

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Efecto del Fosforo de Hidrógeno en el Control de Larvas de Moscas del Medite-
ráneo (Ceratitis capitata).



TESIS DE REFERENCIA
NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

GUATEMALA, JULIO 1987

DL
01
+ (1078)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

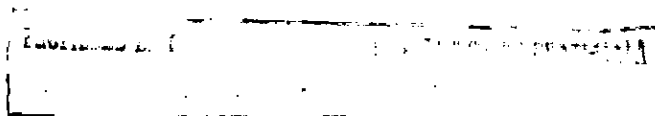
Lic. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Aníbal Martínez
Vocal 1o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 2o.	Ing. Agr. Jorge Sandoval
Vocal 3o.	Ing. Agr. Mario Melgar
Vocal 4o.	Br. Luis Molina Montenegro
Vocal 5o.	T.U. Carlos Méndez
Secretario	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Ing. Agr. César A. Castañeda
Examinador	Ing. Agr. Ricardo Millares
Examinador	Ing. Agr. Manuel Martínez
Examinador	Ing. Agr. Guillermo González
Secretario	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez



Guatemala, julio de 1987

Ing. Agr. Aníbal Martínez
Decano Facultad de Agronomía, USAC
Presente.

Ing. Martínez :

Por este medio me dirijo a usted para informarle que por designación emanada, procedí a asesorar el trabajo de tesis del estudiante universitario SILVIA JANETH ZUÑIGA ORELLANA, titulado : " EFECTO DEL FOSFURO DE HIDROGENO EN EL CONTROL DE LARVAS DE MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata)"

Luego de haberse hecho las correcciones y sugerencias necesarias, considero que el presente estudio llena los requisitos para ser calificado como trabajo de tesis y ser sometido al Examen Público.

A t e n t a m e n t e ,



ING. AGR. CARLOS PELAEZ LORINI
Asesor

Guatemala, julio de 1987 .

Ingeniero
Anibal Martínez
Decano Facultad de Agronomía
Presente .

Ing. Martínez :

Adjunto a la presente tengo el agrado de enviarle la tesis de Graduación del estu -
diente SILVIA JANETH ZUÑIGA ORELLANA, titulada : " EFECTO DEL FOSFURO
DE HIDROGENO EN EL CONTROL DE LARVAS DE MOSCAS DEL MEDITERRANEO
(Ceratitis capitata) " .

Estimo que dicho trabajo de tesis reúne los requisitos para su aprobación ya que el -
mismo cumple con la calidad científica establecidos por esta Facultad .

Cordialmente ,

" ID Y ENSEÑAD A TODOS "


ING. AGR. SALVADOR SANCHEZ
Asesor

Guatemala, julio de 1987

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

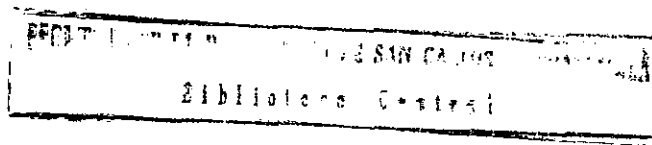
En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado :

" EFECTO DEL FOSFURO DE HIDROGENO EN EL CONTROL DE LARVAS DE MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata)

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo de ustedes atentamente,


SILVIA JANETH ZUNIGA ORELLANA



A G R A D E C I M I E N T O S

A LA EMPRESA BAYER DE GUATEMALA, S.A.

A LA DIRECCION TECNICA DE SANIDAD VEGETAL

AL PROGRAMA MOSCAMED.

T E S I S Q U E D E D I C O

A MIS PADRES:

DAVID ZUÑIGA RAMOS Y
BERTHA ORELLANA DE ZUÑIGA,
Porque este triunfo alcanzado sea
una mínima recompensa de sus sa-
crificios.

A MI ESPOSO:

OSCAR SCOTT ORDOÑEZ CASTRO,
Por su apoyo, comprensión y dedica-
ción para que culminara mis estudios.

A MIS HIJOS:

JUANCARLOS Y MARYLIN JANETH
Con Amor.

I N D I C E

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. JUSTIFICACION	2
3. HIPOTESIS	2
4. OBJETIVOS	2
5. REVISION DE LITERATURA	3
6. MATERIALES Y METODOS	15
7. RESULTADOS	18
8. DISCUSION DE RESULTADOS	22
9. CONCLUSIONES	22
10. RECOMENDACIONES	23
11. BIBLIOGRAFIA	24
12. ANEXO No. 1: Cámara de Fumigación	25
ANEXO No. 2: Jaula de Parasitación	26

I N D I C E D E T A B L A S

	<u>Página</u>
TABLA No. 1 Costos del Dibromuro de Etileno y Escenarios Alternativos Potenciales en Toronja	9
TABLA No. 2 Potencial Frutícola de Guatemala	11
TABLA No. 3 Consumo de Frutos en la Dieta Diaria Promedio	11
TABLA No. 4 Producción de Principales Frutas Hospederas de Mosca del Mediterráneo en Guatemala	12
TABLA No. 5 Fumigación de Fruta para Exportación	13
TABLA No. 6 Fumigación de Frutas en Cuarentenas Internas	13
TABLA No. 7 Fruta Fumigada en 1984	13
TABLA No. 8 Fruta Fumigada de Enero a Junio de 1985	14
TABLA No. 9 Pérdidas Ocasionadas por Mosca del Mediterráneo en Guatemala	14
TABLA No.10 Factores en Estudio	17
TABLA No.11 Distribución Completamente al Azar	18
TABLA No.12 Número de Larvas Muertas Tratadas con Fosforo de Hidrógeno en sus Cuatro Repeticiones	20
TABLA No.13 Análisis de Varianza para el Número de Larvas Muertas después de la Fumigación	21

RESUMEN

Dentro de toda explotación agrícola existen plagas de diversas intensidades en la horticultura y la fruticultura, existen como plagas de mucha importancia las larvas de moscas del mediterráneo (Ceratitis capitata), como método de control se han empleado medidas cuarentenarias, así como fumigaciones de fruta; empleando básicamente el EDB (Dibromuro de etileno), insecticida perteneciente a los hidrocarburos halogenados, el cual ha ejercido buen control, pero por estudios posteriores se ha demostrado que su uso continuado causa alta contaminación ambiental y efectos colaterales a la salud humana.

Con esta investigación se trazó como meta evaluar el fumigante FOSFURO DE HIDROGENO y su efecto en el control de larvas de mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata), constando la -investigación de dos fases: Parasitación y fumigación. La primera consistió en colocar la fruta de mango (Mangífera indica) en jaulas especiales para que la fruta fuera ovipositada por la mosca del mediterráneo, esta fase fue realizada en el invernadero de la Facultad de Agronomía, USAC. La segunda fase fue llevada a cabo en cámaras diseñadas para fumigación de fruta de -puestos cuarentenarios, aplicándoles dosis que variaban desde 3.0, 3.6, 4.8 hasta 6.0 gramos de ingrediente activo por metro cúbico; y por tiempos que oscilaron desde 2 hasta 8 horas con -rangos de dos horas cada uno.

La imposición de restricciones en los mayores mercados de fruta que tiene nuestro país y que se ha venido fumigando con EDB, incidieron en el planteamiento de este estudio, cuyos objetivos primordiales fueron los siguientes: determinar la eficacia del fosforo de hidrógeno en el control de larvas de mosca del mediterráneo; determinar la dosis adecuada y el tiempo de exposición de la fruta al fumigante; analizar el efecto residual del fumigante sobre la fruta tratada y observar si es afectada la calidad luego del tratamiento. Para esto se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, en arreglo factorial 4^2 tomando como unidad experimental la fruta tratada.

Al finalizar el experimento se llevó a cabo un análisis estadístico con los datos recabados, dando como resultado que el fumigante fosforo de hidrógeno no controló en ninguna de sus dosis a tiempos de exposición menores a 6 horas, pero esto varió cuando fue sometida a un tiempo de tratamiento de 6 y 8 horas, ya que en la dosis más baja, ejerció un magnífico control.

Por ello se concluye que el fumigante fosforo de hidrógeno a una dosis de 3.0 Gr de ingrediente activo por metro cúbico y con un tiempo de exposición de la fruta de 6 horas es altamente eficiente, ya que controla toda las larvas de moscas del mediterráneo, así mismo no presenta efectos residuales de fosforo en las frutas expuestas, tampoco causa detrimento de calidad en las mismas. Esto mismo podría utilizarse como válido para emitir las recomendaciones del trabajo de investigación elaborad, aunque se indica así mismo que si se utilizara una diferente formulación (ejemplo: Fosforo de hidrógeno en forma gaseosa); así también en comparación con otros fumigantes, se lograrían resultados más exitosos, conociendo ya las bondades de este fumigante a base de fosfamina.

1. INTRODUCCION

A causa de la tecnificación en la producción agrícola, cada día se hace mayor el interés del hombre por obtener una mejor calidad de sus productos a un más bajo costo.

Dentro de la calidad, la palabra "plaga" ha tenido gran significancia, ya que su control es primordial en la obtención de calidad óptima.

Por ello día a día se hacen avances en el control de plagas por diferentes métodos, uno de ellos es el control químico, el cual conlleva la eliminación de los insectos tan nocivos en la agricultura moderna, y ésto por medio de productos químicos que no afecten al medio ambiente y la vida misma, tanto de animales y plantas como del hombre.

Dentro de la fruticultura y horticultura, la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata) ha causado grandes daños, siendo considerada una de las plagas más importantes en este renglón. Por ello ha sido implantada en muchos países, medidas cuarentenarias, como el programa MOSCAMED, el cual busca el control y erradicación de la mosca del mediterráneo, utilizando para ello fumigación de vehículos y transportes varios. También se utiliza la fumigación en sí de la fruta, utilizando con este fin Dibromuro de Etileno (EDB), el cual es un hidrocarburo halogenado, cuya acción principal es el control de nemátodos e insectos (7).

Actualmente los programas cuarentenarios enfrentan el problema que la Agencia para la protección del ambiente (EPA), con sede en Estados Unidos de Norteamérica, determinó que la utilización continuada de Dibromuro de etileno en fumigación de suelos y alimentos y principalmente de frutas que son consumidos en fresco, provoca una alta contaminación ambiental y causa efectos colaterales en la salud humana.

Por ello, la Agencia para la Protección del Ambiente, determinó descontinuar la utilización de este producto a partir de 1985, pero debido a que no existe un sustituto evaluado actualmente, dieron un rango de utilización del EDB hasta septiembre de 1987, con el fin de que se encuentre otro tipo de fumigante que reemplace al EDB para ser usado en las cámaras de fumigación de las estaciones cuarentenarias.

Las fumigaciones de fruta que es transportada de un lugar a otro, son importantes para mantener las áreas ya controladas, y en las cuales ha sido erradicada la mosca del mediterráneo.

La presente investigación lleva como fin, evaluar el fumigante Fosforo de hidrógeno -DETIA- y su efecto en el control de larvas de mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata). La fumigación se realizó en las áreas del programa MOSCAMED contiguo a las instalaciones de la Terminal Aérea Zona 13, Ciudad.

2. JUSTIFICACION

Desde que el hombre en sus albores, hasta la actualidad, ha almacenado provisiones, éstas han sido dañadas por plagas y enfermedades, siendo la causa principal insectos, roedores y otros en menor escala (10). Aumentar la producción, por mínimo que sea conlleva a un esfuerzo muy grande y un beneficio alto para la humanidad.

Actualmente se han implantado restricciones internacionales a uno de los principales fumigantes agrícolas utilizado en puestos de cuarentena vegetal, el Dibromuro de etileno, utilizado actualmente para la fumigación de estados inmaduros de mosca del mediterráneo, lo que nos obliga a buscarle un sustituto adecuado. Por las características muy particulares del insecticida FOSFURO DE HIDROGENO y su comportamiento en la fumigación de productos, principalmente si éstos son para la exportación, en ayuda a la economía del país, se considera factible que éste sea el sustituto adecuado para el Dibromuro de etileno

3. HIPOTESIS

- 3.1. El Fosforo de Hidrógeno ejerce un control eficaz sobre larvas de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata).
- 3.2. El fosforo de hidrógeno no posee efectos de residualidad en las frutas fumigadas.

4. OBJETIVOS

A. Generales:

Efectuar una evaluación sobre el comportamiento del fosforo de hidrógeno y determinar si es indicado para el control de larvas de mosca del mediterráneo, analizando además el nivel de residuos.

B. Específicos:

- b.1. Determinar si el fosforo de hidrógeno ejerce un control sobre larvas de mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata).
- b.2. Evaluar la dosis adecuada del fumigante fosforo de hidrógeno.
- b.3. Determinar el tiempo mínimo de acción del insecticida para controlar adecuadamente las larvas de mosca del mediterráneo.
- b.4. Determinar la calidad de la fruta después del tratamiento.

5. REVISION DE LITERATURA

5.1 LA MOSCA DEL MEDITERRANEO:

La denominada Mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata), es considerada como una de las plagas más perjudiciales de los frutales. El peligro más grande - estriba en que no tiene un hospedero principal, sino que puede causar fuertes pérdidas en varias frutas y hortalizas, dependiendo de la ecología del lugar.

Este insecto tiene una gran facilidad de adaptación y soporta condiciones climáticas sumamente variables, que por lo general no resisten otras especies de moscas de la fruta, de aquí el porqué los países infestados tratan por todos los medios de impedir que se introduzcan y se establezca en su territorio (9).

La presencia de la mosca del mediterráneo en Centroamérica, se conoció a principios de 1955 al detectarse en un lugar cercano a San José, capital de Costa Rica aunque se supone que la introducción pudo efectuarse en fecha anterior.

5.1.1 Biología y Hábitos:

La mosca del mediterráneo puede ser introducida con mayor facilidad a las áreas urbanas o sub-urbanas de los principales centros de población a lo largo de las carreteras, y los primeros focos de infestación con mayor frecuencia lo constituyen los llamados huertos familiares en los traspatios de las casas.

Los portadores, generalmente son personas que traen consigo fruta procedente de zonas infestadas. Puede ser introducidas en cualquiera de sus cuatro estados biológicos: como huevecillos y larva dentro de las frutas comerciales, o llevadas inconscientemente por algunos viajeros.

En estado de pupa en la tierra que cubre las raíces de plantas de vivero o en envases o bolsas portadoras de frutas; en estado adulto en los vehículos de transporte o ayudada por el viento, pues en esta forma puede recorrer grandes distancias (3).

5.2 CONTROL QUIMICO DE LAS MOSCAS DEL MEDITERRANEO EN CUARENTENA VEGETAL:

Actualmente se utiliza para combatir la mosca del mediterráneo en sus estadíos inmaduros, el fumigante Dibromuro de etileno (EDB), el cual ha mostrado gran eficacia en su uso, pero de acuerdo a sus propiedades químicas, se sospecha que produce efectos contra la salud humana y el ambiente.

5.2.1 Reseña Histórica del Dibromuro de Etileno:

5.2.1.1 Historia del Registro de Dibromuro de Etileno

El Dibromuro de etileno (EDB) se ha producido en Estados Unidos desde 1920.

Se usó originalmente como un compuesto de plomo en los edificios para gasolina con plomo. Fue registrado como pesticida desde 1948. De las trecientas millones de libras que se estima se producen cada año, solo del 5 al 7% había sido usado en el mercado pesticida para agricultura hasta septiembre de 1983.

El mayor uso agrícola del EDB ha sido el uso en la fumigación de suelos (frijol de soya, algodón, nueces, tabaco y piñas, así como un buen número de frutas y vegetales). Principalmente este uso, para control de nemátodos, acumuló más del 80% de todos los productos de EDB pesticidas norteamericanos hasta su prohibición en 1983. El administrador de la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) anunció el 3 de febrero de 1984, una suspensión de emergencia del uso de EDB para la fumigación de granos almacenados, frutas y vegetales. El único uso remanente de EDB registrado es para la fumigación en cuarentena de frutas y vegetales (menos de 10,000 libras por año) y cantidades más pequeñas se usan para fumigación de válvulas de almacenaje y control de termitas.

Las fumigaciones en cuarentena en Estados Unidos son tratamientos autorizados según el Acta de la Planta Federal de Cuarentenas del 20 de agosto de 1912 y el Acta de la Planta Federal de Pestes del 23 de mayo de 1957. Estos tratamientos se llevan a cabo para prevenir la introducción o diseminación interestatal de nuevas pestes por insectos o enfermedades.

La primera indicación de un problema potencial con EDB estaba contenida el 4 de septiembre de 1983 en una carta a EPA del Dr. Weisburger del Instituto Nacional del Cáncer, estableciendo que el EDB produce "una alta incidencia de la célula escamosa carcinoma en el estómago" cuando se administra en altas dosis durante estudios de alimentación crónica conducidos con ratas y ratones.

La EPA colocó la química bajo revisión en noviembre de 1975, basados en el estudio del cáncer, informaciones de mutagenicidas, posibles efectos reproductivos adversos y una revisión de la literatura disponible, EPA emitió una noticia de Refutable Presunción contra el Registro junto con un documento el 14 de diciembre de 1977. El impacto completo resultante de la cancelación del EDB para esa época fue estimado entre 57.8 y 62.7 millones de dólares: esta incluía costo incrementado del tratamiento así como valor documentado de la producción.

EPA emitió una nota preliminar de decisión regulatoria en diciembre de 1980; para esa época la Agencia propuso prohibición del uso del EDB como fumigante de grano almacenado, maquinaria de molido de granos; se mantuvo el uso en fumigaciones de suelos previos a plantar. Esta nota preliminar fue enviada a la Secretaría de Agricultura como lo requería la ley para su discusión.

El 6 de abril de 1981, el bloque Secretarial respondió a la nota. En sumario, el departamento secundó la decisión del EPA de continuar el uso del EDB para la fumigación de suelos, el departamento no estaba de acuerdo en cancelar el producto para uso en cuarentenas. Había insuficiente información para indicar adecuadamente que la radiación gama había sido o podría ser un sustituto para la fumigación en cuarentena.

El 13 de septiembre de 1983 a solicitud del EPA, el Departamento proveyó información residual del tratamiento en cítricos con dosis reducidas de EDB. También a solicitud del EPA, el 15 de septiembre proveyó una asesoría de alto riesgo con datos más recientes sobre la distribución del riesgo sobre la población de California del consumo de cítricos tratados. Fue también el 30 de septiembre de 1983 que EPA publicó su Documento de Posición No. 4 anunciando su decisión del 28 de septiembre de distribuir una nota de suspensión de emergencia del EDB como fumigante de suelos y nota de intento de cancelar su uso en grano almacenado, fumigaciones en maquinaria de molido del grano; su uso en termitas y válvulas, permanecería registrado si se hacían ciertos cambios en el nivel. Objeciones a la nota de intento de cancelar y solicitudes de audiencia fueron llenadas por los registrantes y usuarios de EDB dentro del período de 30 días establecido por la ley (1).

5.2.2 Problemas que ha presentado el EDB:

El Dibromuro de etileno es un compuesto químico con efectos insecticida, que en su uso se han encontrado muchas ventajas con respecto a otros insecticidas. Por esta razón le han venido utilizando ampliamente en los últimos años.

Se utiliza para el control de nemátodos e insectos que habitan en el suelo, para controlar los insectos que atacan los granos almacenados y a los que se encuentran en los residuos de harina y granos, en la maquinaria de molienda de granos; así también se le ha venido utilizando en la fumigación de fruta para eliminar los estados inmaduros de moscas de la fruta, principalmente como medidas cuarentenarias - (8).

La cancelación de la tolerancia de 30 ppb de EDB en mangos a partir de septiembre del año de 1985, impuesta por la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA), ha venido a impactar considerablemente en aquellos países que, como Guatemala, venían exportando mangos y otros frutos tropicales al mercado estadounidense.

El problema fundamental radica en que no existe alternativa viable inmediata para sustituir el uso de EDB (8).

Por otro lado la cancelación del uso del EDB, llama a la reflexión a los países, que como Guatemala y México que utilizan dicho biocida para los tratamientos cuarentenarios internos, dentro del proceso de erradicación de la mosca del mediterráneo, reflexión que con lleva el análisis del costo social-beneficio de su uso.

Al EDB se le atribuyen efectos crónicos por exposición a largo plazo como: cáncer, desórdenes reproductivos severos y daños genéticos hereditarios, sin embargo es de hacer notar que el riesgo de exposición promedio de EDB de un habitante de Guatemala, que en su caso podría generalizarse para Centroamérica y México, es mínimo.

Por todo lo anterior debe tomarse en cuenta el riesgo que lleva, lo mejor es encontrar un agroquímico que lo sustituya.

En Guatemala, el EDB se registró en el año de 1984 únicamente para tratamientos profilácticos de cuarentena contra la mosca de la fruta y la mosca del mediterráneo (8).

5.2.3 Alternativas para la sustitución del EDB:

- a. Otros tratamientos de fumigación química incluyendo:
 - Metil bromuro o bromuro de metileno (MB)
 - Fosfina
 - Otros.

- b. Tratamientos no químicos, incluyendo:
 - Manipulación de temperatura
 - Atmósfera modificada
 - Radiación gamma
 - Control biológico de moscas
 - Resistencia a plagas
 - Combinación de las anteriores
 - Radiación de microondas (efectos fitotóxicos inaceptables)
 - Ultrasonidos (solo mata organismos en los 2 milímetros exteriores de la fruta).

- c. Combinación de a y b anteriores, tales como:
 - Bromuro de metilo con atmósfera modificada
 - Bromuro de metilo con manipulación de temperaturas
 - Preacondicionamiento de la fruta para reducir los efectos fitotóxicos del bromuro de metilo.

- d. Tratamientos no convencionales que incluyen:
 - Eliminación de la necesidad de tratamiento con cuarentena, eliminando la plaga, ejemplo:
 - Período de mosca libre (período de vuelo libre)
 - Barreras físicas y biológicas para prevenir la invasión de la plaga.

 - Remoción mecánica de frutas infestadas
 - Selección de frutas
 - Combinar control de plagas en campo, almacenamiento post-cosecha, procesamiento y empaque, lo que eliminará la infestación y proveerá seguridad (1).

5.2.4 Sumario de las Alternativas más prometedoras a la fumigación con EDB (enero de 1985) (1):

Restricción de Cuarentena por Categoría indicada:

Insecto	Estado	Testigo	Alternativa
Mosca de la fruta del Caribe-----	Florida	Toronja	Tratamiento en frío Bromuro de metilo Fosfina
Mosca de la fruta mexicana-----	Texas	Toronja	Zonas de vuelo libre
Mosca de la fruta del mediterráneo---	Hawaii	Papaya	Selección de fruta más tratamiento de calor y frío. Selección de fruta más dos tratamientos de calor. Fosfina
Moscas del melón-----	Hawaii	Papaya	Selección de fruta más tratamientos de calor y frío. Selección de fruta más dos tratamientos de calor. Fosfina.

5.2.5

Los costos que a continuación se detallarán son solo estimaciones, algunas de las cuales son menos confiables, ya que no existe una base de comparación para desarrollarlas.

TABLA No. 1 COSTOS DEL DIBROMURO DE ETILENO Y ESCENARIOS ALTERNATIVOS POTENCIALES EN TORONJA (1)

Tratamientos	% de Frutas tratadas	Mercado de destino	Costo de tratam./ Caja (\$)	Costo de tratam./ millones de \$	Costo del tratam. incrementado (\$)
- EDB	100	Todo	0.1	31.98	-----
Escenarios Alternativos:					
1. Tratamiento en frío	75	Japón	0.35-0.5	83.94-119.91	-----
	25	Texas, C.A.	1.30-1.36	103.92-108.72	-----
Escenario total	100	-----	-----	187.86-228.63	155.88-196.65
2. Tratamiento en frío	75	Japón	0.35-0.5	83.94-119.91	-----
Bromuro de metilo	25	Texas, C.A.	0.13-0.16	10.39- 12.79	-----
Escenario total	100	-----	-----	94.33-132.70	62.35-100.72
3. Tratamiento en frío	75	Japón	0.35-0.5	83.94-119.91	-----
Fosfina	25	Texas, C.A.	0.34-0.64	27.18- 51.16	-----
Escenario total	100	-----	-----	111.12-171.02	79.14-139.09
4. Irradiación	100	Todo	0.29-0.526	92.73-168.2	60.75-136.22

5.3 DOSIFICACION Y TIEMPO DE EXPOSICION DEL FOSFURO DE HIDROGENO :

La dosificación que se requiere para un determinado éxito de fumigación, depende sobre todo del tipo de almacenaje. Los silos relativamente herméticos necesitan por ejemplo una dosificación menor de la requerida por las localidades deficientemente hermetizadas (10).

En la elección de la dosificación hay que tomar en cuenta también los parásitos y su estadio de desarrollo. Para matar por ejemplo las polillas es suficiente una concentración de gas menor que aquella para los escarabajos de granos de arroz.

Dentro de una especie, los estadios de desarrollo muestran también sensibilidad diferente frente a la fosfamina. Así a menudo, los estadios de huevos y crisálidos son menos sensibles frente a la fosfamina que los correspondientes adultos o larvas (10).

Además de la dosificación, el tiempo de exposición tiene una importancia fundamental sobre el éxito de una fumigación por medio de fosfamina. El tiempo de exposición necesario depende de la temperatura y de la humedad.

Como todas las reacciones químicas, también la fumigación con fosfuro de hidrógeno es en función de la temperatura. Se realiza más rápidamente a una temperatura elevada.

A temperatura demasiado bajas resulta dudoso el éxito de una fumigación con fosfamina, puesto que es menor la velocidad de gasificación y los insectos a temperaturas bajas disminuyen su ritmo de respiración. En consecuencia, es demasiado pequeña la cantidad de insecticida de respiración que es absorbido por los parásitos de las provisiones.

Además de la temperatura, también la humedad de las mercaderías y la del aire influyen sobre el comportamiento de los preparados en la fumigación. En presencia de mercaderías muy secas y en territorios áridos, la humedad relativa demasiado baja puede influir mucho sobre el fenómeno de gasificación de los productos a base de fosfamina.

5.4 SITUACION ACTUAL DE LA FRUTICULTURA EN GUATEMALA:

5.4.1 TABLA No. 2 POTENCIAL FRUTICOLA DE GUATEMALA (8)

CULTIVO	Area		Producción		Valor	
	Mz/000	TM/Mz	TM	Q/TM	Q	
Cítricos	640	23	1540	140.00	215600	
Mango	630	17	10710	140.00	1499400	
Pera	70	15	1050	330.00	346500	
Manzana	140	15	2100	330.00	693000	
Otros frutos	35	15	525	330.00	173250	

Fuente: Dirección Técnica de Sanidad Vegetal, Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

5.4.2 TABLA No. 3 CONSUMO DE FRUTOS EN LA DIETA DIARIA PROMEDIO (4)

Población	%	Habitantes Millones	Consumo/Hab.		Consumo Total
			Día	Año	
Urbana	40	2.8	58 Gr.	21.2 Kg.	59800*
Rural	60	4.2	14 Gr.	5.1 Kg.	21420*
Total	100	7.0	31.6 Gr.	11.5 Kg.	80500*

Fuente: Dirección Técnica de Sanidad Vegetal, Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

*Tonelada Métrica

5.4.3 TABLA No. 4 PRODUCCION DE PRINCIPALES FRUTAS HOSPEDERAS DE MOSCA DEL MEDITERRANEO EN GUATEMALA (4)

Especie	Area Cultivada		Producción			Cosecha		
	Mz/000	Rend. TM/Mz	TM	Pérdidas		TM	Valor	
				%	TM		Q/TM	Q
Cítricos	26.7	4.2	112.1	9	10.1	102.0	140	14280
Mango	8.2	10.5	86.1	25	21.5	64.6	140	9044
Pera	4.1	2.5	10.3	28	2.9	7.4	330	2442
Manzana	8.9	2.5	22.3	2.6	0.6	21.7	330	7161
Otras								
Frutas	7.9	2.5	19.8	55	10.9	8.9	250	2225
Café	383.6	0.5	191.8	5	9.6	182.2	2200	400840

Fuente: Dirección Técnica de Sanidad Vegetal, Dirección de Servicios Agrícolas (DIGESA), Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

5.4.4 TABLA No. 5 FUMIGACION DE FRUTA PARA EXPORTACION (8)

COMPAÑIA EXPORTADORA	CANTIDAD	
Costa Caribe	71,765	Kgs.
Del trópico	165,385	Kgs.
Fruticolor	55,680	Kgs.
Gold Label Products	24,660	Kgs.
TOTAL	317,490	Kgs.

Nota: Mango fumigado en la planta de Costa Caribe del 13 de abril al 22 de junio de 1985.

5.4.5 TABLA No. 6 FUMIGACION DE FRUTA EN CUARENTENAS INTERNAS. Principales Garitas de Cuarentena Interna de Guatemala fumigadas en 1984 y 1985 (8).

TABLA No. 7 FRUTA FUMIGADA EN 1984

Fruta	Cantidad	
Naranja	287,939	Kgs.
Mango	157,057	Kgs.
Manzana	52,359	Kgs.
Ciruella	26,176	Kgs.

TABLA No. 8 FRUTA FUMIGADA DE ENERO A JUNIO DE 1985

Fruta	Cantidad
Naranja	1069.10 TM
Mango	534.55 TM
Manzana	295.072 TM
Ciruela	213.820 TM

5.4.6 TABLA No. 9 PERDIDAS OCASIONADAS POR MOSCA DEL MEDITERRANEO EN GUATEMALA (8)

Especie	Produc. TM	P é r d i d a s			
		%	TM	Q/TM	Q
Cítricos	112.1	9	10.1	140.00	1414
Mango	86.1	25	21.5	140.00	3010
Pera	10.3	28	2.9	330.00	957
Manzana	22.3	2.6	0.6	330.00	198
Otras	119.8	55	10.9	250.00	2725
Café	191.8	5	9.6	2200.00	21120

TOTAL 29424

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 MATERIALES Y EQUIPO:

- a. Una cámara de fumigación, la cual tiene un sistema de circulación de aire, con el objeto de que la fosfamina circule dentro de toda la cámara. Posee además un pequeño recipiente para calentar el fumigante y producir su evaporación y con ello se ejerce mayor desprendimiento de cada una de sus partículas (ver anexo No. 1).
- b. 9 jaulas de parasitación de la fruta, las cuales están fabricadas de aluminio y tela metálica. Posee cuatro compartimientos cada una de ellas, y en cada compartimiento está colocado un tubo de PVC que es donde se les suministra el agua (ver anexo No. 2).
- c. 5,000 pupas de mosca fértil de Ceratitis capitata.
- d. Cajas petri en donde se colocaron las pupas y la alimentación de las moscas.
- e. 464 pellets o pastillas de fosfamina.
- f. Guantes de plástico.
- g. Máscaras de antigás.
- h. Un detector de percepción del gas en el exterior de la cámara, el cual indica la concentración del fumigante fosfamina en partes por millón, por medio de la modificación del color que se encuentra en un tubito de control.
- i. La fruta que se utilizó es el mango (mangífera índica) que se distribuyó en las 9 jaulas.
- j. Papel filtro.

6.2 METODOLOGIA:

6.2.1 Localización del Experimento:

El experimento consta de dos fases:

- Parasitación de la fruta
- Fumigación de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata).

La primera fase, o parasitación de la fruta se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía, USAC, y se hizo de la siguiente forma:

Se colocó la fruta distribuida en cada uno de los compartimientos de las jaulas; allí también se les administró agua y alimento (proteína hidrolizada) a las pupas, para que cuando emerja las moscas tengan de que alimentarse. Las jaulas se sellaron muy bien para evitar que algunas larvas o moscas después se escapen.

En la primera semana emergieron las larvas y madurarán sexualmente, mientras que en la segunda semana realizaron la copulación y así mismo la parasitación de la fruta al ovipositar en ella.

La segunda etapa, o fumigación de la fruta se hizo de la siguiente manera:

Ya parasitada la fruta se procedió a la fumigación. En bolsas plásticas se transportó del invernadero al puesto de cuarentena vegetal de la Terminal Aérea, zona 13, en donde se encuentra la cámara de fumigación.

La fruta se sometió a las diferentes dosis de fosforo de hidrógeno y a diferentes tiempos; para al final deducir a qué hora y a que tiempo se pueden eliminar o se pueden combatir las larvas de mosca del mediterráneo.

6.2.2 Variable Respuesta:

- a. Número de larvas muertas: Conteo de larvas después de la fumigación.
- b. Número de larvas vivas: Conteo de larvas después de la fumigación.
- c. Nivel de residuos: Llevado a cabo en el laboratorio unificado de control de alimentos y medicamentos después de los tratamientos.
- d. Calidad de la fruta tratada, observando si presenta alteraciones o modificaciones físicas.

6.2.3 Diseño Experimental:

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo combinatorio 4^2 y con cuatro repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + i + j + ij + E_{ijk}$$

En donde:

μ = media

i = Factor A

j = Factor B

ij = Inter

ijk = Error experimental

TABLA No. 10 FACTORES EN ESTUDIO

Factor A: Tiempo (horas)

Factor B: Dosis (gramos de ingredientes activo por metro cúbico)

Factor A	Factor B	Tratamientos
2	3.00	2 hrs., 3.00 gr.i.a./m ³
	3.60	2 " 3.60 "
	4.80	2 " 4.80 "
	6.00	2 " 6.00 "
4	3.00	4 " 3.00 "
	3.60	4 " 3.60 "
	4.80	4 " 4.80 "
	6.00	4 " 6.00 "
6	3.00	6 " 3.00 "
	3.60	6 " 3.60 "
	4.80	6 " 4.80 "
	6.00	6 " 6.00 "
8	3.00	8 " 3.00 "
	3.60	8 " 3.60 "
	4.80	8 " 4.80 "
	6.00	8 " 6.00 "

7. RESULTADOS

TABLA No. 11 DISTRIBUCION COMPLETAMENTE AL AZAR

Repetición	Tiempo (hora)	Dosis gr.i.a./m ³	Unidades Experimentales					X	No. larvas vivas luego fumigadas	No. larvas muertas luego fumigadas	Residuos
			1	2	3	4	5				
A	8	3.60	8	10	8	12	11	41	0	41	0
C	2	4.8	9	13	15	7	10	54	54	0	-
B	6	6.00	18	20	13	17	9	77	0	77	0
A	6	6.00	9	17	4	11	20	61	0	61	0
D	4	3.00	15	18	9	3	10	55	55	0	-
C	2	3.60	14	11	10	16	13	64	64	0	-
A	6	4.80	10	21	14	7	13	65	0	65	0
B	8	3.00	14	11	9	11	17	62	0	62	0
C	8	3.60	15	14	10	9	13	61	0	61	0
A	8	4.80	7	9	13	11	10	50	0	50	0
D	6	3.60	13	18	20	15	10	76	0	76	0
D	4	6.00	14	11	8	13	18	64	64	0	-
B	4	3.60	14	7	15	13	11	60	60	0	-
C	6	3.60	14	8	7	16	11	56	0	56	0
A	2	6.00	10	13	9	3	8	43	43	0	-
C	8	3.00	4	10	7	9	2	32	0	32	0
D	2	3.00	13	15	10	7	12	57	57	0	-
B	2	6.00	8	12	7	11	13	51	51	0	-
C	8	4.80	18	9	13	5	9	54	0	54	0
C	4	3.00	10	15	13	17	15	70	70	0	-
B	6	4.80	10	13	15	10	16	64	0	64	0
C	6	3.00	13	14	17	9	10	63	0	63	0
B	8	6.00	12	15	16	9	8	61	0	61	0
D	6	3.00	15	13	9	8	14	59	0	59	0
A	4	4.80	17	11	15	8	20	71	71	0	-
D	8	3.00	13	18	10	11	7	59	0	59	0
A	4	3.00	13	10	5	8	12	48	48	0	-
C	2	3.00	8	7	10	12	6	43	43	0	-

Continuación de la Tabla No. 11

B	6	3.60	12	8	11	9	13	53	0	53	0
D	4	4.80	14	18	13	18	14	77	77	0	-
A	2	3.60	21	8	13	4	12	58	58	0	-
B	8	4.80	18	17	15	10	13	73	0	73	0
A	8	3.00	15	10	7	2	8	42	0	42	0
D	2	6.00	13	11	8	17	20	69	69	0	-
C	4	3.60	11	9	7	15	15	57	57	0	-
B	2	3.60	8	5	11	12	17	53	53	0	-
D	6	6.00	18	15	15	17	11	76	0	76	0
B	4	3.00	11	9	17	9	10	56	56	0	-
D	8	3.60	14	17	10	13	9	63	0	63	0
A	2	3.00	10	8	15	6	11	50	50	0	-
D	8	6.00	8	6	10	13	9	46	0	46	0
C	6	6.00	7	15	18	9	5	54	0	54	0
B	2	4.80	15	18	9	7	9	58	58	0	-
A	4	3.60	20	13	8	21	18	80	80	0	-
A	8	6.00	11	13	8	15	7	54	0	54	0
D	8	4.80	13	12	15	18	12	70	0	70	0
B	6	3.00	15	7	5	10	9	46	0	46	0
C	4	6.00	13	15	10	8	12	58	58	0	-
A	6	3.00	15	13	11	7	12	58	0	58	0
D	2	3.60	8	13	15	6	6	58	45	45	0
C	4	6.00	12	13	9	10	7	3	41	0	-
B	2	6.00	12	13	15	9	5	41	53	0	-
B	8	3.60	16	5	14	9	10	53	0	54	-
C	4	4.80	10	13	5	10	8	46	46	0	0
A	2	4.80	11	5	15	9	9	49	49	0	-
D	6	4.80	13	15	10	11	13	62	0	62	-
D	4	3.60	13	15	7	12	10	57	57	0	0
B	4	4.80	8	10	13	9	12	52	52	0	-
C	8	6.00	8	10	7	13	17	55	0	55	-
D	2	4.80	10	7	13	10	9	49	49	0	-
C	6	4.80	13	15	8	9	10	55	0	55	0
A	4	6.00	18	8	20	16	4	66	66	0	-
B	2	3.00	13	11	9	8	10	51	51	0	-
A	6	3.60	4	8	20	21	20	73	0	73	0

Después de cada uno de los tratamientos se abrió la fruta para contar el número de larvas vivas y muertas. Cuando las larvas estaban muertas, es decir que el producto si fue efectivo, se sometieron a análisis de residuos. En cada tratamiento fueron sometidas 5 frutas parasitadas y la sumatoria de larvas fue el número total de larvas de las 5 frutas tratadas.

TABLA No. 12 NUMERO DE LARVAS MUERTAS TRATADAS CON FOSFURO DE HIDROGENO EN SUS CUATRO REPETICIONES.

TIEMPO	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃
DOSIS	B ₀ , B ₁ , B ₂ , B ₃	B ₀ , B ₁ , B ₂ , B ₃	B ₀ , B ₁ , B ₂ , B ₃	B ₀ , B ₁ , B ₂ , B ₃
I	50, 51, 49, 43	48, 80, 71, 66	58, 73, 65, 61	42, 49, 50, 54
II	51, 53, 58, 51	56, 60, 46, 64	46, 53, 64, 77	62, 54, 73, 61
III	43, 64, 58, 53	70, 57, 46, 58	32, 56, 54, 54	32, 61, 54, 55
IV	57, 45, 49, 69	55, 57, 77, 64	59, 76, 62, 76	59, 63, 70, 46

En cada uno de los tratamientos, el producto fosfuro de hidrógeno fue efectivo en un 100% a las 6 y 8 horas de exposición y en todas las dosis evaluadas; ya que el número total de larvas fumigadas fue el mismo que controló.

TABLA No. 13 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE LARVAS MUERTAS DESPUES DE LA FUMIGACION

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft
Tratamientos	6	674.430	112.405	397.622	
A	3	672.041	224.014	792.428	*
B	3	2.389	0.796	2.817	N.S.
AB	9	3.183	0.354	1.251	
ERROR	48	13.569	0.283		
TOTAL	63	691.182	10.971		

No existió diferencia significativa en la dosis utilizada, pero sí en el tiempo de exposición de la fruta al fumigante Fosfuro de Hidrógeno.

8. DISCUSION DE RESULTADOS

Al analizar los resultados observamos que el fumigante fosforo de hidrógeno en dosis de 3.0 gramos de ingrediente activo por metro cúbico, en un tiempo de exposición de 2 horas, fue no significativo su control a larvas de moscas del mediterráneo, así en dosis de 3.6 Gr. de i.a./M³ a 2 horas de exposición fue también No significativo su control, esta forma de comportamiento se repitió a dosis de 4.8 y 6.0 Gr de i.a./M³ a 2 horas de exposición. Así también fue constante la no significancia a estas cuatro dosis para un tiempo de exposición de 4 horas.

Al observar los resultados para los tiempos de exposición de la fruta al fumigante de 6 y 8 horas se ve que Sí existen diferencias significativas al 1% indistintamente de la dosis utilizada. Esto se debe a que el producto utiliza un tiempo relativamente largo para poder difundirse completamente en la cámara de fumigación y poder penetrar al vegetal. Así también se considera que al utilizar menor cantidad de ingrediente activo de fumigante los costos tendrán que ser menores, haciendo más eficiente la protección de la fruta; así mismo se observa que a diferentes dosis y tiempo de exposición, el fosforo de hidrógeno no presenta efectos residuales en la fruta tratada.

9. CONCLUSIONES

Por el análisis hecho anteriormente concluimos que el fumigante fosforo de hidrógeno puede ser un sustituto del Di bromuro de Etileno (EDB), ya que controla los estados inmaduros de larvas de mosca del mediterráneo en puestos cuarentenarios, mostrando una mayor eficacia a 3.0 Gr. de ingrediente activo/M³ y 6 horas de exposición de la fruta al fumigante, tomando en cuenta la relación beneficio-costos. Así también al analizar los resultados se observa que no hay presencia de residuos en las frutas tratadas a ningún nivel. La fruta fumigada no altera su aspecto físico ni su calidad por observaciones hechas luego de la fumigación. La fruta puede ser consumida en fresco o procesada sin ningún problema o riesgo de provocar trastornos en el organismo humano.

10. RECOMENDACIONES

Por lo anteriormente expuesto se recomienda al fumigante FOSFURO DE HIDROGENO como SUSTITUTO del Dibromuro de etileno en dosis de 3.0 Gr. de i.a./M³ y con un tiempo de exposición de la fruta de 6 Horas, ya que con ello se reducen los costos en los puestos cuarentenarios, obteniendo así mayor eficacia. Así mismo se amplían las perspectivas del mercado de hortalizas y frutas nacionales al extranjero, al poder competir abiertamente con otros países libres de la plaga de la mosca del mediterráneo.

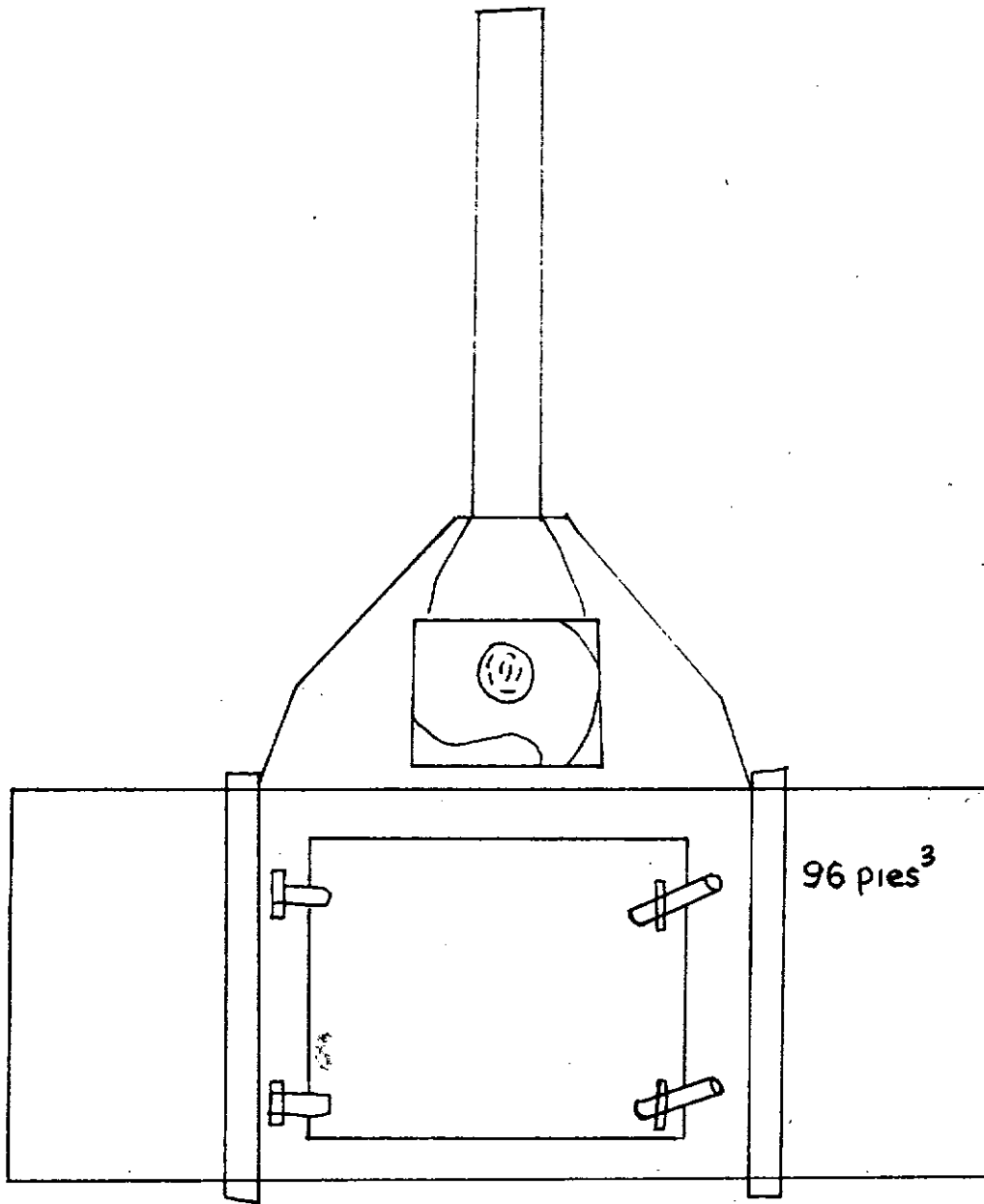
Se recomienda además proseguir estudios de este tipo, evaluando otros fumigantes de características similares que puedan sustituir al EDB y compararlas con el fosforo de hidrógeno. O bien estudiar el mismo fumigante utilizando otras formulaciones, como el gas, que por sus propiedades físicas y químicas logra difundirse en un rango de tiempo menor, lo cual es de mucha importancia por el tiempo que éste se llevaría expuesto dentro de las cámaras de fumigación.

11. BIBLIOGRAFIA

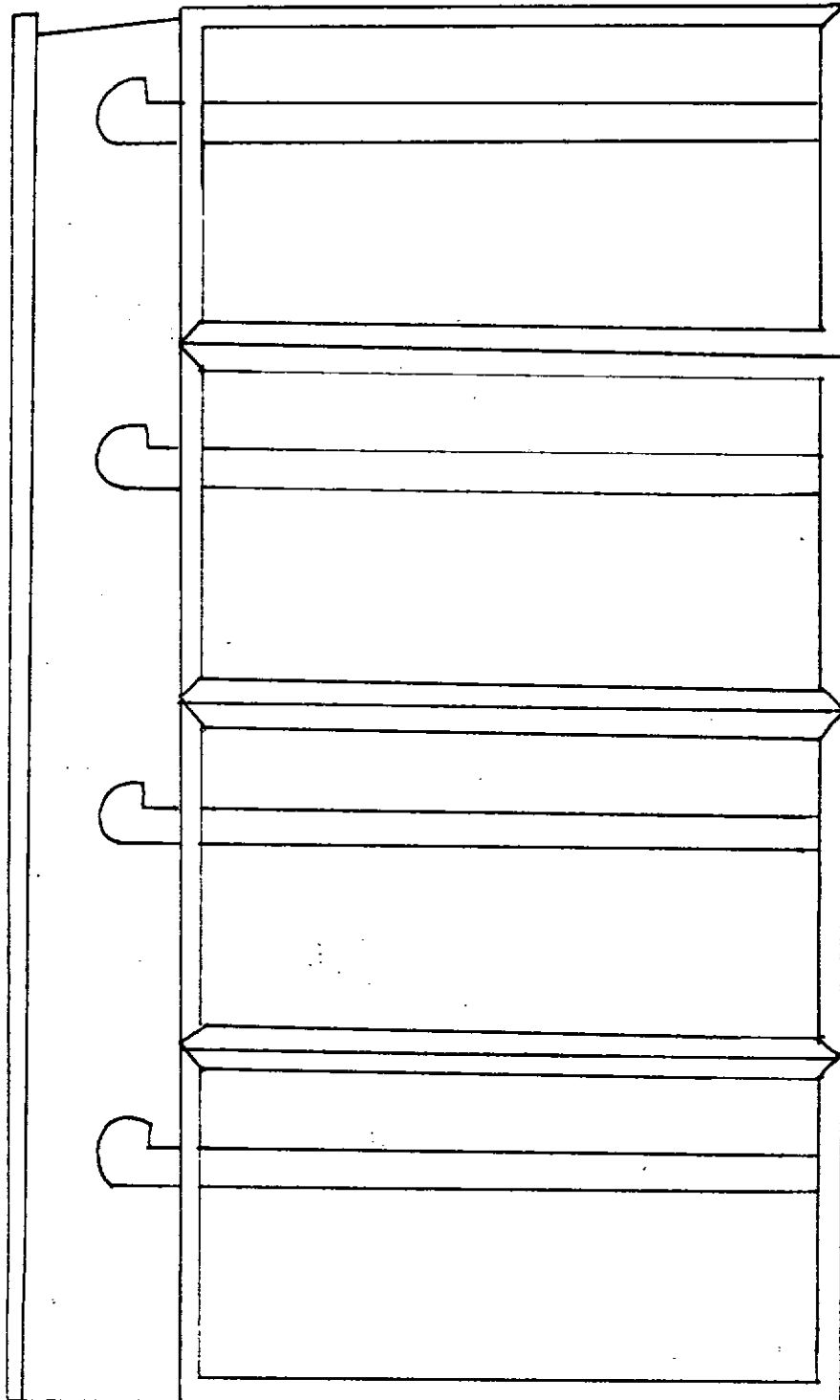
1. ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE. 1,984. Alternative treatments in place ethylene dibromide (EDB). USDA. 23 p.
2. CASERES, C. 1,985. Sistemas de conductos de resina en el fruto de mango (*Mangífera índica*) como factor de resistencia contra moscas de la fruta (*Anastrepha* sp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 1-42.
3. MEXICO. DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL. 1,976. Programa mosca del mediterráneo; manual de operación. México. p. 7-8.
4. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1,981. Censo agropecuario 79-80. Guatemala. v. 1. p. 15-21.
5. GUTIERREZ, J. 1,976. La mosca del mediterráneo, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, Secretaría de Agricultura. p. 1-7.
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 1,975. Controlling fruit by the sterile insect technique. Viena, Austria. 175 p.
7. SANCHEZ LOARCA, S. 1,980. Impacto económico de las moscas de la fruta en Guatemala. Guatemala, Programa MOSCAMED. p. 13-14.
8. _____, 1,985. Informe sobre el uso de dibromuro de etileno en Guatemala. Programa MOSCAMED. Folleto técnico. 11 p.
9. ESTADOS UNIDOS. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA. 1,984. Development of alternative technologies for quarantine treatment of fruit and vegetables. Washington. 23 p.
10. WERNER FREYBERG, S. 1,982. Fumigaciones con fosfamina. USDA, Folleto técnico No. 54-85. 56 p.

V. P.
Ag. Ramirez





ANEXO No.1 : CAMARA DE FUMIGACION



ANEXO No.2 : JAULA DE PARASITACION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

"IMPRIMASE"

ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
D E C A N O

