre las esferas sin cebo y fueron capaces de detectar bajas poblaciones de esta mosca (Reissig et al. 1985). Posteriormente, Aluja y Prokopy (1993)

dilucidaron el papel que juega la atracción visual y la olfativa en **R. pomonella**, demostrando que cuando el estímulo visual es débil, la acción del estímulo olfativo es de gran importancia para encontrar alguna fruta, pero si el estímulo visual es fuerte, el atrayente parece no aumentar la probabilidad de encontrar alguna manzana en el árbol. En el caso de **Rhagoletis tomatitis** (Foote), se encontró que esferas amarillas de 10 cm fueron atractivas por sí solas, pero que su eficiencia aumentó considerablemente al intercalarlas entre plantas de tomate (Frias et al. 1993).

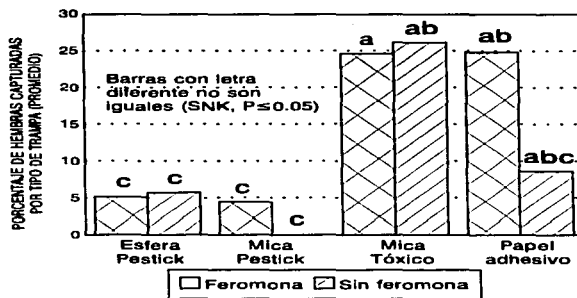
Es interesante señalar que para el caso de las hembras, la presencia de la feromona por sí sola juega un papel importante en el proceso de atracción o localización de algún sitio, sin embargo para los machos la presencia de la feromona por sí sola no es un factor importante. Esto muy probablemente se relacione con el reconocimiento de los potenciales sitios de oviposición y como proponen Landolt et al. (1992) para la MFP, el macho selecciona los sitios de oviposición y la hembra grávida arriba a ellos guiada por el olor del macho y de la fruta de la papaya.

Por otro lado si se analiza la forma geométrica de una papaya, se puede decir que está formada por dos medias esferas y un cilindro, es posible que las formas o líneas rectas ejerzan atracción sobre las hembras y las formas o líneas curvas sobre los machos, sin embargo hasta la fecha no existe información al respecto para esta mosca.

Al eliminar machos de la plantación disminuiría la competencia entre los sitios de liberación de feromona (trampa o macho) y las hembras serían atraídas a las trampas aumentando su eficiencia (Landolt y Heath, 1990) y por lo tanto se reduce el número de trampas por área (Economopoulos, 1989).

El manejo integrado de plagas hace uso del comportamiento diferencial que exhiben algunos organismos, como la respuesta a algún tipo de cebo o atrayente por parte de individuos de un sexo; esto sucede con la técnica denominada “aniquilamiento de machos” empleada para **Dacus dorsalis** y en menor grado **Dacus cucurbitae** y **Ceratitis capitata**,

A)



B)

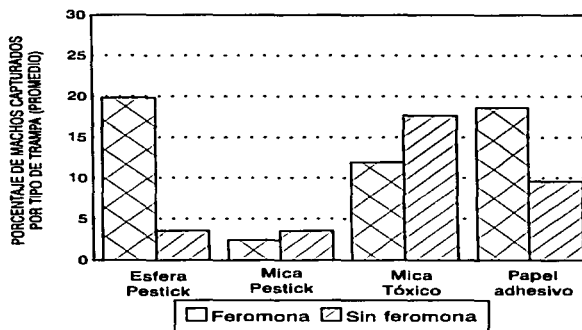


Gráfico 32. Porcentaje de moscas capturadas por trampa (promedio).

A) Hembras.

B) Machos.

(Cunningham, 1989). Los resultados mostrados anteriormente sugieren que es posible explotar este comportamiento diferencial de machos y hembras de la MFP, ya que las hembras prefieren formas cilíndricas sobre las esféricas y que sea factible diseñar un sistema de trapeo para machos o hembras utilizando la trampas esféricas o cilíndricas.

Si se analiza la facilidad de manejo de las trampas que obtuvieron mejor resultado, se tiene que la trampa hecha con mica es la más resistente y por lo tanto, a la larga, resulta la más barata, aunque la exposición al sol y la acumulación de polvo modifica el color inicial. El uso de la feromona no arrojó un efecto aditivo en las capturas, por lo que se puede concluir que el uso de la trampa sola sería efectivo. Por otro lado, las trampas fabricadas con papel pegajoso tienen a su favor que la feromona potencializa su efecto, su manejo no es tan embarazoso, son relativamente baratas y se pueden cambiar cada semana. Sin embargo, como en el presente estudio no se encontró diferencia estadística entre estas dos trampas, la decisión sobre cual proponer para un trapeo con fines de monitoreo o de control debe ser el resultado de un experimento donde se comparen estos dos diseños, la disponibilidad de alguna de ellas o bien de la preferencia de cada persona.

V.5 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS DEL DISEÑO DE PLANTACIÓN PROPUESTO.

Debido a las variaciones del precio de la fruta, se optó por presentar el costo del control en valor porcentual de la producción. Los valores presentados fueron obtenidos en la primera plantación experimental. Se tomó como parámetro una producción promedio de 32.5 kg./planta/temporada y una densidad de 1600 plantas/ha.

En el cuadro 8, se observa que si el sistema propuesto se implanta en un terreno de una hectárea, la fruta que se deja de producir representa el 25.25% del total de la producción (costo), esta relación disminuye conforme aumenta la extensión de terreno, ya que conforme las dimensiones aumentan, el porcentaje que representa la cantidad de plantas que no se siembra disminuye, hasta tener un valor de 9.64%.

CUADRO 8. RELACIÓN ENTRE EXTENSIÓN, No. DE PLANTAS POSIBLES, No. DE PLANTAS BAJO EL SISTEMA PROPUESTO Y COSTO.

Extensión	No. de plantas posibles	No. de plantas bajo el sistema propuesto	Diferencia	Costo (%)
1 ha.	1600	1132	468	25.25
4 ha.	6400	5212	1188	18.56
6 ha.	9600	8092	1508	15.70
8 ha.	12800	10972	1828	14.28
9 ha.	14400	12572		12.69
12 ha.	19200	17502	2148	11.18
16 ha.	25600	23132	2468	9.64

El porcentaje de pérdida puede disminuirse recurriendo a tres acciones: 1) Utilizar una variedad altamente susceptible en la zona trampa, 2) Aumentar la densidad de siembra en el lote comercial, 3) Implementación de un sistema de trampas cebadas con feromona.

La primer acción implica que la recolección y destrucción de frutos sea muy intensa y constante, ya que se corre el riesgo de crear un foco de infestación. Es recomendable que en el lote comercial se cultive una variedad de papaya con un buen precio en el mercado y por estar menos expuesta al ataque de la MFP, el aspecto de la fruta le permita obtener mejores precios y esto compense las “pérdidas”. Cabe mencionar que es posible obtener producción de las plantas ubicadas en el cultivo trampa por lo que no se consideran frutos “perdidos”.

Esta propuesta tiene otras ventajas: 1) Prescindir del uso de algún insecticida, (lo que disminuye los costos de producción), 2) Potencializar la eficiencia del cultivo trampa con el uso de trampas cebadas con feromona y 3) Es posible adecuar este sistema con la propuesta de Andrade et al. (1994), para control de virosis, en el cual se incluyen cultivos de maíz y jamaica. El sembrar los dos cultivos antes mencionados en la zona donde no hay papayas,

proporciona varios beneficios para el productor: 1) Tiene un ingreso diferente de la comercialización de fruta, 2) Puede evitar o al menos retardar la presencia de virosis en la plantación y 3) La presencia del maíz y jamaica pueden funcionar como cultivo barrera para la MFP.

V.6. CONSIDERACIONES FINALES

La información generada en este trabajo, donde se prueba la efectividad de trampas cebadas con feromona sexual, y donde además se demuestra claramente que la distribución de moscas y del daño producido por las mismas, se concentra en la periferia de la plantación y que está en gran medida determinada por la vegetación aledaña como fuente de alimentación, sitios de refugio o de otros satisfactores para la mosca de la papaya, sienta las bases para proponer un esquema de manejo biorracional de esta mosca.

En el caso específico de San Isidro, Yautepec, Morelos, la mayor concentración de moscas y de daño se presentó en la zona norte y la zona este de la plantación (la zona norte representa el 44.6%, la zona este el 33.22% y entre las dos el 64.38% del daño total), precisamente hacia donde está la vegetación natural. La distribución espacial de las hembras coincidió con la distribución del daño, no así con la de los machos que tienden a estar en las filas externas de la plantación. Se observó un efecto gradual del daño de la parte externa hacia la interna. En el caso de la segunda plantación, se cuantificó en la zona externa de la misma, un valor de infestación casi 9 veces mayor que en la zona interior (0.8119 para la zona exterior y 0.02908 para la interior).

Esta información claramente apoya la tesis de Aluja y Liedo (1986) sobre la factibilidad del uso de cultivos trampa para interceptar a las moscas en su desplazamiento de la vegetación hacia las huertas. Así mismo, apoya la propuesta de Landolt et al. (1988) de colocar trampas en la periferia de la plantación para disminuir el ataque de esta mosca.

Por lo que respecta al patrón de actividades diarias, se aprecia una secuencia bien establecida donde el “llamado” de machos, las cópulas y las oviposiciones se desfasan en el tiempo (siendo el pico de “llamado” entre las 11:00 y 14:00 hrs. el de las cópulas entre las 12:00 y 14:00 hrs. y el de la oviposición entre las 13:00 y 17:00 hrs.). Cabe aclarar que esta información tiene discrepancias con lo reportado por otros autores (Landolt et al., 1991), sin embargo siguen la misma secuencia de eventos, es decir “llamado”, cópula y oviposición.

La información obtenida sobre los diferentes tipos de trampas y el uso de la feromona sexual como cebo, permite proponer su uso con la seguridad de que capturan a la MFP bajo las condiciones climáticas de nuestro país. La potencialización de la trampa de papel pegajoso con la feromona, nos indica que es la que presenta mejores perspectivas de uso.

Por lo antes expuesto se propone el siguiente esquema de manejo para un huerto piloto:

- 1. Localizar los puntos de refugio de la MFP y los hospederos alternantes en la vegetación.**
- 2. Colocar el cultivo trampa entre el lote comercial y el lugar donde se refugian las moscas y mantener la distancia de 10 metros entre ellos.**
- 3. Ubicar en el cultivo trampa árboles que produzcan flores femeninas, evitando en lo posible la presencia de árboles hermafroditas o machos. Se recomienda la siembra en “tres bolillos” a 2.5 mts entre plantas y filas.**
- 4. El lote comercial puede ser sembrado conforme los intereses o costumbres de cada región productora de papaya.**
- 5. Al momento de encontrar los primeros indicios de ataque por la MFP (grumos de látex) en la zona trampa o plantación, realizar en forma intensiva en la zona trampa, la recolección de frutos dañados cuando aún estén en el árbol y proceder a su destrucción, así como en las 2 primeras filas de la plantación. La recolección de los frutos en el resto de la plantación puede ser realizada cada semana.**
- 6. Por ningún motivo dejar fruta infestada en o cerca de la plantación.**

- 7. Colocar trampas de papel adhesivo con feromona en la hilera exterior de la zona trampa y cambiarlas cada semana.**
- 8. Intensificar las acciones de control (recolección de frutos y trampeo) después del inicio del período de lluvias.**

Finalmente es necesario mencionar que el esquema de manejo que se propone está en función de aspectos particulares de cada sitio y de las posibilidades económicas de cada productor. Para implementar el presente esquema de manejo es necesario tomar en cuenta las características topográficas, la forma y extensión del terreno, los posibles sitios de refugio de estas moscas, las fuentes de humedad (sombra de árboles, cañadas, etc.), las condiciones climáticas de cada región y en que tipo de mercado se va a comercializar la fruta.

En situaciones donde no es posible tener 10 metros de separación entre el cultivo trampa y el lote comercial por las características del lugar o las necesidades propias del productor, se puede intensificar el uso de trampas e incluso colocar algunas en la vegetación (sin embargo la eficiencia de ésta última práctica no ha sido documentada) y efectuar labores intensivas de colecta y destrucción de frutos en las zonas externas de la plantación.

Existen algunos aspectos que no se han contemplado en el presente trabajo y que serían de gran ayuda para mejorar el esquema propuesto, entre ellos: a) No se conoce el impacto que tiene la recoleta, destrucción de frutos y uso de trampas en la población de moscas, b) Se desconoce la densidad óptima de trampas por unidad de superficie y por lo tanto la posibilidad de un sistema de trampeo masivo con fines de control, c) No se conoce que tan eficiente sería el colocar trampas en zonas donde hay una alta concentración de moscas, ya sea en la plantación o en la vegetación adyacente y cuantas trampas colocar en cada lado, d) Es necesario proponer alguna actividad productiva en la franja de terreno entre el cultivo trampa y el lote comercial, ya que la no utilización de esa área representa pérdidas para el productor y debido a las características propias de las plantas de papaya (régimen

hídrico, tipo de suelo, muy susceptible a agroquímicos y alelopatías) es necesario investigar sobre el particular.

VI CONCLUSIONES

- ◆ **Se observó un claro efecto de borde influenciado por la vegetación presente en la parte este y norte de la plantación, que muy probablemente provee refugio a esta mosca. Las dos primeras filas expuestas a la vegetación representan el 7% de los frutos y acumulan el 23% del daño total. Se pudo apreciar un efecto gradual del daño de afuera hacia adentro de la plantación.**
- ◆ **El cultivo trampa de la segunda plantación presentó un valor de frutos picados/frutos totales casi 9 veces mayor que el lote comercial (0.1819 para el cultivo trampa y 0.02908 para el lote comercial). El espacio de 10 mts entre el lote trampa y el comercial resultó una distancia adecuada.**
- ◆ **La feromona utilizada en este experimento sí es capaz de atraer a ambos sexos de la MFP. Se observó un comportamiento diferencial por sexo hacia la forma de las trampas, ya que las hembras prefieren formas cilíndricas sobre las esféricas.**
- ◆ **La presencia de feromona en las trampas de papel aumenta la captura de hembras. En las trampas con mica y tóxico no existe ningún efecto aditivo. Para los machos se presentó un efecto aditivo en las capturas de las trampas esféricas y de papel adhesivo.**
- ◆ **Finalmente se concluye que la vegetación aledaña a una plantación de papaya influye en la distribución de las moscas y del daño ocasionado y la presencia de feromona sexual incrementó en casi un 50% la captura de moscas en las trampas evaluadas, por lo que se consideran válidas las hipótesis I y II.**

VII BIBLIOGRAFIA.

- ALUJA, S. M. 1993. **MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA DE LA FRUTA**. 1ª ed. Trillas, México, D. F. 252 pp.
- ALUJA, S. M. 1993a. The study of movements in Tephritid flies: Review of concepts and recent Advances. **EN FRUIT FLIES: BIOLOGY AND MANAGEMENT**. M. Aluja y P. Liedo (Eds.), Springer-Verlag. New York. USA.
- ALUJA, S. M. 1994. Bionomics and management of *Anastrepha*. *Ann. Rev. Entomol.* **39** :155-178.
- ALUJA, S. M. 1996. Future trends in fruit fly management. **EN ECONOMIC FRUIT FLIES: A WORLD ASSESSMENT OF THEIR BIOLOGY AND MANAGEMENT** B. A. McPherson & G. J. Steck, Eds. St-Lucie Press. 309-320.
- ALUJA, S. M. y BIRKE, A. 1993. Habitat use by adults of *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae) in a mixed mango and tropical plum orchard. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **86**: 799-812.
- ALUJA, M. y P. LIEDO. 1986. Future perspectives on integrated management of fruit flies in México. **EN PEST CONTROL: OPERATIONS AND SYSTEMS ANALYSIS IN FRUIT FLY MANAGEMENT**. M. Rangel, R. Plant y J. Carey (Eds.). 12-48 pp. Springer, New York, USA.
- ALUJA, S. M. y R. PROKOPY. 1993. Host odor and visual stimulus interaction during intratree host finding behavior of *Rhagoletis pomonella* flies. *J. Chem. Ecol.* **19**: 2671-2696.

- ALUJA, S. M.; M. CABRERA; J. GUILLEN; H. CELEDONIO y F. AYORA. 1989.** Behaviour of *Anastrepha ludens*, *A. obliqua* and *A. serpentina* (Diptera: Tephritidae) on a wild mango tree (*Manguifera indica*) harbouring three McPhail traps. *Insect Sci. Applic.* **10**: 309-318.
- ALUJA, M.; JÁCOME, I.; BIRKE, A.; LOZADA, N.; y QUINTERO, G. 1993.** Basic patterns of behavior in wild *Anastrepha striata* (Diptera:Tephritidae) flies under field-cage conditions. *Ann. Entomol. Soc. Am.* **86**: 776-793.
- ALUJA, M.; JIMÉNEZ, A.; CAMINO, M.; ALDANA, L.; CASTREJÓN, V. y VALDÉS, E. 1994.** Determinación de la susceptibilidad de tres variedades de papaya (*Carica papaya*) al ataque de *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae). *Fol. Entomol. Mex.* **90**: 33-42.
- ALUJA, M; H. CELEDONIO-HURTADO; P. LIEDO; M. CABRERA; F. CASTILLO, J. GUILLÉN y E. RÍOS. 1996.** Seasonal population fluctuation and ecological implications for management of *Anastrepha* fruit flies (Diptera: Tephritidae) in comercial mango orchards in southern Mexico. *J. Econ. Entomol.* **89**: 654-667.
- ANDRADE, H.; GARCÍA, E.; MORA, A.; NIETO, D.; TELIZ, D. y VILLANUEVA, J. 1994.** Manejo integrado del virus de la mancha anular del papayo en Veracruz, México. Resúmenes. XL. Reunión Anual. INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE (ISTH). Campeche, México: 175.
- APPLE, J. L.; P. S. BENEPAL; R. BERGER y G. W. BIRD. 1979.** Integrated pest management. A program of research for the State Agricultural Experiment Stations and the Colleges of 1890. A study conducted by the Intersociety Consortium for plant protection. EN INTRODUCCIÓN AL MANEJO DE PLAGAS DE INSECTOS. METCALF, R. L. y WILLIAM H. LUCKMANN. Noriega Ed. México. 710 pp.

- BAKKE, A. y LIE, R. 1989. Mass trapping. EN INSECT PHEROMONES IN PLANT PROTECTION. A. R. Jutsum y R. F. S. Gordon (Eds). John Wiley and Sons. 67-87 pp. London.**
- BAKER, A. C.; W. STONE E.; C. PLUMMER C. y M. McPHAIL. 1944. A review of studies on the Mexican fruit fly and related Mexican species. USDA. Miscellaneous Publication. No. 531. Washington, D. C.**
- BAKER, P. S.; CHAN, A. S. T. y JIMENO-ZAVALA, M. A. 1986. Dispersal and orientation of sterile *Ceratitis capitata* and *Anastrepha ludens* (Tephritidae) in Chiapas, Mexico. *J. Applied Ecol.* **23**: 27-38.**
- BATEMAN, M. A. 1972. The ecology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* **17**:493-518.**
- BORROR, D. J.; DeLONG, D. M. y TRIPLERTHON, C. A. 1978. AN INTRODUCTION TO THE STUDY OF INSECTS. New York. Rinehart y Winston. New York. U.S.A.**
- BOX, G. E .P.; W.G. HUNTER, y J. S. HUNTER. 1978. STATISTICS FOR EXPIRIMENTERS. AN INTRODUCTION TO DESIGN, DATA ANALYSIS AND MODEL BUILDING. J. Wiley & Sons, N. Y. New York.**
- CAMINO, L. M. 1986. Fluctuación poblacional y daños de *Toxotrypana curvicauda* Gerst. (Diptera:Tephritidae) en papaya en San Isidro, Yautepec, Morelos. Resúmenes. XXI Congreso Nacional de Entomología. Monterrey, N.L. 152-153.**

- CASTREJÓN, A. F. 1987. Aspectos de la Biología y hábitos de *Toxotrypana curvicauda* Gerst. (Diptera:Tephritidae) en condiciones de laboratorio y su distribución en una plantación de *Carica papaya* L. en Yautepec, Mor. Tesis profesional. Esc. Nal. de Ciencias Biológicas. I.P.N. 87 p**
- CASTREJÓN, A. F. 1994. Glándulas productoras de feromona sexual en *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae). Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos, México.**
- CASTREJÓN A. F. y CAMINO L. M. 1991. New host plant record for *Toxotrypana curvicauda* (Diptera:Tephritidae). *Fla. Entomol.* 74:466.**
- CASTREJÓN, G. V.; ALUJA, S. M. y FIGUEROA, B. R. 1993. Evaluación de dos atrayentes naturales y su dinámica de atracción para la mosca de la fruta de la papaya *Toxotrypana curvicauda*, en trampas Mcphail, en Morelos, México. Resúmenes. V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología. 4-8 julio. Porlamar, Venezuela.**
- CEDEÑO, R. H. 1992. Convenios de Exportación. EN Memorias del VI Curso Internacional sobre Mosca de la Fruta. Tomo II. Programa Moscamed. Metapa de Domínguez, Chiapas, México.**
- CELEDONIO-HURTADO, H.; ALUJA, M. y LIEDO, P. 1995. Adult population fluctuations of *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in tropical orchard habitats of Chiapas, Mexico. *Environ. Entomol.* 24: 861-869.**
- CHAMBERS, J. 1990. Overview on stored-products insect pheromone and food attractants. *J. Kansas Entomol. Soc.* 63 : 490-499.**

- CHRISTENSON, L. D. y FOOTE, R.H. 1960. Biology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 5:53-68.**
- CHUMAN, T.; P. J. LANDOLT; R. R. HEATH y J. H. TUMLINSON. 1987. Isolation, identification, and synthesis of male-produced sex pheromone of papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae). *J. Chem. Ecol.* 13: 1979-1992**
- CUNNINGHAM, R. T. 1989. Population detection. EN WORLD CROP PEST: FRUIT FLIES. THEIR BIOLOGY, NATURAL ENEMIES AND CONTROL. A. S. Robinson y G. Hooper (Eds.). Vol. 3b. Elsevier. 169-173 pp.**
- CUNNINGHAM, R. T. 1989a. Parapheromones. EN WORLD CROP PEST: FRUIT FLIES. THEIR BIOLOGY, NATURAL ENEMIES AND CONTROL. A. S. Robinson y G. Hooper (Eds.). Vol. 3b. Elsevier. 221-230 pp.**
- DANIEL, W. WAYNE. 1995. BIostatistics: A FOUNDATION FOR ANALYSIS IN THE HEALTH SCIENCES. Sixth edition. Wiley series in probability and mathematical statistics-applied. John Wiley and Sons Inc. Ed. 780 pp.**
- DREW, R. A. I. y HOOPER, G. H. S. 1981. The responses of fruit flies species (Diptera:Tephritidae) in Australia to various attractants. *J. Australian Entomological Society.* 20: 201-205.**
- DUAN, J. J. y RONALD J. PROKOPY. 1995. Control of apple maggot flies (Diptera: Tephritidae) with pesticide-treated red spheres. *J. Econ. Entomol.* 88: 700-707.**

ECONOMOPOULOS, A. P. 1989. Use of traps based on color and/or shape. EN WORLD CROP PEST: FRUIT FLIES. THEIR BIOLOGY, NATURAL ENEMIES AND CONTROL. A. S. Robinson y G. Hooper (Eds.). Vol. 3b. Elsevier. 315-327 pp.

ENKERLIN W. D. 1992. Dispersión y desplazamiento de las poblaciones de moscas de la fruta. EN Memorias del VI curso internacional sobre moscas de la fruta. Tomo 1. Programa Moscamed, Metapa de Domínguez, Chiapas. 101 pp.

ENKERLIN, D.; GARCÍA, L. y LÓPEZ, F. 1989. Pest status: México, Central And South America EN WORLD CROP PEST: FRUIT FLIES. THEIR BIOLOGY, NATURAL ENEMIES AND CONTROL. A. S. Robinson y G. Hooper (Eds.). Vol. 3a. Elsevier. 83-84 pp.

ENKERLIN, W.D. y D. ENKERLIN. 1988. Dispersive movements of native and sterile *Anastrepha ludens* (Loew) adults and of the tropical species *Anastrepha serpentina* (Wied) in an area with native and cultivated hosts. Proc. Inter. Simp. XVIII Congress of Entomology, Vancouver, Canada.

EPSKY, D. N.; ROBERT H. HEATH; HOLLER, T. C.; HARRIS D.L. y MULLINS T. 1994. Corn Steepwater as protein bait for *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae). *Environ. Entomol.* **23: 827-831.**

EPSKY, D. N.; ROBERT H. HEATH; ANTONIO GUZMÁN y WENDY MEYER. 1995. Visual cue and chemical cue interactions in a dry trap with food-based synthetic attractants for *Ceratitidis capitata* and *Anastrepha ludens* (Diptera:Tephritidae). *Environ. Entomol.* **24: 1387-1395.**

ESKAFI, F. M. y ROY T. CUNNINGHAM. 1987. Host plants of fruit flies (Diptera: Tephritidae) of economic importance in Guatemala. *Fla. Entomol.* **70: 116-123.**

- FINCH, S.** 1986. **Assesing host-plant finding by insects. EN INSECT-PLANT INTERACTIONS.** James R. Miller y Thomas A. Miller (Ed). Springer-Verlag. New York.
- FRÍAS, L. D.; GONZÁLEZ, C.; HENRY, A. y ALVINA, A.** 1993. **Distribución geográfica y respuesta visual de *Rhagoletis tomatitis* Foote (Diptera:Tephritidae) a trampas esféricas y rectángulos de diferentes colores.** *Acta Entomol. Chil.* **18:** 185-194.
- GARCÍA, E.** 1981. **MODIFICACIONES AL SISTEMA CLIMÁTICO DE KÖPPEN.** Instituto de Geografía. Univ. Nal. Auton. Mex.
- GONZALEZ, H. A. y L. O. TEJADA.** 1979. **Fluctuación de las poblaciones de *Anastrepha ludens* (Loew) y de sus enemigos naturales en *Sargentia greggi* S. Watts.** *Fol. Entomol. Mex.* **41:** 49-80.
- GRAY, B. F.** 1952. **The ocurrence of papaya fruit fly in mango.** *Florida State Horticultural Society.* **65:** 196.
- GREANY, P. D.; A. K BURDITT, Jr y D.L. CHAMBERS.** 1982. **Effectiveness of jackson traps for fruit flies improved by addition of colored patterns.** *Fla. Entomol.* **65:**374-375.
- GUTIÉRREZ, S. J.** 1992. **Importancia de la familia Tephritidae en la Fruticultura. EN Memorias del VI curso internacional sobre moscas de la fruta. Tomo 1. Programa Moscamed, Metapa de Domínguez, Chiapas. 322 p.**
- GUTIÉRREZ, S. J.; J. REYES, y A. VILLASEÑOR.** 1993. **National plan against fruit flies in Mexico. EN FRUIT FLIES: BIOLOGY AND MANAGEMENT.** M. Aluja y P. Liedo (Eds.) Springer-Verlag. New York, USA.

- HEATH, R. R. y A. MANUKIAN. 1992. Development and evaluation of systems to collect volatile semiochemicals from insects and plants using a charcoal-infused medium for air purification. *J. Chem. Ecol.* 18: 1209-1226.**
- HEATH, R. R.; EPSKY, N. D.; BLOEM, S.; BLOEM, K.; ACAJABON F.; GUZMÁN A. y CHAMBERS, D. 1994. pH effects on the attractiveness of corn hydrolysate to the mediterranean fruit fly and several *Anastrepha* species (Diptera:Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 87 : 1008-1013.**
- HEBBLETHWAITE, M. 1989. The adoption of pheromones in pest control. EN INSECT PHEROMONES IN PLANT PROTECTION. A. R. Jutsum y R. F. S Gordon (Eds). John Wiley and Sons. 303-323. London.**
- HEDSTRÖM, I. 1988. Una sustancia natural en la captura de moscas del género *Anastrepha* Schiner (Diptera:Tephritidae). *Rev. Biol. Trop.* 36: 269-272.**
- HENNESSEY, M. K. 1994. Depth of pupation of Caribbean fruit fly (Diptera:Tephritidae) in soil in the laboratory. *Environ. Entomol.* 23: 1119-1123.**
- HERNÁNDEZ, O. V. 1992. Clasificación y filogenia de los Tephritidae. EN Memorias del VI curso internacional sobre moscas de la fruta. Tomo 1. Programa Moscamed, Metapa de Domínguez, Chiapas. 322 pp.**
- JONES, O. T. 1989. Mating pheromones: *Ceratitis capitata*. EN WORLD CROP PEST: FRUIT FLIES. THEIR BIOLOGY, NATURAL ENEMIES AND CONTROL. A. S. Robinson y G. Hooper (Eds.). Vol. 3a. Elsevier. 179-183 pp.**

- KAPATOS, E.T. 1987. Demography and life tables on fruit flies. Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium. Fruit Flies of Economic Importance. Rome, Italy.**
- KATSOYANNOS, B. I. 1989. Mating pheromones: Rhagoletis spp. EN WORLD CROP PEST: FRUIT FLIES. THEIR BIOLOGY, NATURAL ENEMIES AND CONTROL. A. S. Robinson y G. Hooper (Eds.). Vol. 3a. Elsevier. 185-188 pp**
- KNAP y YOTHERS. 1914. Papaya fruit fly. *Jour. Agric. Res.* 2: 447-453.**
- LANDOLT, P. J. 1984. Reproductive maturation and pre-mating period of the papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* (Diptera: Tephritidae). *Fla. Entomol.* 77: 305-312.**
- LANDOLT, P. J. 1984a. Behavior of the papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae), in relation to its host plant, *Carica papaya* L. *Fol. Entomol. Mex.* 61: 215-224.**
- LANDOLT, P. J. 1985. Papaya fruit fly eggs and larvae (Diptera:Tephritidae) in field collected papaya fruit. *Fla. Entomol.* 68: 353-356.**
- LANDOLT, P. J. 1993. Chemical ecology of the papaya fruit fly EN FRUIT FLIES: BIOLOGY AND MANAGEMENT. M. Aluja y P. Liedo (Eds.) Springer-Verlag. New York, USA.**
- LANDOLT, P. J. 1994. Mating frequency of the papaya fruit fly (Diptera: Tephritidae) with and without host fruit. *Fla. Entomol.* 77: 305-312.**

- LANDOLT P. J.; GONZÁLEZ M.; CHAMBERS, D. L. y HEATH, R. R. 1991. Comparison of field observations and trapping of papaya fruit fly in papaya plantings in Central America and Florida. *Fla. Entomol.* 74:408-414.**
- LANDOLT, P. J.; H. C. REED y R. R. HEATH. 1992. Attraction of female papaya fruit fly (Diptera:Tephritidae) to male pheromone and host fruit. *Environ. Entomol.* 21: 1154-1159.**
- LANDOLT, P. J. y HEATH, R. R. 1988. Effects of age, mating and time of day in behavioral responses of female papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae), to synthetic sex pheromone. *Environ. Entomol.* 17: 47-51.**
- LANDOLT, P. J. y HEATH, R. R. 1990: Effects of pheromone release rate and time of day on catches of male and female papaya fruit flies (Diptera: Tephritidae) on fruit model traps baited with pheromone. *J. Econ. Entomol.* 83 : 2040-2043.**
- LANDOLT, P. J. ; HEATH, R. R.; AGEE, H. R.; TUMLINSON, J. H. y CALKINS, C. O. 1988. A sex pheromone-based trapping system for the papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera:Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 81: 1163-1169.**
- LANDOLT, P. J. ; HEATH, R. R. y KING, J. R. 1985. Behavioral responses of female papaya fruit flies *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae), to male produced sex pheromone. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 78:751-755.**
- LANDOLT, P. J. y J. HENDRICHS. 1983. Reproductive Behavior of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera:Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 413-417.**

- LANDOLT, P. J. y REDD, H. C. 1990. Oviposition behavior of the papaya fruit fly and stimuli eliciting short and long range attraction to host fruit. *Environ. Entomol.* **19**:305-1310.
- LANIER, G. N. 1990. Principles of attraction-annihilation: mass trapping and other means. **EN BEHAVIOR-MODIFYING CHEMICALS FOR INSECT MANAGEMENT: APPLICATIONS OF PHEROMONES AND OTHER ATTRACTANS.** Richard L. Ridgway, Robert M. Silverstein y May N. Inscoc (Eds). Marcel Dekker, Inc.
- LAURENCE, G. A. 1975. The papaya fruit fly. *J. Agricultural Society of Trinidad and Tobago.* **75**: 359-360.
- LEYVA, V. J. L. 1992. Fluctuación poblacional de la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae) en el centro de Tamaulipas, México. Memorias del XXVII Congreso Nacional de Entomología. San Luis Potosí, México.
- LIQUIDO, N. J. 1993. Reduction of oriental fruit fly by field sanitation. *J. Agric. Entomol.* **10**:163-170.
- LIQUIDO, N. J.; R. TERANISHI y S. KINT. 1993. Increasing the efficiency of catching mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae) males in trimedlure-baited traps with ammonia. *J. Econ. Entomol.* **86**: 1700-1705.
- MASON, A. C. 1922. Biology of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda*, in Florida. U.S.A. Bull. No. 1081: 10 pp.
- MAZOMENOS, B. E. 1989. Mating pheromones: *Dacus oleae*. **EN WORLD CROP PEST: FRUIT FLIES. THEIR BIOLOGY, NATURAL ENEMIES AND CONTROL.** A. S. Robinson y G. Hooper (Eds.). Elsevier. Vol. 3a.:185-188.

- MCPHAIL, M. 1937. Relation of time of day, temperature and evaporation to attractiveness of fermenting sugar solutions to Mexican fruit fly. *J. Econ. Entomol.* 30: 793-799.**
- METCALF, R. L. y WILLIAM H. LUCKMANN, 1990. INTRODUCCIÓN AL MANEJO DE PLAGAS DE INSECTOS. Noriega Ed. México. 710 pp.**
- MUIRHEAD-THOMPSON, R. C. 1991. TRAP RESPONSES OF FLYING INSECTS: THE INFLUENCE OF TRAP DESIGN ON CAPTURE EFFICIENCY. Academic Press. 287 pp.**
- MURLIS, J. 1992. Odor plumes and how insects use them. *Ann. Rev. Entomol.* 37:505-532.**
- O'DOHERTY, R y J. E. LINK. 1993. Fruit flies in Belice and Central America EN FRUIT FLIES: BIOLOGY AND MANAGEMENT. M. Aluja y P. Liedo (Eds.) Springer-Verlag. New York, USA.**
- OCHSE, J. J.; M. J. SOULE; M. J. DIJKMAN y C. WEHLBURG. 1982. CULTIVO Y MEJORAMIENTO DE PLANTAS TROPICALES Y SUBTROPICALES. VOL. I. Editorial Limusa. 828 pp.**
- OLAYA, C. 1992. FRUTAS DE AMÉRICA TROPICAL Y SUBTROPICAL: HISTORIA Y USOS. Editorial Norma. 179 pp.**
- PEÑA, J. E.; R. M. BARANOWSKI y R. E. LITZ. 1986 Oviposition of the papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker as affected by fruit maturity. *Fla. Entomol.* 69: 344-348.**

PEÑA, J. E.; D. F. HOWARD y R. E. LITZ. 1986a. Feeding behavior of *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae) on young papaya seeds. *Fla. Entomol.* 69: 427-428.

PINNIGER, D. B. 1990. Food baited traps: Past, Present and Future. *J. Kansas Entomol. Soc.* 63:533-538.

PIÑERO, R. J. 1995. Respuesta de *Anastrepha ludens* (loew), *A. obliqua* (Macquart), *A. serpentina* (Wiedemann) y *A. striata* (Schiner) (Diptera:Tephritidae) ante diversas sustancias volátiles. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Veracruzana 88 pp.

PROKOPY, R. J. 1981. Epideictic pheromones that influence spacing pattern of phytophagous insects. EN. SEMIOCHEMICALS. THEIR ROLE IN PEST CONTROL. Nordlung, D. A.; Jones, R. L. y Joe, L. W. (Eds). John Wiley and Sons. 306 pp.

PROKOPY, R. J.; JOHNSON, S. A.; y O'BRIEN. 1990. Second-stage integrated management of apple arthropods pest. *Entomol. Exp. & Appl.* 54: 9-19.

QUEZADA, J. 1980. La "avispa de la papaya", *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae). Boletín OIRSA. 15 pp.

REISSIG, W. H.; STANLEY, B. H.; ROELOFS, W. L. y SCHWARZ, M. R. 1985. Tests of synthetic apple volatiles in traps as attractants for apple maggot flies (Diptera:Tephritidae) in commercial Apple orchards. *Environ. Entomol.* 14:55-59.

- ROBACKER, D. C. 1995. Attractiveness of a mixture of ammonia, methylamine and putrescine to mexican fruit flies (Diptera:Tephritidae) in a citrus orchard. *Fla. Entomol.* 78: 571-578.**
- ROBACKER, D. C. y MORENO, D. S. 1990. Responses on laboratory-strain mexican fruit flies *Anastrepha ludens* to combinations of fermenting fruit odor and male produced pheromone. *J. Chem Ecol.* 16: 2027-2038.**
- ROBACKER, D. C. y R. A. FLATH. 1995. Attractans from *Staphylococcus aureus* cultures for mexican fruit fly, *Anastrepha ludens*. *J. Chem. Ecol.* 21: 1861-1874.**
- ROBACKER, D. C y WARFIELD, W. C. 1993. Attraction of both sexes of mexican fruit fly *Anastrepha ludens*, to a mixture of ammonia methylamine, and putrescine. *J. Chem. Ecol.* 19: 2999-3016.**
- ROMSTÖCK-VÖLKL, M.; WISSEL, C. 1989. Spatial and seasonal patterns in the egg distribution of *Tephritis conura* (Diptera: Tephritidae). *OIKOS.* 55: 165-174.**
- SAMANIEGO R. J. A. y SANCHEZ S. E. 1995. Potencial productivo de ocho variedades de papayo en el sur de Sonora. Memorias. VI Congreso Nacional de Horticultura. pp. 81. Hermosillo, Sonora, México.**
- SCHWARZ A. J.; J. REYES; A. VILLASEÑOR y P. LIEDO. 1987. Fruit fly control in Latin America: Research and training coordination. Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium. Fruit Flies of Economic Importance. Rome, Italy.**

- SHARP L. J. y LANDOLT, P. 1984.** Gustary and olfactory behavior of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, (Diptera: Tephritidae) in the laboratory with notes on longevity. *J. Georgia Entomol Soc.* **19**: 176-182.
- STEINER, L. L.; ROHWER, G. G.; AYERS, E. L. y CHRISTENSON, L. D. 1961.** The role of attractants in the recent Mediterranean fruit fly eradication program in Florida. *J. Econ. Entomol.* **54**: 30-35.
- SIVINSKI, J. M. y J. WEBB. 1985.** The form and function of acoustic courtship signals of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* (Tephritidae). *Fla. Entomol.* **68**: 634-631.
- SORIA, R. G. 1985.** Flora de Morelos. Descripción de especies vegetales de la selva baja caducifolia del Cañon de Lobos, Mpio. Yautepec. Serie Ciencias Naturales y de la Salud. Programa Florístico-Faunístico. Univ. Auton. Edo. Morelos. 165 pp.
- STUBBS, M. R.; CHAMBERS, S. B.; SCHOFIELD, S. B. y WILKINS, J. P. G. 1985.** Attractancy to *Oryzaephilus surinamensis* (L.) of volatile materials isolated from vacuum distillate of heat-treated carobs. *J. Chem. Ecol.* **11**: 565-581
- TEJADA, L. O. 1992.** Factores de mortalidad natural en mosca de la fruta. EN Memorias del VI curso internacional sobre moscas de la fruta. Tomo 1. Programa Moscamed, Metapa de Domínguez, Chiapas. 53-57 pp.
- THOMAS, B. D. 1995.** Predation on the soil inhabiting stages of the mexican fruit fly. *Southwestern Entomologist.* **20**: 61-71.
- TIGRERO, O. J. 1993.** Descripción de dos nuevas especies de Toxotrypaninae, presentes en el Ecuador. Vida Tephritidae. Boletín informativo sobre moscas de la fruta. No. 12 : 2.

- VARGAS, R. E ; HARRIS, J. E. y NISHIDA, T. 1983. Distribution and seasonal occurrence of *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera:Tephritidae) on the Island of Kauai in the Hawaiian Islands. *Environ. Entomol.* 12: 303-310.**
- VARGAS, R. I.; NISHIDA, T. y BEARDSLEY, W. J. 1983a. Distribution and abundance of *Dacus dorsalis* (Diptera:Tephritidae) in the Native and exotic forest areas of Kauai. *Environ. Entomol.* 12:1185-1189.**
- VARGAS, R. I.; STARK D. J. y NISHIDA, T. 1989. Abundance, distribution, and dispersion indices of the oriental fruit fly and melon fly (Diptera:Tephritidae) on Kauai, Hawaiian Islands. *J. Econ. Entomol.* 82: 1609-1615.**
- VILLA, A. P. 1996. Comportamiento de *Toxotrypana curvicauda* con plantas hospedante y no hospedantes en jaula. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (Tesis en proceso).**
- VILLASEÑOR, A. 1992. Programa Moscamed en México. En: Memorias del VI curso internacional sobre moscas de la fruta. Tomo I. Programa Moscamed, Metapa de Domínguez, Chiapas. 322 p.**
- WALL, C. 1989. Monitoring and Spray Timing. EN INSECT PHEROMONES IN PLANT PROTECTION. A. R. Jutsum y R. F. S Gordon (Eds). John Wiley and Sons. :39-65. London.**
- WHARTON, R. A. 1987. Biological control of fruit-infesting Tephritidae. Proceedings of the CEC/IOBC International Symposium. Fruit Flies of Economic Importance. Rome, Italy.**

WHITE IAN M, y MARLENE M. ELSON-HARRIS, 1992. FRUIT FLIES: THEIR IDENTIFICATION AND BIONOMICS. CAB International-ACIR. 1- pp

WOLFENBARGER, O. D. 1962. Papaya fruit fly control. Procc. Florida State Horticultural Society. 75: 381-384.

WONG, T. T. Y.; WHITEHAND, C. L.; KOBAYASHI, M. R.; OHINATA, K.; TANAKA, N. y HARRIS, J. E. 1982. Mediterranean fruit fly: Dispersal of wild and irradiated and untreated laboratory-reared males. Environ. Entomol. 11: 339-343.

WONG, T. T. Y.; McINNIS, O.D; KOBAYASHI, M. R. y NISHIMOTO, I. J. 1985. Distribution and seasonal abundance of adult male mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the Kula, Maui, Hawaii. J. Econ. Entomol. 78: 1031-1039.

WONG, T. T. Y.; NISHIMOTO, Y. J. y MOCHIZUKI. 1983. Infestation patterns of mediterranean fruit fly and the oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the Kula area of Maui, Hawaii. Environ. Entomol. 12: 1031-1039.