

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

MODELO METODOLOGICO PARA EL COMBATE DE LA
MOSCA DEL MEDITERRANEO, CERATITIS CAPITATA, WIED.
EN GUATEMALA, CON FINES DE ERRADICACION



TESIS
PRESENTADA A LA
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
POR
CARLOS ROBERTO ECHEVERRIA ESCOBEDO
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

**TESIS DE REFERENCIA
NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC.**

GUATEMALA, DICIEMBRE DE 1978

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

R
01
T(346)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO EN FUNCIONES:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
VOCAL PRIMERO:	
VOCAL SEGUNDO:	Dr. Antonio Sandoval
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Sergio Mollinedo
VOCAL CUARTO:	Br. Juan Miguel Irías
VOCAL QUINTO:	P. A. Giovanni Reyes
SECRETARIO:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL

EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO a.i.:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
EXAMINADOR:	Dr. Antoniö Sandoval
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gilberto Santa María
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Ronaldo Prado
SECRETARIO:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.



Guatemala,
Noviembre 30, 1978

Ingeniero Agronomo
Rodolfo Estrada González
Decano de la
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Sr. Decano:

En cumplimiento de la designación que se sirviera hacer la Honorable Junta Directiva, para asesorar al señor Carlos Roberto Echeverría Escobedo, en la elaboración de su trabajo de tesis - titulado "Modelo Metodológico para el combate de la Mosca del Mediterráneo, Ceratitis capitata, Wied. en Guatemala, con fines de erradicación".

Considero que dicha tesis satisface los principios técnicos establecidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala, para la elaboración y presentación de este tipo de trabajo.

Atentamente,

ING. AGR. SALVADOR SANCHEZ LOARCA
ASESOR

SS:jm

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

A: Dios

A; Mi Madre
 Rosa Escobedo G.

A: Mi Tía
 Victoria E. de Santizo

A: Mi Esposa
 María Eugenia O. de Echeverría

A; Mis Hijos
 Claudia Maribel, Karla Eugenia,
 Celeste Eunice y David Francisco

A: Mis Hermanos
 Eduardo y Olga Marina,
 Sergio Enrique y Verónica

A: Mi Asesor
 Ing. Agr. Salvador Sánchez Loarca

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

A: Mi Patria Guatemala

A: La Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos

AL: Dr. José de Jesús Castro Umaña

AL: Ing. Agr. Mario Molina LLarden

AL: Ing. Agr. Eduardo D. Goyzueta V.

AL: Br. Francisco Pozuelos de Paz

AL: Ing. Agr. María Eugenia Coronado
Rivera

AL: Prof. Andrés Gilberto Cuxil Toc.

A: Todas las personas que en una u
otra forma contribuyeron en mi -
formación profesional.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Es un significativo honor para mí, someter a vuestra consideración, mi trabajo de tesis titulado:

MODELO METODOLOGICO PARA EL COMBATE DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO, CERATITIS CAPITATA, WIED. EN GUATEMALA CON FINES DE ERRADICACION.

Si el presente trabajo, merece vuestra aprobación, habré concluido con todos los requisitos establecidos con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar el título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Con las muestras de mi consideración, me es grato suscribirme de vosotros, muy atentamente.

(f) Carlos Roberto Echeverría E.

RECONOCIMIENTO

A través del presente trabajo, deseo dejar constancia de mi más profundo agradecimiento por la valiosa colaboración en la realización del mismo.

A LA

Comisión Moscamed

AL

Ing. Agr. Salvador Sánchez L.

A LA

Jefatura, Sub-Jefatura, así -
como al Personal Técnico y Ad-
ministrativo del Programa Mos-
camed.

C O N T E N I D O

I.	INTRODUCCION
I.1	Antecedentes
I.2	Consecuencias de la plaga en Guatemala
I.3	Factores que dificultan el control
I.4	Estrategia
I.5	Objetivos
II.	REVISION DE LITERATURA
II.1	Origen y distribución de la mosca
II.2	Factores ecológicos
II.3	Susceptibilidad de los frutos al ataque de la Mosca med
II.4	Efectos económicos de la plaga
II.5	Hospederos
II.6	Métodos de control
III.	MATERIALES Y METODOS
III.1	Monitoreo
III.2	Factores ecológicos
III.3	Métodos de control
III.4	Evaluación
IV	RESULTADOS
IV.1	Monitoreo
IV.2	Factores ecológicos
IV.3	Métodos de control
IV.4	Evaluación de materiales y métodos
V.	DISCUSION
VI.	RECOMENDACIONES
VII	RESUMEN
VIII	BIBLIOGRAFIA
IX	APENDICE

INTRODUCCION:

La introducción de la Mosca del Mediterráneo en Guatemala, una plaga más, pero mucho más dañina que las que afectan a nuestra fruticultura, viene a plantear una serie de incertidumbres tanto para los fruticultores y horticultores, como para los técnicos agrícolas guatemaltecos.

Se tiene noticias de cuantiosos daños ocasionados por esta plaga en varios países, principalmente por los del área Mediterránea, donde su control requiere altas inversiones. En Guatemala, un país en vías de desarrollo, esperanzado entre otras cosas, en aumentar su producción frutícola y conseguir mercados externos para obtener divisas, esta plaga viene a limitar las exportaciones a norteamérica para algunos frutos y hortalizas.

Por otro lado, se tiene la amarga experiencia de las consecuencias desfavorables del control de plagas en el cultivo del algodón, utilizando insecticidas químicos como único método de control. Este método de control se considera natural en nuestro medio debido a la idiosincracia de los agricultores, que unicamente se basan en referencias económicas para el control de plagas y nunca se preocupan por las consecuencias desfavorables ecológicas futuras.

Los profesionales de la agricultura, estamos interesados en que esas malas experiencias no se repitan. Reconocemos que es necesario cambiar los sistemas tradicionales de control de plagas y que estas actividades se basan en preceptos científicos. En estas condiciones,

El control de la Mosca del Mediterráneo en Guatemala ha de ser tomado como un problema ecológico de gran complejidad, que requiere el concurso multi e interdisciplinario, a fin de no comprometer el futuro ecológico del país.

I.1 ANTECEDENTES:

La Mosca del Mediterráneo hizo su aparición en el área Centroamericana en el año 1955, siendo detectada en las cercanías de San José, capital de la República de Costa Rica. En 1962 se había establecido en Panamá y en Nicaragua. Su dispersión continuó hacia los demás países centroamericanos, detectándose en El Salvador y Guatemala en 1975, y finalmente a principios de 1977 se detectó en el Estado de Chiapas, México.

Inmediatamente el Ministerio de Agricultura de Guatemala, a través del Departamento de Sanidad Vegetal, intensificó las actividades de detección.

En el mes de junio de 1976, la COMISION MOSCAMED tomó a su cargo la detección y el control de la mosca. Con los trabajos de detección se ha comprobado que la mosca ha ido desplazándose a zonas frutícolas y cafetaleras de gran importancia. Se le ha encontrado atacando varios cítricos, mango, guayaba, peras y principalmente el café, en las áreas más productivas de 18 departamentos, cubriendo estos departamentos un área total de 55,536 Kms².

I.2 CONSECUENCIAS DE LA PRESENCIA DE LA PLAGA EN EL PAÍS:

La facilidad con que se ha propagado la mosca en un sólo año en el territorio nacional, indica una situación muy difícil para su control, por lo que es necesario tomar medidas urgentes para evitar que se disperse y establezca en todas las áreas frutícolas y hortícolas.

En la actualidad, afortunadamente la mosca se ha establecido en las plantaciones de café y en los frutales intercalados o cercanos al café, donde es posible confinarla y combatirla con ciertas facilidades. Pero si transcurre el tiempo y se dispersa ocupando y estableciéndose en la totalidad de las tierras cultivables y boscosas del país, será imposible su erradicación.

Su dispersión ocasionaría el derrumbe de la fruticultura del país, debido a las condiciones de producción. El 80% de la producción nacional de frutas y hortalizas la producen pequeños agricultores, que no cuentan con recursos económicos para hacerle frente a la plaga y abandonarían sus sembrados. Así también, sería difícil que otros agricultores quisieran arriesgarse en la fruticultura, estando presente la plaga.

I.3 DIFICULTADES PARA COMBATIR LA PLAGA:

En la planificación del combate de la Mosca del Mediterráneo, es imprescindible tomar en cuenta todos los factores que en una u otra forma afectan las medidas de control que se toman.

I.3.1 DIVERSIDAD DE CLIMAS:

Aunque el país está comprendido en la región tropical del globo, solamente las áreas de menos elevación tienen climas realmente tropical. La cadena montañosa de la Sierra Madre ocasiona variaciones substanciales en altitud, encontrándose tierras de cultivo desde el nivel del mar hasta los 3,000 mts. de altitud; las precipitaciones varían desde los 500 mm en algunas zonas hasta los 6000 mm en otras, existiendo unas 12 zonas climatológicas muy distintas.

I.3.2 ABUNDANCIA DE PEQUEÑOS FRUTICULTORES SIN RECURSOS ECONOMICOS:

El minifundio es muy corriente en Guatemala. Un gran número de campesinos poseen una pequeña extensión de tierra, en la cual siembran una mezcla de especies frutícolas. Es corriente encontrar en esos pequeños huertos, naranja, mango, aguacate, café, jocote, anona y otras especies dependiendo del clima del lugar. Estos campesinos aún producen poco individualmente, pero ellos, son los que satisfacen la mayor parte de la demanda nacional de frutas. La escasa extensión de tierra no les proporciona el ingreso suficiente para vivir, por lo que tienen que realizar labores asalariadas en otras regiones. Sus bajos ingresos no les permite adquirir implementos y productos para el control de plagas.

I.3.3 DIVERSIDAD DE HOSPEDEROS Y MUY DISEMINADOS:

Las condiciones climáticas de Guatemala favorecen el cultivo de diversidad de especies frutícolas y hortícolas hospederas de la Mosca del Mediterráneo, por lo que es corriente encontrarlas distribuidas por todo el país. Pero estos cultivos no se encuen--tran concentrados en áreas especiales, sino en pequeñas exten--siones y muy diseminadas.

Estas condiciones favorecen a la plaga para distribuirse más fácilmente en grandes extensiones. Al mismo tiempo, representa uno de los problemas más serios para su combate.

I.3.4 GRANDES AREAS CON VEGETACION SILVESTRE DONDE ABUNDAN LAS ESPECIES CON FRUTOS CARNOSOS:

El estudio de las condiciones ecológicas, principalmente lo referente a la cubierta vegetal natural, es otro aspecto de mucha importancia que se tiene que tomar en cuenta para determinar -- los métodos de combate de la mosca.

Entre la cubierta vegetal natural de montañas, potreros y ori--llas de caminos, se encuentran muchas especies que producen fru--tos carnosos y dulces, comestibles, que seguramente podrían ser hospederos de la mosca.

Es ahí donde se prevé el peligro de que estas áreas se convier--tan en criaderos de la mosca e invadan continuamente los culti--vos.

I.3.4 DIFÍCIL ACCESO A MUCHAS AREAS DE CULTIVO:

La falta de buenas carreteras hacia los lugares de producción frutícola es otro problema que se plantea para el combate de la Mosca del Mediterráneo. La dificultad en el acceso se debe principalmente a los accidentes topográficos del país, lo que también dificulta dentro de las zonas frutícolas tomar medidas de control.

Al llegar a establecerse la mosca en esos lugares, se convertirían en focos de propagación.

I.3.5 PRESENCIA DE LA PLAGA EN CAFETALES, SIN OCASIONAR DAÑOS APARENTES:

Se ha notado una marcada preferencia de la Mosca del Mediterráneo en hospedar al café. La presencia de la mosca en los cafetales no manifestó daño aparente, lo cual representa una preocupación para las actividades de combate, debido a que los caficultores no tomarán medidas para su control y en algunos casos, pueden hasta oponerse a las medidas que toma el Programa Mosca-med.

El cultivo del café esta muy extendido en Guatemala, ocupando una extensión aprox. de 250,000 Has. En las mismas zonas climáticas dedicadas al cultivo del café, se encuentran muchos cultivos frutícolas, los que serán afectados al trasladarse la plaga después de cosechado el fruto de café.

I.3.6 NO HAY ZONIFICACION DE LOS CULTIVOS:

En Guatemala no ha prosperado la idea de zonificar la explotación agrícola confinando los cultivos a las áreas más apropiadas y dedicando grandes extensiones a un solo cultivo, con lo cual se resolverá una serie de problemas. Los frutales y el café se encuentran diseminados por todo el país, principalmente en las tierras comprendidas entre los 500 y 1600 mts. de altitud. En esta forma, el área favorable a la dispersión de la mosca se amplía considerablemente y por consecuencia su control.

I.3.7 DIVERSIDAD DE CLIMAS, ESPECIES Y VARIEDAD DE FRUTOS, POR LO QUE HAY FRUTA MADURANDO TODO EL AÑO:

La gran cantidad de especies y variedades de frutas cultivadas en Guatemala, así como la diversidad de climas, hacen que haya frutas madurando durante todo el año. Esta es otra condición favorable para la Mosca del Mediterráneo, ya que puede propagarse y establecerse más fácilmente en cualquier lugar.

Como la mayoría de estos cultivos están entremezclados, su combate se hace más difícil, pues habría necesidad de estarla combatiendo constantemente.

I.3.8 EL DAÑO ACTUAL NO JUSTIFICA LAS MEDIDAS DE CONTROL POR PARTE - DE LOS FRUTICULTORES Y CAFICULTORES:

En las áreas donde se ha detectado la presencia de la mosca hasta la fecha, la densidad de la población ha sido muy baja, a excepción de unas cuantas fincas de café, y no se ha podido apreciar daños. La presencia de la mosca en baja densidad sin ocasionar daño, no preocupa a los fruticultores y no se espera de ellos medidas de control. Sin la colaboración de los fruticultores en el combate de la plaga, esta se extenderá por todo el país y su combate será mucho más difícil.

I.3.9 PRODUCCION REDUCIDA. TODO SE CONSUME EN EL PAIS Y MUY POCO SE
EXPORTA:

La producción frutícola de Guatemala es poca, no llega a satisfacier las necesidades locales. Lo poco que se exporta en época de abundancia, se hace hacia los demás países centroamericanos, donde no existen limitaciones de cuarentenas. Por estas razones, los fruticultores no tienen necesidad de preocuparse del control de plagas para ofrecer frutos con buena presentación. Los consumidores locales están acostumbrados a las manchas y daños de los insectos en los frutos.

I.3.10 DIFICULTAD DE APLICAR CUARENTENAS EXTERNAS E INTERNAS:

La línea divisoria que separa a Guatemala con El Salvador y Honduras, está cruzada por gran cantidad de caminos de herradura - por donde transita la gente sin ningún problema legal. Las per

.../...

sonas residentes cerca de las fronteras, cruzan éstos constantemente comerciando toda clase de mercaderías, incluso frutos. El único control para el paso de productos de un país a otro, es en las garitas fronterizas. En estas garitas se fumigan los vehículos y se aplican medidas cuarentenarias. Pero de nada sirve ese control si por las otras veredas pasan camiones cargados de frutas.

Con respecto a las cuarentenas internas, se concluyó un estudio para el establecimiento de garitas de control. Así también, ya se presentó al Congreso de la República, el anteproyecto de funcionamiento.

I.3.11 IDIOSINCRACIA DE LOS AGRICULTORES GUATEMALTECOS:

La población campesina guatemalteca, principalmente la indígena, está profundamente arraigada a sistemas tradicionales de posesión de la tierra y métodos de cultivo. Las estructuras sociales establecidas desde hace mucho tiempo, que participan en culturas que abarcan y unifican grandes masas de personas, dificultan a la vez a las poblaciones agrícolas para organizarse en unidades grandes de acción colectiva. La resistencia a organizarse para una acción conjunta, es consecuencia de las disposiciones sociales tradicionales del país. Los campesinos ven a los extraños con sospecha y desconfianza, lo cual dificulta que acepten innovaciones técnicas a sus métodos de labranza.

I.3.12 POCA ASISTENCIA TECNICA A LOS AGRICULTORES:

El mismo problema de las estructuras sociales del campesinado --

guatemalteco repercute en dos formas distintas con relación a las innovaciones de las técnicas agrícolas. Por un lado, la falta de organizaciones que los aglomere en grupo para transferirles tecnología, hace difícil la tarea de los agentes de extensión agrícola, que tienen que atender los problemas casi individuales. Esta condición hace casi imposible los servicios de asistencia técnica. Por otro lado, está la dificultad de demostrar práctica y repetidamente las técnicas modernas de control de la plaga para que ellos la vayan aceptando.

I.4 ESTRATEGIA PARA SU CONTROL:

El 21 de febrero de 1977, el Ministerio de Agricultura de Guatemala, firmó un acuerdo de entendimiento con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, para el estudio y control de las plagas más importantes que afectan a la agricultura guatemalteca. Las actividades emanadas de ese convenio por conveniencia mutua, se han dedicado al estudio y control de la Mosca del Mediterráneo.

Con la participación del Departamento de Agricultura de los E.E.U.U. dentro del Programa Moscamed, se amplía considerablemente la capacidad y oportunidad de lograr los objetivos perseguidos: La erradicación de la Mosca del Mediterráneo en Guatemala.

Dentro del programa de trabajo que se está llevando a cabo para el combate de la Mosca del Mediterráneo, actualmente se enfatiza en - actividades de tipo químico, cultural, biológico y legal.

En el futuro, estas actividades se integrarán con la "Técnica del insecto estéril" (lucha autocida).

La utilización de Mosca del Mediterráneo estéril, se considera el método más apropiado para buscar la erradicación de la plaga. Pero, para que éste método cumpla su cometido, es necesario combinar lo apropiadamente con una serie de actividades tales como, reducir las plantaciones de mosca nativa en el campo por medio de cebos tóxicos, control mecánico, control biológico, prácticas culturales; - aplicación de medidas cuarentenarias para evitar las reinfestaciones; control de calidad de productos y materiales; y evaluaciones constantes de los métodos aplicados.

I.5 OBJETIVOS:

- Plantear un modelo metodológico para el combate de la Mosca del - Mediterráneo, Ceratitis capitata, Wied. en Guatemala.
- Establecer un seguimiento técnico de la bio-ecología de la Mosca del Mediterráneo a fin de poder aplicar métodos de control apropiados en las diferentes zonas del país.

- Determinar la estrategia de acción, a fin de lograr la erradicación del insecto mediante la aplicación del control integrado de plagas.

II REVISION DE BIBLIOGRAFIA:

II.1 ORIGEN Y DISTRIBUCION:

La Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, Wied), pertenece al complejo de las moscas de las frutas, al orden de los dipteros y a la familia de los Tephritidae, la que está constituida por unas 4,000 especies diferentes (5).

Según L. D. Christenson y R. H. Foote (7) estas especies se encuentran distribuidas en áreas templadas, subtropicales y tropicales del globo terráqueo. Sin embargo, es necesario advertir, que la Moscamed es probablemente la especie más difundida entre los Tephritidae, pues ha sido reportada en 60 países, desde que hizo su aparición en el África Occidental (21).

Conviene anotar que la Mosca del Mediterráneo ha recibido este nombre, porque fue en la cuenca del mar Mediterráneo donde se le reportó inicialmente, como una plaga de importancia económica para la fruticultura (15).

Fue descrita primero por Wiedmann en 1824 como Trypeta capitata, de un material recolectado en la India (21). Sin embargo el primer registro de Moscamed es de Latreille en 1817, para la Isla Mauricio en el Océano Indico (15), pero no fue sino hasta el año de 1862 cuando Loew, le puso el nombre de Ceratitis capitata (21).

../..

Aunque el primer espécimen fue recolectado en la India, la mayoría de entomólogos que se han dedicado a este estudio han aceptado como veraz, la tesis sostenida por Filippo Silvestri en 1914, quien como resultado de un extenso viaje de investigaciones, llega a la conclusión de que, el más factible origen de la Ceratitis capitata, Wied., era el Africa Occidental, con base a haber encontrado más de 20 especies diferentes del género Ceratitis, ampliamente distribuídas y entre éstas la especie capitata (22).

La Ceratitis capitata, Wied., no es unicamente cosmopolita en su distribución, sino que tiene gran variedad de hospederos.- Para Balanchowsky (1950) y Sacantis (1956 y 1957) el habitat original pudo ser el área botánica del "arganere", un árbol de la familia de las Sapotáceas, que se localiza en territorio marroquí (15). Sin embargo, conforme se ha intensificado el estudio sobre la plaga, la lista de hospederos se ha ido incrementando poco a poco (21).

Así tenemos que para 1914 eran 52 hospederos; para 1928, 72 hospederos; para 1941, 131; para 1960, 160; y para 1975 poco más de 200.

II.2 CICLO DE VIDA, APARIENCIA Y HABITOS:

Bateman (1972) divide a la familia Tephritidae en dos grupos-

../..

principales con base en sus características fisiológicas y ecológicas: (A) Especies univoltinas, que usualmente tienen una diapausia en invierno y que habitan las regiones templadas. - (B) Especies multivoltinas, que no tienen diapausia obvia y que habitan las regiones cálidas (3).

Sin embargo, para el caso de la Mosca del Mediterráneo, en las regiones frías, puede invernar como pupa o adulto, mientras - que en las regiones más tibias, donde hay disponibilidad alimenticia, su actividad reproductiva puede ser continua durante todo el año (17).

Las condiciones ecológicas de cada lugar demarcan perfectamente la longevidad de los adultos, que normalmente viven de uno a dos meses, pero la misma puede prolongarse hasta 10 meses en áreas templadas y frías o menor a los 60 días en climas cálidos (15).

Tanto el macho como la hembra, están bellamente coloreados. - El tórax lo presentan con un color negro brillante y un característico mosaico de líneas blanquecinas, que le hacen aparentar un ornado escudo. El abdomen es amarillento con dos bandas - transversales plateadas. Sus alas muestran franjas o manchas de color amarillo y/o café, lo que las hace aparecer vistosas - (17). La hembra se distingue fácilmente del macho ya que presenta en la parte terminal del abdomen un ovipositor, además -

de que no posee cerdas orbitales modificadas o sea, dos extensiones romboides que sobresalen de la cabeza y que son típicas de aquel (10).

Macho y hembra emergen cada uno de una pupa durante las horas de la mañana. La hembra necesita de 4 a 5 días para poder llegar a su madurez sexual (21), y cuando la alcanza expide un fuerte olor muy peculiar que atrae al macho a la cópula, esto ha sido aprovechado por los investigadores para la elaboración y uso de atrayentes sexuales (15).

El macho alcanza su madurez sexual dentro de los 3 a los 4 días, destacando aquí el movimiento de las alas y el arqueado del último segmento abdominal, prolongando el aparato sexual hacia arriba y secretando generalmente una gota cristalina ligeramente ámbar, llegando a copular dos días después de alcanzar su madurez, prefiriendo para el acto posarse en el envés de las hojas (15).

Los períodos de pre-apariamiento y pre-oviposición se traslapan algunas veces y muchas hembras ponen huevos antes de que se apareen, (aún en la presencia de machos). El apareamiento, tiene lugar generalmente sobre la fruta hospedera (21).

Las hembras se aparean solamente una vez, raras veces se aparean de dos a tres veces en su vida, y esto puede llegar a suceder cuando las reservas del esperma en su espermateca se han agotado (21).

.../...

Las hembras ovipositan por medio del ovipositor a través de un pequeño agujero hecho en la corteza de la fruta madura, y que es del tamaño de una picadura de alfiler, buscando por lo general una mancha (decoloración y/o despigmentación) en la cáscara para hacerlo (17). Por esta razón, es que puede llegarse a encontrar cerca de 300 huevos en un solo sitio de oviposición, es decir, que las hembras tienden a depositar sus huevos en orificios ya ocupados (21).

Normalmente en cada postura, la hembra oviposita de dos a diez huevecillos, siendo capaz de poner hasta 20 diarios en posturas alternas; durante toda su vida, el promedio es de 300, pero bajo condiciones óptimas puede llegar a poner hasta 800, aunque no todos logran el estado adulto. Al no tener disponibilidad de alimento y en situaciones climáticas desfavorables, suele pasar mucho tiempo sin ovipositar (15).

Resulta importante señalar el que únicamente unas cuantas larvas se desarrollan de los huevos puestos en un agujero de oviposición determinada (21). Esa mortalidad embrionaria varía en función de los frutos utilizados para ovipositar, siendo mayor en aquellos con pericarpio duro y grueso, en frutas cítricas con exceso de aceite esencial, como el limón, o en hospederos con exceso de resina, como el plátano verde, o de látex como la papaya verde (15).

Luego de efectuada la eclosión, algunas larvas mueren en el camino de la cáscara hacia la pulpa. Sin embargo, muchas de ellas logran sobrevivir, de tal forma que excavan hacia el interior de la fruta, haciendo galerías en todas direcciones. La larva pasa por 3 estadios dentro del fruto, con lapsos entre 2 y 4 días, y su período de desarrollo depende de la temperatura y de la clase de fruta hospedante (21).

Al terminar el período de alimentación, la larva abandona el fruto, saltando; detalle muy característico aunque no exclusivo de esta especie (15), formando un puparium en el suelo, enterrándose desde los 2.5 centímetros hasta los 5 centímetros de profundidad, buscando quedar protegida por tierra, hojarasca o algún otro material que la libre de cualquier exposición superficial, porque si no moriría de inmediato (17).

El período pupal dependiendo de las condiciones climáticas, requiere un lapso de 6 a 11 días; o bien, puede prolongarse hasta varios meses. Luego, la mosca emerge por sus propios medios abriéndose paso con ayuda de un órgano frontal llamado ptilinum (15).

La mosca adulta del Mediterráneo puede tener diez generaciones o más al año, las que se suceden sin interrupción en los lugares en que las condiciones ecológicas le son favorables, tales como: el clima y la asociación de hospederas (6).

../..

II.3 EL CLIMA Y EL COMPORTAMIENTO DE LA CERATITIS CAPITATA, WIED.:

Si cada especie entomológica está especialmente adaptada a vivir en un "espacio" particular en la comunidad, esto es debido a que existen varios factores ambientales como el tiempo atmosférico y la disponibilidad de alimento. (Tolerancia Ecológica) (2).

Los factores ambientales importantes respecto a la distribución y abundancia de los insectos son: El clima, las condiciones físicas y químicas del medio, alimentos, enemigos y competencia. (20).

El tiempo atmosférico ejerce su acción sobre la comunidad y directa o indirectamente, afecta a las condiciones y organismos en prácticamente todas sus partes. El tiempo es una condición compuesta, de la cual la luz, temperatura, humedad relativa, - precipitaciones y vientos son los más importantes componentes ecológicos. No son los promedios anuales de estos componentes lo que afecta a las poblaciones de especies, sino las condiciones de cada día (20).

II.3.1 TEMPERATURA:

El efecto de la temperatura sobre el ciclo biológico, así como sobre el comportamiento sexual de la Mosca, es uno de los factores más críticos.

.../...

Los insectos por ser animales de sangre fría, de manera que den
tro de los límites estrechos, las temperaturas de sus cuerpos -
son las mismas que las del medio que les rodea (20).

Los efectos de la temperatura pueden manifestarse de dos formas;
el uno sobre la rapidez del desarrollo y actividad y el otro
sobre la mortalidad.

Las condiciones óptimas para el caso de la *Ceratitis capitata*, -
Wied. son altas temperaturas (23° a 27°C) (15). Aunque para de
sarrollarse normalmente, requiere temperaturas superiores a 10°C
e inferiores a 33°C.

En estudios hechos por la Dra. R. Galun, indica que la *Cerati--*
tis capitata se aparea a temperaturas entre los 21° y 30°C. (10);
Rossler añade, que a 25°C. la hembra llega a su madurez sexual
en 3 - 4 días (21); complementa Gutiérrez Samperio, en que las -
hembras inician la ovipostura entre los 7 y 9 días después de -
la emergencia a temperaturas que oscilan entre los 24° y 27°C.,
además, que en casos extremos nunca se efectuará a temperaturas
inferiores a los 13°C. El período de incubación es de 2 a 7 -
días bajo condiciones de temperatura de verano y se prolongará-
hasta el extremo de 20 a 30 días en climas de invierno. El es-
tado larvario se completa en un período de 6 a 11 días con tem-
peraturas de 14° a 26°C., y los lapsos de los estadíos larvarios
pueden estar dentro de las 26 a las 48 horas, pero pueden retar

darse de 3 a 5 días o más si la temperatura es baja (14° a 16.7° C.). El período pupal requiere de 9 a 11 días a 24.4° C. de temperatura, a 26° C. se acorta a 6 días y en condiciones de temperatura invernal puede prolongarse hasta varios meses (15).

La actividad de la Moscamed se ve limitada tanto en tiempo como en espacio con temperaturas extremas (6). Los países en donde la temperatura media mensual es inferior a 10° C. por 3 o 4 meses consecutivos, puede decirse que están protegidos de un ataque severo de la plaga (Imms, 1931) (16). Sin embargo, J. Baas, (1959) reporta que la mosca mediterránea se ha ido adaptando perfectamente en algunas localidades de Europa Central, constituyente durante algunos años, una plaga seria para los melocotones, albaricoques y peras; y que la opinión que se tenía anteriormente de que no podían invernar es inexacto, ya que de acuerdo con otros investigadores, la plaga ha sobrevivido en estado de pupa, a temperaturas en el suelo entre -0.7° C. y 4.0° C. a una profundidad de 2 a 5 cms. (2). J. Chesquiere (1953) durante sus investigaciones sobre el comportamiento *C. capitata* en la Costa Azul, (Alpes marítimos) opina que esta mosca puede permanecer con vida durante 182 días, a través de todo el invierno, o incluso a la temperatura inusualmente baja del mes de febrero (hasta -7.0° C.) (15).

Pese a que las temperaturas extremas pudieran ser mortales para el insecto, su efecto directo dependerá del momento en que se presente. (Temperaturas fuera de estación y/o temperaturas intempestivas (20).

II.3.2 PRECIPITACION:

Los insectos no son ordinariamente afectados de manera directa por las precipitaciones normales, sino indirectamente por el efecto de las precipitaciones sobre la humedad atmosférica, humedad del suelo y disponibilidad de alimento (1).

Ciertos aspectos de las precipitaciones, sin embargo, ejercen un efecto directo sobre los insectos (8).

En poblaciones de Moscamed, en época lluviosa o en días nublados las cópulas decrecen. La mosca permanece inactiva, (períodos de lluvias moderadas o fuertes) además de ésto, la falta de mieles, la gran cantidad de agua que ingieren las hembras, son causa de poca fertilidad de los huevecillos, hecho comprobado en condiciones de laboratorio (15).

Las precipitaciones excesivas en términos generales pueden infringir a los insectos graves daños físicos (30) y la Mosca del Mediterráneo no es la excepción de la regla.

II.3.3 HUMEDAD Y EVAPORACION:

Resulta difícil separar los factores de humedad y evaporación-

en sus efectos sobre los insectos. El factor humedad se refiere a la cantidad de vapor acuoso contenido en el aire, y la evaporación a la pérdida efectiva de agua por una superficie. - En los trabajos experimentales, si se someten los insectos a bajas humedades, se incrementa la evaporación de sus cuerpos. - A causa de su pequeño tamaño, al aumentar la evaporación se agota rápidamente el contenido acuoso del cuerpo de los insectos (20).

La humedad aunque no es un factor tan crítico como la temperatura para cada especie, tiene un óptimo que puede ser diferente para las diversas fases del ciclo vital (8).

Los requerimientos de humedad de C. capitata son distintos para cada una de sus etapas de desarrollo. Los estudios relacionados con el huevecillo indican que el grado crítico adverso de humedad relativa oscila de 68 a 75% y el óptimo de eclosión, es el punto de saturación. La eclosión normal en la fruta necesita de 75 a 98% de humedad relativa; la duración del período de incubación está relacionada con este factor, correspondiendo - el período más corto al grado más próximo al punto de saturación. Las larvas y las pupas se desarrollan normalmente en ambientes de humedad relativa que oscilan entre el 70 al 80%, influyendo también en la duración de cada uno de los estadios de estas etapas de desarrollo. El adulto es susceptible a bajos

../..

porcentajes de humedad relativa por lo que está obligado a desplazarse de un lugar a otro (15).

La humedad también afecta a la proporción de mortalidad, y es a la vez un factor que combinado con la evaporación, constituye la barrera que restringe la distribución geográfica del insecto dentro de algún límite (20).

II.3.4 TEMPERATURA Y HUMEDAD:

La temperatura y la humedad tienen un efecto marcado sobre el desarrollo general y la distribución de las especies de insectos. Su acción es frecuentemente crítica sobre los diferentes estadios de desarrollo de una especie y en épocas diferentes - del año (20).

Las temperaturas frías críticas, por ejemplo en invierno, podrían actuar contra las larvas maduras en hibernación, mientras que las humedades adversas podrían actuar durante el verano -- contra los huevos o las larvas en estado de alimentación activa (20).

Para el caso de la C. capitata, las condiciones generales de - altas temperaturas y elevado porcentaje de humedad relativa favorece en su desarrollo.

II.3.5 ALTITUD:

Este factor tiene una relación de influencia sobre la temperatu

ra y humedad. La temperatura descende en relación a la altura sobre el nivel del mar y existen reportes de C. capitata atacando hospederas a más de 1,800 mts. (6,000 pies) de altura. - En partes bajas y calurosas la longevidad es inferior a 1 mes y en partes frías y altas (1,500 a 2,000 mts.) (5,000 a 6,600 - pies), puede ser de 7 a 10 meses. Se infiere que en estas condiciones mucho tiene que ver la temperatura en razón a la latitud (15).

II.3.6 VIENTOS:

Respecto a sus efectos fisiológicos, el aire en movimiento tiene poca acción directa sobre los insectos. Actúa indirectamente al influir sobre la evaporación y humedad; por producir evaporación contribuye a reducir la temperatura corporal. En forma de corrientes o viento desempeña un papel importante en la dispersión de los insectos. Las corrientes ascendentes producidas por movimientos de convección del aire en el alba y ocaso, acarrean una asombrosa diversidad de insectos a muchos metros de altura. Los insectos recogidos por estas corrientes incluyen no sólo un amplio conjunto de insectos alados, sino también pequeñas formas ápteras tales como saltarines (Colembola 20).

La C. capitata por sus propios medios vuela distancias inferiores a los 3 Kms. y su dispersión se debe, además del factor hu

mano, a la acción de los vientos favorables, porque con la ayuda de éstos se desplaza a distancias de 14 Kms. aproximadamente. Cuando la velocidad del viento es moderada puede volar en dirección contraria y en relación con vientos de alta velocidad existe controversia al respecto sobre si logra o nó sobrevivir a su efecto. El desplazamiento tiene más que ver con la existencia de alimento y hospederas donde ovipositar, pues -- cuando dispone de estos elementos, el movimiento es menor o casi nulo. (15).

II.4 CONDICIONES FISICAS Y QUIMICAS DEL MEDIO:

El medio en que viven los insectos puede suavizar o acentuar las condiciones atmosféricas y, además, imponer condiciones que le son peculiares a los organismos que viven en su seno (20).

La Moscamed vive en el medio terrestre, y como medio terrestre (20) es considerada la superficie de la tierra y cualquier cosa que se halle sobre ella. Esto induce a pensar que la Moscamed tendrá que vivir, desarrollarse y proliferar en clima cálido o templado cálido en aquellos lugares con una cubierta vegetal ba las que predominan temperaturas frescas, además que bajo de ella existirá una humedad un poco más elevada, que en aquellos lugares directamente expuestos al sol.

El medio subterráneo (suelo y arena) resulta importante de alguna forma en la fase pupal de la Ceratitis, esto es debido a que

aquí habrá que considerar la textura humedad y drenaje.

La textura del suelo varía desde las arcillas compactas a las arenas sueltas (20). Dependiendo de la textura del suelo, la - larva que está lista a empupar, logrará abrirse camino a mayor o menor profundidad dentro del mismo, lo que incidirá en quedar - más o menos expuesta a factores externos que no la dejen completar el ciclo vital (suelos compactos) o que no le impidan llegar a su estado adulto (suelos menos pesados a francos).

El contenido acuoso del suelo está muy influído por el drenaje. Una capa impermeable del subtrato (arcilla o roca) puede retardar el drenaje natural, dando como resultado condiciones de encharcamiento permanente o temporal (20), lo que incide en la menor oportunidad que le queda a una pupa para poder emerger.

En los suelos, que permiten el drenaje libre y que contribuyen a mantener suelos mejor aireados, con un contenido normal de humedad, pueden llegar a proliferar las pupas de C. capitata.

En cuanto a las sustancias químicas presentes de una forma natural en el suelo influyen sobre la abundancia y distribución de los insectos fitófagos. Las deficiencias de elementos minerales, que dan como resultado deficiencias similares de las plantas, inhiben el desarrollo de algunos insectos, esto es debido, en muchos casos a los cambios que sufre la planta en su morfologia (20).

Muchos estudios sobre este asunto han mostrado poca correlación entre la química del suelo y el desarrollo del insecto, pero pocos estudios han sido hechos con suficiente detalle para que puedan considerarse como concluyentes (20).

II.5 ALIMENTOS:

El alimento es uno de los factores más importantes que influye en la distribución y abundancia de los insectos (8).

Los apetitos sexuales y la comida son las fuerzas más dominadoras en el comportamiento animal, la primera para mantener la especie y la otra para poder llevar a cabo la primera (10).

Entomólogos israelitas afirman que..."la mayoría de nuestros conocimientos sobre los mecanismos envueltos en el apetito por los alimentos en los insectos deriva del trabajo acerca de la mosca del arco (bowfly) llevado a cabo por Dethier y sus alumnos. El modelo proporcionado por Dethier sobre el comportamiento alimenticio de la mosca del arco (bowfly) fué utilizado por Gothilf, Galun y sus alumnos (Fichs y Hisan) en sus estudios acerca de quimiorrecepción y alimentación en la Moscamed"... (10).

La Moscamed adulto requiere de los carbohidratos como fuente de energía y de agua para poder sobrevivir. La comida proteínica es necesaria para poder completar el desarrollo ovariano (23).

En una palabra, requieren de azúcares, proteínas y algunas vitaminas del complejo B y E para una fertilidad y desarrollo nor--mal de sus huevecillos. Los estudios llevados a cabo en busca--de las sustancias vitales para la supervivencia, dieron como resultado el conocimiento del punto débil del insecto para comba--tirlo. Varios investigadores han demostrado que las proteínas, sin importar su origen (caseína, gelatina, sangre de buey, levadura de cerveza) son muy atractivas a las distintas especies de moscas de las frutas de la familia tephritidae y han sido la base para comprender su comportamiento quimiotrópico. La avidez--con que la C. capitata consume estas sustancias y el grado de --atractividad en pruebas con el olfatómetro, han dado la clave --para la elaboración de atrayentes (15).

El olor ayuda a la mosca a localizar muchas clases de alimentos pero juega un rol menor, si es que juega alguno, en la discrimi--nación de los alimentos en el momento de la ingestión, que está firmemente bajo el control de los receptores del gusto localiza--dos en el tarso y labelo (23). Con frecuencia, las moscas ex--ploran con su probóscide la superficie de los frutos, hojas y otros materiales. Aunque pareciera ser, que las moscas no se a--limentan con partículas sólidas, sin embargo, estudios llevados a cabo al respecto, han comprobado que sí pueden ingerir alimento sólido preferentemente cuando está en suspensión con algún --

.../...

líquido. Sus necesidades de agua no son continuas, sino a intervalos de pocos días, dependiendo de la humedad relativa ambiental. Se alimentan preferentemente en horas de la mañana después de un prolongado descanso durante la noche (15). Sin alimento, como la gran mayoría de los insectos, perece por inanición (10).

II.6 ENEMIGOS:

Un amplio conjunto de organismos hacen presa o parasitan a los insectos. Y algunos parecen no dañarlo pero la mayoría ejercen un efecto dañino sobre el huésped.

Estos enemigos constituyen un factor ambiental que ejerce un efecto definido sobre la abundancia y a veces sobre la distribución de la especie huésped (20).

En este principio descansa el control biológico que regula por medio de parásitos, predadores y patógenos, poblaciones a un nivel en que no causen daño económico.

Para el caso de la Mosca del Mediterráneo, investigaciones tanto en campo como en laboratorio, han descubierto que insectos del orden Hymenoptera la parasitan, algunos en su estadio larvario y otros en su estadio pupal (Biosteres longicaudatus Ash., Opius concolor, Aceratoneuromya indica Silv., parasitan larvas. Pachycrepoides vindemiae Rond., parasita pupas (8).

Muchas especies de hongos y de bacterias atacan a los insectos en

diferentes estadios, siendo a veces mortales para sus huéspedes (4).

Con respecto a la Moscamed, este tipo de ataque producido por hongos, se ha observado en el campo experimental cerrado (Laboratorio) en condiciones de humedad y temperatura bastante altos. Este último confirma que la mayoría de hongos entomófagos atacan a los insectos bajo condiciones artificiales (1).

II.7 COMPETENCIA:

La competencia entre insectos se da básicamente por la comida.- Esta competencia puede establecerse entre individuos de la misma especie o bien entre individuos de especies diferentes (20). Frecuentemente no se produce reacción a la competencia crítica, y todos los individuos pueden morir de hambre. En el caso de la competencia crítica, entre dos o más especies de insectos, sus diferentes requerimientos pueden mitigarse en favor de una de ellas. Un ejemplo interesante es el citado por Willard y Masen (1937) referente a dos géneros himenópteros, Opius y Tetrastichus, que parasitan a la larva de la mosca mediterránea en Hawaii. Dentro de una sola larva de la mosca de la fruta puede desarrollarse hasta la madurez sólo una única larva de una especie del braconido Opius, pero de 10 a 30 individuos del diminuto calcícido Tetrastichus. Si ambas ovipositan en la misma larva-

../..

de la mosca mediterránea, la larva Opius mata a la mayoría de las larvas Tetrastichus, pero unas pocas de las últimas, escapan de la destrucción. Estas se desarrollan más rápidamente que las larvas Opius y alcanzan la madurez, pero dejan demasiado poco alimento para la larva braconida, de mayor tamaño, de tal forma que la larva Opius muere invariablemente (20).

La competencia por el alimento es frecuentemente activa y agresiva. Pemberton y Willard (1918) dan una descripción de este caso presentado en avispas del género Opius, acabado de citar. En Hawaii, tres especies, triyeni, fullawayi y humilis, parasitan a las larvas de la mosca de la fruta. Las avispas hembras ponen los huevos en las larvas de la mosca y varias avispas individuales de las tres especies pueden ovipositar en la misma larva. Solo una de ellas sobrevive, y ésta es el resultado de una batalla entre las larvas recién nacidas. La primera fase de cada larva Opius tienen una cabeza relativamente grande y dura, que lleva un par de mandíbulas largas y agudas que pueden ser abiertas y cerradas con gran fuerza y rapidez. Estas larvas son caníbales y atacan a cualquier otra larva parásita que se halle dentro de la larva de la mosca mediterránea, usando estas agudas mandíbulas para penetrar y despedazar el cuerpo de su antagonista. Sea la lucha entre individuos de la misma especie o de especie diferente, solamente una larva Opius subsiste después de terminada la pelea (20).

Es pertinente notar con relación a estos fenómenos, que no existe sentido ~~consciente~~ de la competencia por parte del mismo insecto. Los individuos competidores reaccionan en todo instintivamente y estos instintos, bajo ciertas condiciones de superpoblación, producen la eliminación del exceso numérico (20).

II.8 TROPISMOS:

El comportamiento instintivo juega un papel importante en la distribución de los miembros de una población de insectos. La reacción de cada individuo a los estímulos, o a un conjunto fijo de estímulos, induce al individuo a permanecer en un ambiente compatible con sus necesidades (20).

Cada especie de insectos muestra una amplia variedad de tropismos, gran número de ellos referente al comportamiento sexual y al acoplamiento, y otros referentes a los factores ecológicos del ambiente (10).

Con respecto a la reacción de los insectos a la luz, se dirá que casi todos los trabajos se relacionan con su sensibilidad más que a su influencia sobre el metabolismo general y el crecimiento. En estudios sobre la Mosca del Mediterráneo, se ha comprobado que la acción de la luz influye en su movimiento y la oviposición, no habiendo respuesta a ésta en rangos inferiores a 600 Diafragma Lux. Pruebas de campo señalaron que se encontraron con mayor regularidad moscas adultas en cafeto con un coefi

ciente de luz entre los 600 a 900 Lux (15)

Como características de reacciones instintivas diremos que la *Moscamed* se apare~~a~~ durante el día a intensidades altas de luz (10), que las cópulas decrecen en los días nublados (15), que tiene una gran preferencia por aparearse en horas de la mañana, y que según la intensidad de luz, una copulación determinada puede durar dos horas (21). Observaciones hechas en plantaciones de cafeto, indican que la hembra oviposita de preferencia en el lado soleado de la planta y en las primeras horas de la mañana (15).

Otro hábito significativo de la mosca, es que permanece inactiva durante la noche (10), y su mayor actividad se observa durante las horas de mayor intensidad de luz en el día.

El quimiotropismo, o sea la respuesta a los olores, es bien característico de la *Ceratitis capitata* y se puede observar cuando los machos vibran sus alas al estar sexualmente excitados, liberando una feromona sexual que atrae a las hembras vírgenes maduras. Parece que la vibración de las alas no produce sonido, pero si acrecienta la evaporación de la feromona que es producida por un par de glándulas, situadas en el último segmento abdominal (10).

Es interesante mencionar que la remoción de receptores olfatorios por escisión de una antena de la hembra de la *Moscamed*, in

hibe totalmente el apareamiento, mientras que la remoción de la antena de un macho no afecta el mismo. Otra característica de quimiotropismo es cuando una Ceratitis capitata volando desordenadamente se encuentra con el olor a comida, orienta su comportamiento locomotor respecto a la corriente de aire. Mientras - que en la ausencia de olor, su vuelo es desordenado con respecto a la dirección que sopla el viento (10).

El termotropismo e higtrotropismo también es característico en - la Moscamed, debido a que responde y se encuentra estimulada por diferentes intensidades de calor y humedad, dirigiéndose hacia la condición más próxima a su óptimo.

La combinación de una serie de estímulos diferentes son la base del comportamiento instintivo que produce de inmediato respuestas automáticas (20).

II.9 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS FRUTAS AL ATAQUE DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO:

La magnitud del daño causado por la Mosca del Mediterráneo en - determinada área es muy variable, pues el desarrollo está sujeto a una serie de condiciones de tipo climático, existencia de hospederas, maduración de las mismas, etc. El daño causado por la mosca no se limita únicamente a la pérdida de la fruta ocasionada por la actividad de las larvas dentro del fruto, sino - que también ocasiona daños a la fruta, los intentos de oviposi-

ción que realiza la mosca en busca de las mejores condiciones - para depositar sus huevos.

La susceptibilidad de una fruta al ataque de la mosca está determinada por ciertas características de la fruta misma, como por ejemplo, la naturaleza de su epidermis, su reacción fisiológica a la oviposición, la cavidad en donde se deposita el huevo y la naturaleza de su estructura interna. De estas características, dependerá el número de larvas que lleguen al estado pupario y el período de tiempo que la mosca permanece en estado larvario (19).

II.10 EFFECTOS DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO SOBRE EL CULTIVO Y LA PRO- DUCCION DE FRUTA EN AMERICA CENTRAL:

El efecto de la Mosca del Mediterráneo sobre el cultivo de fruta, consiste en que además de que daña el interior de las frutas por la actividad de las larvas, también al ovipositar predispone a la fruta al ataque de otros organismos, como bacterias y hongos que aceleran la descomposición de éstas antes o después de que la fruta sea cosechada. En lo que respecta al efecto sobre la producción, se dice que la presencia de Ceratitis capitata en un país, limita el número de buenos mercados y las pers--pectivas de expansión de éstos (19).

II.11 PREFERENCIA RELATIVA Y APARENTE DEL HUESPED POR ALGUNAS FRUTAS:

Como todo organismo, la Mosca del Mediterráneo tiene "preferen-

.../...

cia" para determinadas frutas. Este término se emplea con mucha frecuencia para designar la relativa capacidad de la fruta para sostener el ciclo biológico de Ceratitis capitata.

Se ha determinado con pruebas de laboratorio y en observaciones de campo, que el número de frutas hospederas de la Mosca del Mediterráneo excede a los 200, entre los cuales la mayoría son plantas de importancia económica.

En Centroamérica se ha observado el comportamiento de esta plaga en relación a las frutas, llegando a determinar que existe preferencia por algunos hospederos y otros son muy poco atacados.

El término "hospedero importante o primario", se emplea para aquellos que son infestados frecuentemente, que producen una tasa alta de huevos y pupas y tienen un alto porcentaje de frutas infestadas por árbol.

El término "hospedero secundario" se emplea para indicar aquellos que son infestados con frecuencia y tienen un alto porcentaje de frutos infestados por planta, pero presentan una tasa de producción baja de pupas o huevos. A estos hospederos se les designa con la letra "B". Un hospedero terciario es aquel que sólo ocasionalmente se constituye en hospedero, generalmente sólo un test de jauleo, el resultado obtenido es una tasa de producción de pupa a huevo baja y un bajo porcentaje de frutas-

infestadas por planta. Se les asigna la letra "C". Un hospedero "insignificante" o "malo", es aquel que rara vez se le infesta, generalmente esto sólo ocurre en test con jaulas, producen una tasa bajísima de producción de pupas a huevos, y presentan frutas infestadas sobremaduras, arrugadas, deterioradas o par--cialmente en putrefacción; se les asigna la letra "D".

II.12 HOSPEDEROS:

Gutiérrez Samperio (15), observó que una fruta fuertemente atacada en un país, no lo es en otro. Esta situación se debe a que los grados de infestación son generalmente limitados por las condiciones de maduración de frutas de los hospederos presentes en una localidad determinada, por consiguiente, pueden presentarse diversos niveles de daño en el transcurso del año de un país a otro. En Argentina reportan como hospederos, principalmente al durazno (*Prunus pérsica*, L.), chabacano (*Prunus armeniaca*), higo (*Ficus carica*), guayaba (*Psidium guajava*), naranja dulce (*Citrus sinensis*) y kaki (*Diospyrus kaki*). De acuerdo a las condiciones de fructificación de éstas, en Brasil señalan que los principales hospederos son el café (*Coffea arábica*), mandarina (*C. nobilis*), higo (*Ficus carica*), jambeiro (*Pomarro--sa*, *Eugenia*, *Jambos*), la goiabeira (*Guayaba*, *Psidium guajava*), la amexeira (*Ciruela*, *Prunus doméstica*) y la almendra (*Almendro tropical*, *Terminalia catappa*).

../..

En Chile, los hospederos principales son: Ciruela (*Prunus domés*tica), chabacanos (*Prunus armeniaca*), chañar (*Geoffroca decorti*can), chirimoya (*Annona cherimola*), lima de agua (*Malus pumila*), naranja agria (*C. aurant*um), toronja (*C. grandis*) y naranja dulce (*C. sinensis*).

En los Estados Unidos de Norte América, las cinco veces que se ha introducido la Mosca del Mediterráneo, ha mostrado preferencia por: kunquat (*Fortunella japonica*), naranja agria (*Citrus au*ranttum), cereza de Surinam (*Prunus doméstica*), pomarrosa (*Eugenia jambos*), guayaba (*Psidium guajava*) y mango (*Manguifera indi*ca) (15).

II.13 CONTROL INTEGRADO:

..."Nosotros a menudo, pensamos ser los amos y conquistadores de la naturaleza. Sin embargo, los insectos dominaron completamente el mundo y tomaron posesión total de él, mucho antes de que el hombre iniciara el intento de su dominio"... (17).

Todo método de control de plagas, en cualquier país del mundo debe ir encaminado hacia amplias consideraciones ecológicas y económicas.

Desgraciadamente, la intensificación de la agricultura con el fin de obtener alto rendimiento, ha incidido en alterar las condiciones naturales, provocando con ello muchos problemas de carácter ecológico (14).

Los efectos desfavorables, en donde riñe lo económico con lo ecológico, ha llegado a crear un ambiente artificial, renovando, y alterando un medio, que se esta escapando de cualquier control (9).

Se ha perdido el ordenamiento lógico y sistemático en el control de las poblaciones de insectos, de tal manera que el hombre mismo ha ofrecido condiciones óptimas para el desarrollo y diseminación de éstos.

Guatemala misma no ha escapado al uso indiscriminado de pesticidas y productos químicos, destruyendo completamente la fauna de insectos beneficiosos, contaminando el ambiente, etc..., en una palabra, rompiendo el equilibrio biológico existente (14).

Si se parte de la premisa de que de los millones de especies de insectos existentes, menos del 1% son perjudiciales al hombre y sus pertenencias, se debe tener en cuenta para el control y/o -erradicación de una plaga lo siguiente:

- Daño económico producido,
- Capacidad de reproducción,
- Capacidad de adaptación y propagación.

Estos tres criterios nos guiarán a realizar el tipo de control necesario sin que se pierda de vista el cómo y el para qué; en una palabra, el objetivo y la finalidad del mismo (23).

En Guatemala, las pérdidas causadas por las plagas y el costo de

los medios empleados para combatirlas asciende a muchos millones de quetzales anualmente, sin contar el esfuerzo humano que esa lucha requiere.

Sin embargo, es necesario hacer notar nuevamente que en Guatemala, los bajos rendimientos y otros problemas de tipo agrícola - se deben a la falta de aplicación de técnicas y métodos correctos (18).

Esto último ha sido la causa de que miles de Has. de bosque desaparezcan anualmente del país, y sean sustituidos por el maíz u otro tipo de monocultivo, ha sido la causa de que se están utilizando elevadas dosis de insecticidas, que traiga como resultado el que se extermine la fauna que no se desea combatir.

Las consecuencias de los métodos de control que se están utilizando pueden ser (14):

- 1.- Aumento del número de tratamientos.
- 2.- Aumento de la concentración de insecticida en las mezclas.
- 3.- Reaparición de las plagas específicas que constituyen el objeto de control.
- 4.- Aparición de plagas secundarias en mayor número.
- 5.- Aumento de la tolerancia a los insecticidas, apareciendo poblaciones resistentes.
- 6.- Aumento de la contaminación y destrucción del ambiente.
- 7.- Mayor número de plagas para otros cultivos.

- 8.- Peligro para el ganado y la fauna.
- 9.- Aumento del peligro para el hombre y las generaciones futuras.
- 10.- Reducción de utilidades al elevarse los costos de pro
ducción.

Lo anterior, denota claramente que el futuro económico del --- país esta estrechamente ligado al futuro ecológico y al control de plagas.

Bastante sintomático resulta el poder observar que de 1971 a - 1975, se incrementó de 9 a 28 millones de quetzales la impor-- tación de pesticidas. O sea que en los últimos 4 años, el con
sumo de pesticidas aumentó el 211% más o menos, mientras que - el incremento de tierras de cultivo no llegó ni al 20% (14).

De aquí se desprende la necesidad de hacer más énfasis en la - posibilidad de emplear otros métodos para el combate de plagas.

Es así como el control integrado de plagas busca reducir al mí
nimo el uso de biocidas, combinando lo más eficazmente posible los métodos de control para proteger el medio ambiente (18).

En una palabra, el control integrado busca trabajar con la na- turaleza en vez de luchar contra ella, contemplando siempre - los principios biológicos y ecológicos que son las bases en don
de descansa (11).

Muchos son los métodos utilizados en el control de plagas, pe- ro resulta bastante importante mencionar los siguientes (18):

II.13.1 Control legal:

Este consiste en el ordenamiento jurídico que condiciona o regula la fabricación, manejo y uso de biocidas empleados en la agricultura, comprende las medidas de tipo cuarentenario de orden interno y externo.

II.13.2 Control cultural

Este método utiliza prácticas agronómicas como la destrucción de rastrajos y malas hierbas, desinfección y desinfestación de semillas, plantas, suelos, adecuada preparación del suelo, fechas adecuadas de siembra y de cosecha, etc.

II.13.3 Control fitogenético:

Esto implica la utilización de variedades resistentes a plagas y la búsqueda de nuevas variedades de amplia resistencia a través de trabajos de fitomejoramiento.

II.13.4 Control biológico:

Es la aplicación de los métodos de la naturaleza, que mantiene el equilibrio de las especies y que representa una gran ayuda para reducir en forma económica y efectiva en poblaciones de insectos, mediante la utilización de parásitos, predadores y patógenos (virus, hongos y bacterias). Así también, (9) busca la preservación de los insectos benéficos, permitiendo un control selectivo.

tivo y la limpieza del medio ambiente.

II.13.5 Control químico:

Quizá sea este el más controversial, por ser el que utiliza productos químicos (biocidas) para el manejo de control de plagas; si su uso es indiscriminado y se desconocen los agroecosistemas- (23) en los cultivos, puede traer como consecuencia el rompimiento del equilibrio biológico natural en los insectos, aumentando de la tolerancia a los insecticidas, brote de plagas secundarias contaminación del ambiente (9) y alteraciones del ecosistema dado.

II.13.6 Métodos exóticos de control (23):

Consiste en la utilización de atrayentes sexuales, del control - autocida, y otros que constituyen una promesa potencial en el - control de plagas.

La integración de todos estos métodos en un sólo sistema de control (18) debidamente armonizado trae como consecuencia el proveer de un procedimiento estable y económicamente sano para la protección del cultivo y sin repercusiones en el ecosistema.

II.14 El agrosistema y su relación con el control integrado de plagas:

El éxito del control integrado radicará en el conocimiento del -

agrosistema, pues ello permite armonizar las diferentes prácticas de control en las distintas plagas (18), estableciendo el número de especies de insectos, sus competidores, sus predadores y los recursos alimenticios. Además, de que permite manipular los elementos que afectan su grado de estabilidad, tales como: clases de cultivo, prácticas agronómicas, formas de uso de la tierra, así como el tiempo.

El conocer el agrosistema (10), permite determinar el tipo de plaga que se desea combatir. Lo anterior implica que se puede distinguir perfectamente entre las llamadas plagas claves (causan graves daños económicos en ausencia de medidas de control), plagas ocasionales (causan daños económicos en ciertos lugares o ciertos años, generalmente se encuentran bajo control natural o control ambiental), y las plagas potenciales (no causan mayores daños en condiciones normales, pero al realizar el control de las plagas claves y/o ocasionales, se puede alterar las condiciones que las regulan de manera que pueden causar daño potencial).

Es también por medio del conocimiento del agrosistema, que llega a determinarse el principio económico de las plagas, que incide en el tipo de control a emplear para la protección de cualquier cultivo (1), utilizándolo en forma oportuna y adecuada, previa estimación por muestreo de la población de insectos.

Finalmente, se debe entender que en cualquier parte en donde el control de plagas debe ser desarrollado y aplicado, debe conside-

rar el medio ambiente, densidad de población, factores reguladores y limitantes, para evitar el alterar la regulación de otras plagas (18).

Lo señalado con anterioridad presentará una solución prometedora en el control de plagas y en la conservación de los agrosistemas, que es donde se producen los productos agrícolas necesarios para la sobrevivencia del hombre.

III MATERIALES Y METODOS:

III.1 Monitoreo:

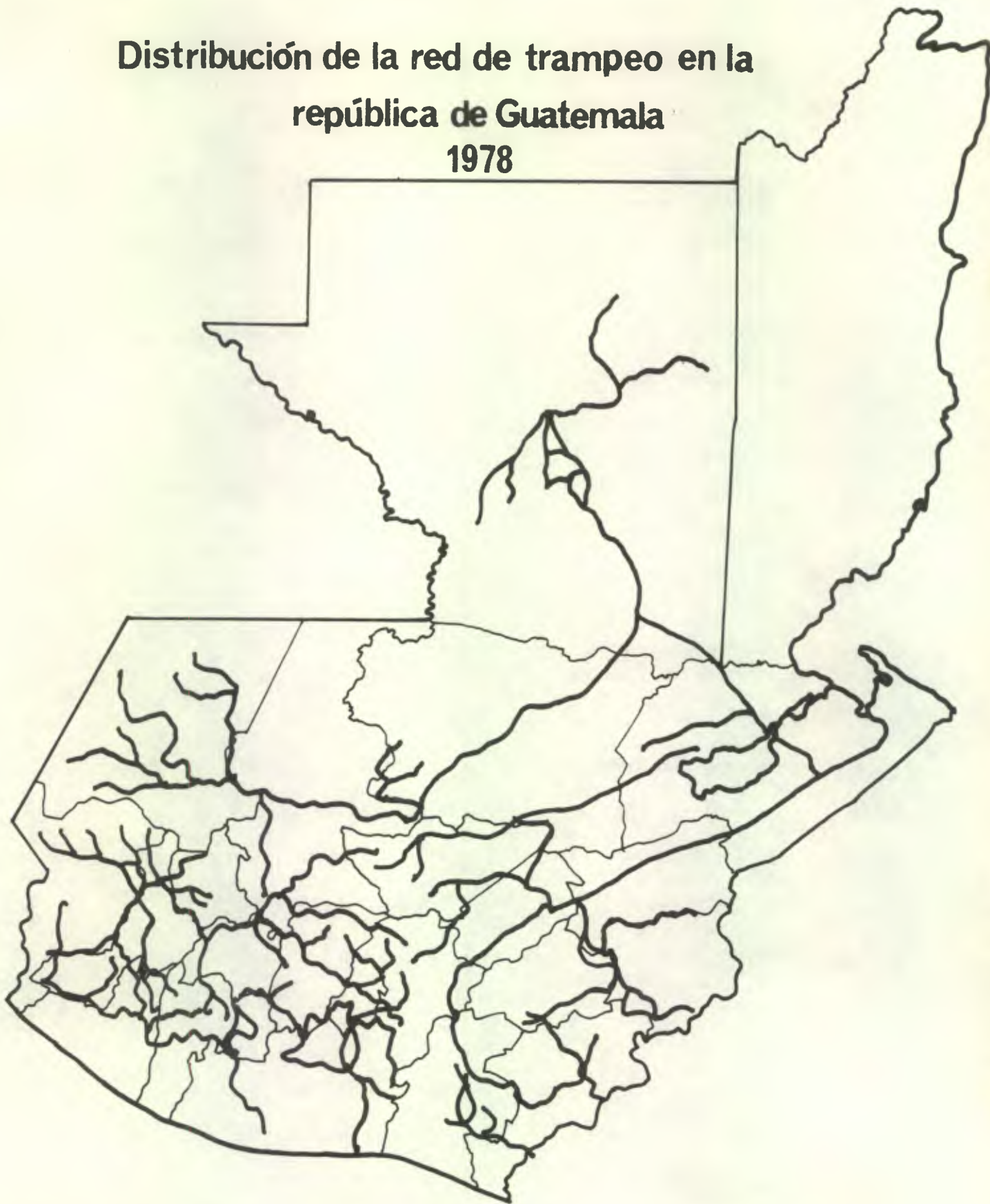
El monitoreo es un requisito indispensable en cualquier programa o actividad para controlar o erradicar la Mosca del Mediterráneo. Este debe ser bien planificado, profundo, sistemático y contínuo, y que abarque todo el país. En esta forma se determina positivamente su distribución, localización exacta y fluctuaciones durante el año.

En Guatemala, para desarrollar actividades de monitoreo, se dividió el país en seis regiones, cada una con un Centro de Operaciones.

La detección se realiza mediante una red de trampas colocadas en las plantaciones de frutales hospederos en toda la región. Cada región está sub-dividida a su vez en áreas de trabajo. Cada una de las cuales constituye una red de trampeo; cada área de trabajo está dividida en cinco o más rutas. Una ruta la cubre el trampero en un día. El número promedio de trampas por ruta es de 60.

El monitoreo de la Mosca del Mediterráneo en Guatemala, está basado en la atracción de la mosca hacia un atrayente sexual (Tri-medlure), que atrapa preferentemente machos. Para tal efecto se utilizan trampas tipo Jackson por ser las que han resultado más prácticas en nuestro medio. Estas se utilizan con mechas o con mezcla de pegamento y Trimedlure (95% de pegamento y 5% de Tri--medlure), dependiendo de la finalidad, lugar y época de trampeo.

**Distribución de la red de trampeo en la
república de Guatemala
1978**



Actualmente se encuentran en funcionamiento aproximadamente 6000 trampas.

Como complemento de las actividades de detección, se realiza el muestreo de fruta, el cual se detalla más adelante.

III.2 Factores ecológicos:

El conocimiento de las condiciones ecológicas del país es imprescindible en la elaboración de un método de control basado en la biología y comportamiento de la mosca. Se reconoce que un estudio detallado de las condiciones y componentes ecológicos requiere mucho tiempo, pero es posible sentar algunas bases con los conocimientos, sobre nuestro medio, que poseemos. El Instituto Geográfico Nacional cuenta con una red de estaciones meteorológicas, distribuidas por todo el territorio nacional, que proporcionan valiosas informaciones para este fin. Así también, se cuenta con estudios sobre flora, ecología, climatología, orografía, silvicultura, agrología y otros más, que pueden ser útiles para comprender la ecología.

La determinación de índices climatológicos es muy valiosa para comprender la distribución y oscilaciones de la población.

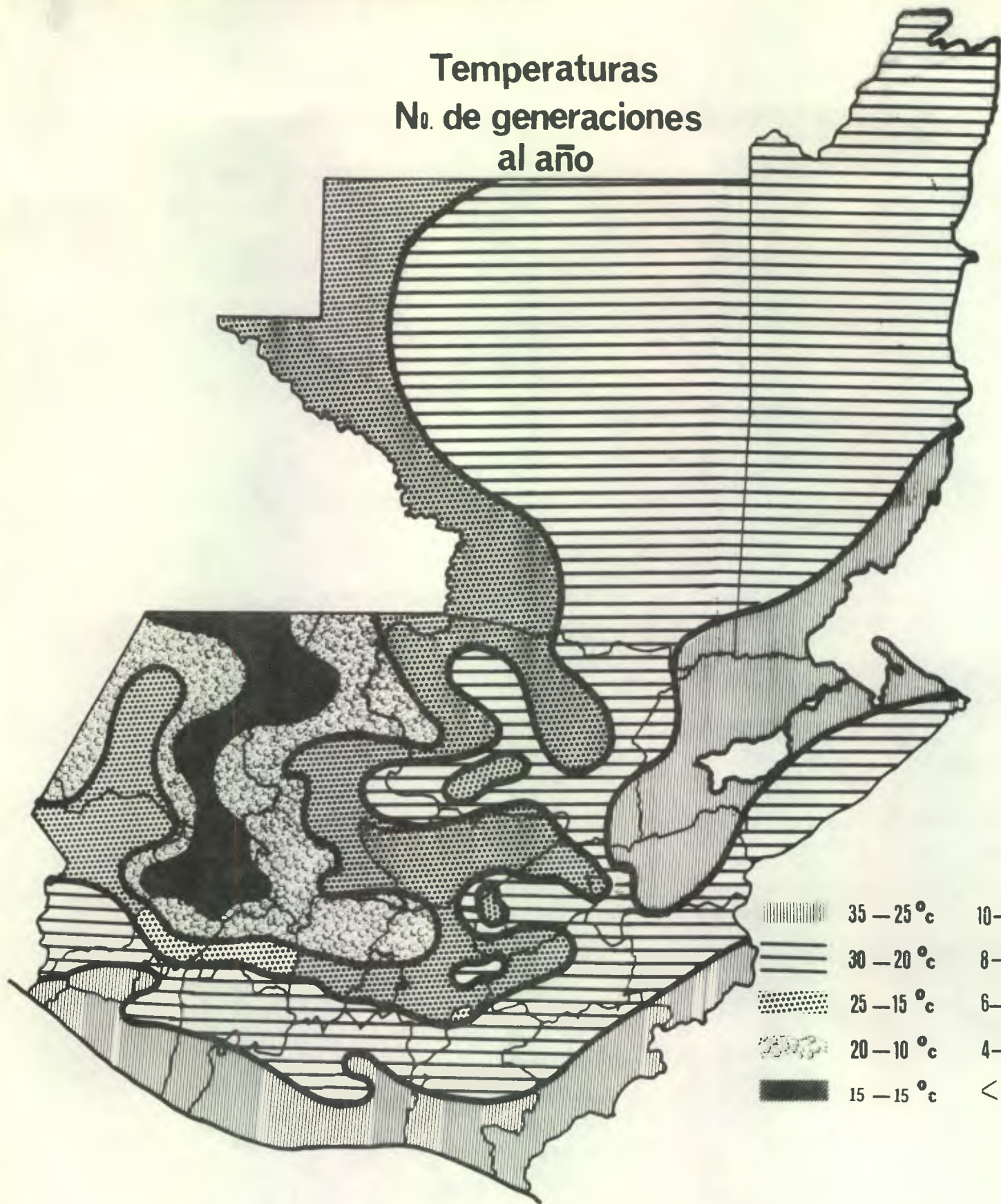
III.2.1 Clima:

Guatemala queda comprendido totalmente dentro de los trópicos. Aunque en la parte septentrional se siente durante una época del

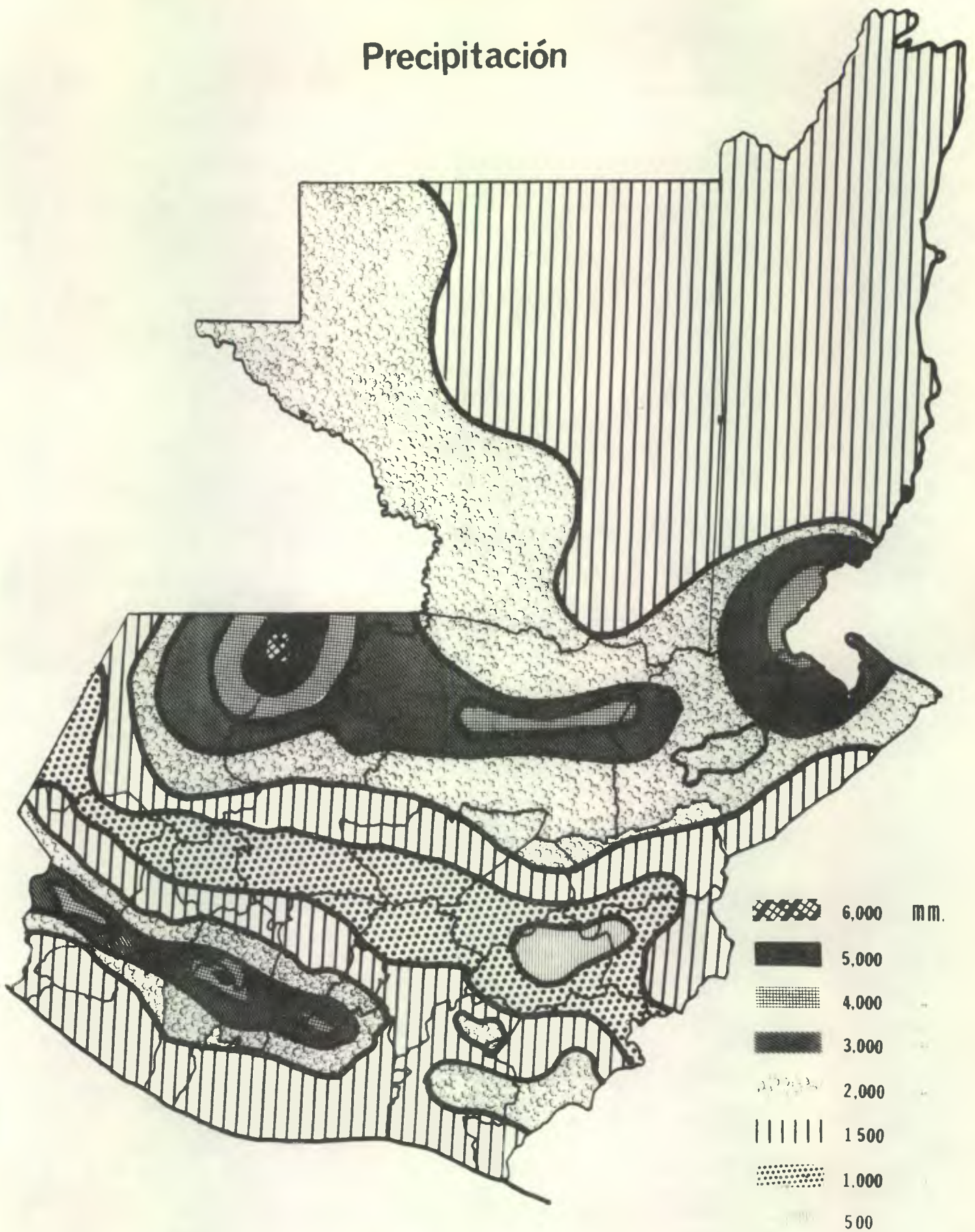


Temperaturas Nº. de generaciones al año

-50-



Precipitación



año la influencia de los nortes, o vientos fríos, las tierras bajas de la costa del Pacífico están atravesadas por el Ecuador Térmico.- En estas regiones, las temperaturas son comparables a cualquier región cálida del Ecuador a pesar del número de grados de latitud norte a que se encuentran.

Puede decirse que sólo las regiones de muy poca elevación son realmente tropicales. Las diferencias en elevación con sus correspondientes cambios de temperatura, hacen que Guatemala tenga una serie de climas que corresponde a las zonas latitudinales de otros países. Las distintas zonas reciben diferente cantidad de precipitación pluvial, de modo que cada una se puede subdividir en determinadas unidades climatológicas.

III.2.2 Flora y Fauna:

El país posee una flora y una fauna naturales muy ricas. Debido a que sus altas montañas se encuentran aquí muchas especies de plantas que también se hayan en México, y hay algunas regiones todavía más septentrionales. Esta distribución continúa hacia el sur hasta Nicaragua, pero en menor grado. Las especies de las tierras bajas muestran mayor afinidad con las de los países que quedan al sur y con las del norte de Sudamérica. En el norte se encuentra un vínculo muy acentuado con la flora de las Antillas Mayores.

La diversidad de zonas climáticas proporciona las condiciones favorables para el cultivo de muchas especies de frutales y hortalizas.

Además de las modificaciones del medio por parte de los agricultores,
por medio del riego, para el cultivo de plantas frutales.

III.3 METODOS DE CONTROL:

Al iniciar sus actividades el Programa Moscamed, en mayo de 1976, - dedicó la mayor parte de sus actividades a montar la red de trampeo con la finalidad de conocer la distribución de la mosca dentro del territorio nacional. Fue en esta forma, como se empezó a tener los primeros conocimientos sobre el comportamiento en las distintas zonas ecológicas del país. Se determinó los hospederos preferidos, - las fluctuaciones de la población durante el año y, principalmente, su capacidad de dispersión.

En intentos de controlarla, se combatió cada nuevo brote, tratando de formar una barrera sanitaria alrededor de las zonas infestadas.- En las zonas de alta infestación se hacían aplicaciones de control- siguiendo las técnicas israelitas.

Al mismo tiempo que se observaba su distribución, se evaluaban los- materiales y métodos de control con la finalidad de ajustarlos y adaptarlos a las condiciones del país.

En el control de la Mosca del Mediterráneo no se hizo aplicaciones- de cobertura total con insecticidas químicos puros, por temor a romper el balance natural de la fauna entomológica. El control se realizó combinando varios métodos con la intención de planificar un control integrado.

Los métodos aplicados con fines de control son los siguientes:

III.3.1 Uso de cebos tóxicos:

Sabiendo que la hembra de la Mosca del Mediterráneo necesita consumir proteínas y ciertas vitaminas para ser más fértil, y que busca con avidez las sustancias ricas en proteínas, se preparó los cebos tóxicos mezclando proteína hidrolizada (Nasiman, Proteína Bayer o PIB-7), con insecticida (Malathión, Lebaycid o Lucatió) en las proporciones recomendadas por Israel.

Para la aplicación de los cebos tóxicos se ha utilizado en algunos casos las bombas de mochila, y en otros casos, equipos de bombas con motor y depósitos montados sobre pick-ups.

III.3.2 Insecticidas aplicados al suelo:

Con el propósito de romper el ciclo del insecto en su transformación de larva a pupa en el suelo, se aplicaron insecticidas de contacto al pie de árboles citrícolas (Aldrin y BHC)

III.3.3 Control mecánico:

Como control mecánicos se ha entendido en Guatemala, entre otras técnicas, el recolectar las frutas antes que maduren completamente. Este método es aplicado por todos los fruticultores desde hace tiempo para proteger sus cosechas de las moscas anastrephas.

Así también se ha notado que cuando se establece la maduración del fruto del cafeto, la recolección se hace por lo menos, cada quince días. Después de cada corte, sólo quedan frutos verdes que no son

ovipositados por la mosca. Cuando estos frutos maduran y son atacados por la mosca, viene el próximo corte, con lo cual no dá tiempo a que se desarrollen las larvas y mueran durante el beneficiado del fruto.

Estas condiciones han hecho que la población de la mosca aumente antes o después de la cosecha del café, porque siempre quedan algunos frutos maduros que no se cortan.

III.3.4 Control biológico:

Se tiene planificado efectuar estudios sobre el control biológico de la Mosca del Mediterráneo, para lo cual se montó un pequeño laboratorio de crianza masiva de parásitos.

Los parásitos que se estudiarán y evaluarán en Guatemala, serán traídos del laboratorio de control biológico de Costa Rica.

III.3.5 Control autocida (técnica del insecto estéril):

El 5 de junio de 1977 llegó a Guatemala el primer envío de Moscamed estéril, procedente de Viena, Austria. Este envío consistió en un millón de pupas irradiadas, destinadas a trabajos de investigación. A partir de esa fecha, los envíos continuaron a razón de un millón-semanalmente. En el mes de noviembre del mismo año, la cantidad de pupa aumentó a 3 millones por semana; y a partir del mes de enero de 1978 a la fecha, se ha mantenido en unos 15 millones por semana.

../..

Así también, a fines del mes de noviembre de 1977, se recibió el - primer envío de pupas irradiadas de Moscamed procedentes de Costa Rica. La cantidad de pupas procedentes de Costa Rica también fue aumentando; recibándose actualmente unos 30 millones semanalmente.

La mosca estéril procedente de los dos países, se ha liberado a - lo largo de la frontera sur-occidental de Guatemala con México y en el departamento de Alta Verapaz, con la finalidad de formar una barrera biológica para evitar la dispersión de la plaga hacia el norte.

De cada envío se toma una parte para el respectivo control de calidad, y parte para realizar algunos estudios de evaluación.

Se han hecho estudios tendientes a determinar su capacidad de dispersión en medios ecológicos diferentes; capacidad de control en plantaciones de café. Así también se ha utilizado la mosca estéril para evaluar métodos de control químico.

Los trabajos de investigación utilizando la mosca estéril no han avanzado lo suficiente, debido a problemas de calidad de la mosca ocasionados por el sistema de empaque y el tiempo que tarda en el recorrido desde el país productor.

Durante el mes de noviembre y diciembre, personal técnico especializado, procedente de Austria, están desarrollando en el país, es

tudios de evaluación de la mosca, con la finalidad de determinar su calidad y el efecto del transporte.

III.3.5 Cuarentenas:

Uno de los aspectos más importantes que se tiene que tomar en cuenta para evitar la dispersión de la plaga, es su forma y medios de trasladarse de un lugar a otro. Para este propósito se realizó un estudio durante 1977, tendiente a determinar la política cuarentenaria para evitar su dispersión hacia las zonas libres de infestación.

III.4 METODOS DE EVALUACION:

La Unidad de Investigación del Programa Moscamed de Guatemala, ha realizado una serie de estudios tendientes a evaluar, tanto los materiales como los métodos de control de la Mosca del Mediterráneo,

En el mes de julio de 1978, para ampliar la capacidad de trabajo de la Unidad de Investigación, se integró un comité de evaluación de la Mosca del Mediterráneo formado por los Ingenieros Agrónomos Salvador Sánchez y Alvaro Klee, por el Programa Moscamed de Guatemala; el Ing. Rafael Mata, por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica; y los Ings. Agrs. Jorge Hendrichs y Alejandro Armendáriz por Sanidad Vegetal de México.

El comité reconoció como objetivos prioritarios los siguientes cuatro puntos:

- a.) Establecer hospederos indicadores y los índices de infestación de éstos.
- b.) Integrar el control de calidad de laboratorio de mosca - estéril.
- c.) Evaluación de campo de la mosca estéril.
- d.) Estudio de las poblaciones establecidas.

Para realizar sus actividades, se elaboró los manuales correspondientes.

../..

III.4.1. Control de calidad de la Mosca del Mediterráneo estéril en el Laboratorio de recepción y manejo:

Las pruebas de control de calidad de la Mosca del Mediterráneo estéril, proveniente de Austria y Costa Rica, a realizarse en el laboratorio de recepción y manejo de la mosca, deben de estar orientados a la obtención de datos que indiquen los efectos de empaque y manipuleo del post-adulto.

La calidad de la pupa, o lo que se espera de los adultos, debe ser establecido sobre bases de previa investigación, y su control debe ser la responsabilidad del personal de crianza de la pupa. Para facilitar la emergencia de los adultos y evaluar su calidad, se tomarán los siguientes datos:

Forma o métodos de muestreo:

Porciones de pupa de 5 gramos de cada tambo, deben tomarse conforme el contenido del tambo o recipiente que las contiene, es vaciado para colocarlas en las jaulas. La muestra así compuesta debe ser homogenizada y pesados los 5 gramos. El tambo deberá ser identificado, así como también las jaulas de emergencia en las cuales se coloca la pupa.

Después de haber realizado las determinaciones correspondientes en los 5 gramos de muestra, ésta se colocará en un recipiente apropiado (en el laboratorio), procurando que la humedad relativa y temperatura permanezcan constantes (alrededor de 25°C

y 70-80% de humedad relativa).

El tiempo de emergencia del adulto será variable por cuanto - la pupación no se realiza en un sólo día, por lo que se deberá esperar un tiempo prudencial para dar oportunidad a que emerja todo el adulto de la pupa viable.

Se contarán los adultos bien formados para obtener el % de emergencia.

Mortalidad:

Esta prueba debe realizarse tomando muestras de adultos que - han sido inmovilizados para la liberación aérea.

Cada muestra deberá ser de por lo menos 100 moscas (50 machos y 50 hembras) y una por cada grupo de moscas que se coloque - en cada máquina liberadora, (esto puede variar de acuerdo al volumen de la operación).

Lecturas:

La primera se efectuará después que las moscas inmovilizadas hayan iniciado su actividad normal.

A continuación se realizarán recuentos diarios por 14 días, - anotando el número de machos y hembras que mueren cada día.

Marcas de tinte:

Tomar una muestra al azar de las moscas colocadas en las máquinas liberadoras. La misma debe ser de por lo menos 100 espe-

címenes.

La mitad de la muestra debe colocarse sobre (Tangle trap) u o
tro pegamento que se emplee en el trampeo, para simular que
fueron capturadas en trampas Jackson; la otra mitad debe co
locarse en una bolsa de papel u otro recipiente apropiado -
para secarlas hasta que no contengan fluídos internos.

En ambos casos se retirarán las cabezas de las moscas y se
colocarán sobre papel filtro y se aplastarán en seco.

Evaluación de los adultos por capacidad de vuelo:

Una muestra tomada al azar de entre las moscas recogidas, -
deberá ser probada o examinada por capacidad de vuelo tan -
frecuentemente como sea posible, puesto que ésta es la úni-
ca comprobación o exámen para determinar la calidad de las
moscas que están siendo liberadas.

De entre la limitada información que ha sido reunida hasta
ahora se da por sentado que una mosca que puede recobrarse
e irse volando después de haber sido manipulada e inmovili-
zada con frío es una mosca viable.

Malos efectos posteriores debido al amontonamiento pueden u
sualmente ser observados, como moscas que no pueden volar y
alta mortalidad en las jaulas. Esto puede ser causado por
el apiñamiento de moscas en las jaulas, debido a ilumina---
ción dispareja o a la pobre calidad de las pupas

Un simple procedimiento desarrollado para comprobar la capacidad de vuelo es como sigue:

Use bandejas anchas y planas (por ejemplo: 1' x 2'), tal como una tapa de cartón con sus lados en ángulos rectos de aproximadamente 2"-3" de alto. Pinte las superficies interiores de los lados verticales con FLUON, un compuesto de silicón.

Pesar el contenido completo de moscas colectadas de una sección de la jaula. De éstas, tome 5 gramos de muestra, pesada precisa y exactamente, para poder contarlas después de matarlas en el freeezer. De estos datos, los números aproximados de moscas buenas y malas que estaban en la jaula pueden ser calculados. Coloque el resto de las moscas colectadas - en los contenedores (o tambos, o bandejas) abiertos para que las moscas puedan revivir del frío e irse volando. Las no--voladoras no podrán escalar los resbalosos lados revestidos con FLUON. Varias bandejas pueden ser necesarias para prevenir el apiñamiento de moscas y también puede ser necesario - tapar los contenedores o bandejas periódicamente para inci--tar a las moscas buenas para que se vayan. Después que las moscas buenas se hayan ido, pese las moscas restantes que no pudieron volar. De la diferencia entre el peso original y - el final puede ser calculado el número de moscas buenas.

PRECAUCION:

No hacer esta prueba bajo la luz directa del sol; las moscas

inmovilizadas mueren rápidamente cuando son expuestas al calor del sol.

Esterilidad:

Para comprobar la esterilidad de las moscas que serán liberadas, se colocarán 5 gramos de pupa proveniente de un volumen que será determinado de acuerdo a la magnitud de la operación.

La muestra será colocada en jaulas especialmente diseñadas - para oviposición y permanecerán en observación durante 14 -- días.

A partir del 7°. día, las jaulas serán revisadas diariamente y si se observaran huevecillos, éstos deberán ser recolectados y colocados en cajas de petri con papel filtro o secante, preferentemente de color oscuro (negro o verde) humedecido - con agua que contenga el 0.15% de benzoato de sodio

Estas cajas deben mantenerse a temperatura constante (25°C). En estas condiciones, las cajas permanecerán en observación, de 10 a 15 días.

Competencia sexual:

Para los estudios de competencia sexual se consultarán los - métodos usados por Fried. (Fried, M. 1971. Determination of Sterile-Insect Competitiveness. J. Econ. Entomol. 64:186-192).

../..

III.4.2 EVALUACIONES DE CAMPO DE POBLACIONES NATIVAS DE MOSCA DEL MEDITERRANEO EN GUATEMALA:

Dentro del programa de trabajo que se está llevando a cabo para el combate de la Mosca del Mediterráneo, actualmente se enfatiza en actividades de tipo químico, cultural y legal.

En el futuro estas actividades se integrarán con nuestra arma más poderosa: "La técnica del insecto estéril".

Esta, además de técnicas sofisticadas de cría, erradicación y control de calidad, involucra actividades de evaluación de campo, las cuales informan acerca del avance y progreso del programa.

En el transcurso de éste año, se han liberado pequeñas cantidades de moscas estériles, con el objeto de afinar las técnicas de emergencia y dispersión, y a la vez, crear una cierta barrera biológica en la frontera entre Guatemala y México así como hacia el Petén.

Sin embargo, no ha habido estudios acerca de la eficiencia de estas moscas en el campo, ni de su adecuada dispersión.

Teniendo en cuenta que la liberación de moscas estériles será nuestra principal arma, y que la planta de Metapa^{*} entrará en producción a gran escala en un futuro próximo, poniendo a nuestra disposición en forma masiva moscas estériles, existe la necesidad de iniciar estos trabajos de evaluación de campo lo más pronto posible.

Esto es con el fin de ir afinando estas actividades, tanto en sus

../..

aspectos técnicos, como administrativos, ya que serán llevadas a cabo conjuntamente por personal de los diferentes grupos que integran al programa; es decir, la Comisión Mixta Mosca Med, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Dirección General de Sanidad Vegetal de México.

Igualmente es importante mencionar que las necesidades de estudios-ecológicos tienen especial importancia bajo las condiciones centro-americanas.

Como el área bajo consideración es extensísima, y los recursos para la producción masiva de moscas son inevitablemente limitados, es indispensable determinar individualmente el número de moscas estériles a liberar en cada área, basado en estimaciones de densidad y los coeficientes de cambio de población de las moscas nativas.

Como el área bajo infestación no es una isla aislada, sino parte de un continente, el coeficiente de dispersión debe ser estimado, para en base a éste, establecer las estrategias de liberación de mosca - estéril. (Imigración es considerado el factor más serio, causante- del fracaso de un Programa de erradicación, utilizando la técnica - del insecto estéril).

En base a estas consideraciones, se propone, por lo tanto llevar a cado una serie de experimentos sencillos, con el fin de adquirir experiencia en la evaluación de campo, y a la vez obtener información básica, indispensable para evaluaciones posteriores más sofisticada--das.

../..

Como principal técnica de investigación se utilizará el método de marcaje, liberación y recaptura, que permite determinar la densidad absoluta de poblaciones establecidas en las diferentes zonas ecológicas, así como los cambios de ésta, debido a los diversos tratamientos. (Hay que aclarar que para la Mosca del Mediterráneo no se ha intentado hasta la fecha, hacer determinación de la densidad absoluta a partir de registros de trampeo).

El éxito de este tipo de investigación dependerá en gran parte de la correcta selección de las áreas de estudio, ya que debe de llevarse a cabo en puntos de infestación preferentemente aislados para evitar resultados distorsionados debido a poblaciones emigrantes.

Además, estas determinaciones de la densidad absoluta deben ser realizadas separadamente para cada una de las principales zonas ecológicas, como son la Planicie Costera, la Franja Cafetalera y la parte alta; y los resultados sólo podrán ser extrapolados para la respectiva zona ecológica. De la misma manera, es importante hacer evaluaciones separadamente para áreas urbanas, así como completamente silvestres. Finalmente, aún si se determinan las densidades en las diferentes zonas ecológicas, tanto urbanas como silvestres, todavía no es posible hacer extrapolaciones hacia las respectivas zonas, ya que la densidad de población no es constante, sino fluctúa a través del año. Por lo tanto, es necesario repetir éstas determinaciones en cada una de las áreas seleccionadas, por lo menos cada dos meses.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Los principales objetivos de estas investigaciones, además de la ya mencionada urgencia de adquirir una mayor experiencia en los trabajos de evaluación de campo, es la necesidad de una más estrecha coordinación y colaboración entre el personal de los diferentes grupos que integran el programa; incluye además, los siguientes objetivos, encaminados a obtener información básica:

- A) Determinar la densidad absoluta de las poblaciones de moscas establecidas en las diferentes zonas ecológicas, para obtener una idea más real, del número de moscas que se deben liberar en cada una de estas áreas, y lograr así una adecuada relación estéril-fértil, necesaria para la erradicación.
- B) Evaluar el comportamiento de la mosca estéril que proviene de Costa Rica, actividad importante, puesto que el pie de cría que se utilizará en la Planta de Metapa, tendrá un genotipo similar.
- C) Obtener información acerca del poder de dispersión de estas moscas, así como determinar sus coeficientes de sobrevivencia; la estimación de estos coeficientes de sobrevivencia es necesaria para poder determinar que tan seguido tenemos que liberar moscas estériles para mantener determinada relación estéril-fértil.

../..

- D) Determinar las fluctuaciones de las poblaciones en las diversas zonas a través del año y tratar de correlacionar éstas con los diversos parámetros ecológicos, y así poder establecer a los más importantes.
- E) Conocer el impacto que causan las aspersiones químicas como medida supresiva, sobre la población presente, previas a la inundación con moscas estériles; éste se puede cuantificar mediante la determinación de la densidad absoluta, anterior y posterior a los tratamientos.
- F) Determinar de la misma forma la eficiencia de la técnica del insecto estéril bajo las diferentes condiciones ecológicas, es decir, mediante la determinación de la densidad absoluta, antes y después de las liberaciones, y a la vez establecer la relación-óptima estéril-fértil, necesaria para la erradicación.
- G) Finalmente, evaluar mediante el mismo procedimiento, el efecto de combinar aspersión química, como medida supresiva, seguida - de la inundación con moscas estériles; éste estudio nos dará - una orientación acerca de la factibilidad de esta estrategia de erradicación, que quizá sea la más indicada para este Programa.

.../...

MATERIAL Y METODOS PARA LA EVALUACION:

Animales que viven en la superficie de hojas, y cuya movilidad no es grande, como por ejemplo orugas de pieridos, pueden ser contados directamente. Pero animales, como adultos de moscas de las - frutas, que vuelan activamente dentro del follaje y descansan en el envés de las hojas, difícilmente pueden ser contados directamente. Los capturados con atrayentes u otros métodos, sin embargo, a menos que sepamos el coeficiente de captura, no podemos determinar la densidad absoluta de estos animales.

La técnica de marcación, liberación y recaptura es uno de los procedimientos que permiten estimar los parámetros de población de éstos pequeños y activos animales. Esta técnica incluye dos aspectos principales.

- 1.) Los procedimientos de marcación, liberación y capturas;
- 2.) Los métodos para analizar los datos obtenidos de la liberación y recaptura.

1.) Marcación, liberación y recaptura:

Todo método de marcación debe cumplir las siguientes condiciones:

El manejo durante el transcurso de la marcación, al igual que el material de marcaje no deben afectar longevidad, así como el comportamiento de los animales marcados.

La respuesta (por ejemplo cortejo, dominancia, etc.) de otros miembros de la población, hacia los individuos marcados debe ser igual que hacia los no marcados.

La presencia de la marca no debe afectar la eficiencia de captura del hombre.

Aunque existen muchos tipos de pinturas impermeables, que han sido utilizados para marcación en grupo, así como individual, los siguientes requerimientos deben ser satisfechos en caso de marcar directamente sobre el cuerpo del animal:

Secado rápido;

Ninguna toxicidad o repelencia;

Coefficiente de desaparición de la marca insignificante.

Ito (1977), considerando a los requisitos anteriores, recomienda las lacas nitrocelulósicas. Estas se aplican con pinceles finos - en el tórax de las moscas adultas, en éste caso. Iwahashi (1972), demostró que estas marcas pueden ser detectadas fácilmente en moscas orientales de la fruta Dacus dorsalis, hasta 170 días después de la liberación.

Las moscas que se utilizan para ser marcadas y liberadas pueden provenir del mismo lugar donde se llevará a cabo el experimento, o haber sido criadas en el laboratorio. En este segundo caso se tiene quizá la desventaja de liberar moscas menos adaptadas, pero éstas son de edad homogénea y conocida.

Con un succionador se colectan las moscas de las jaulas y se les - anestesia con dióxido de carbono por aproximadamente 30 segundos.

Unicamente se utilizan los adultos machos, menores a la semana -- de edad.

Estas moscas anestesiadas son transferidas posteriormente a cajas de petri abiertas, congeladas previamente con bolsas de hielo. -

Esta doble anestesia (Iwahashi 1972), proporciona un período suficientemente largo de inmovilidad, sin causar efectos adversos sobre las moscas.

Utilizando pinceles muy finos, se coloca una marca en la parte -- dorsal de cada mosca; trabajo que dos personas con cierta práctica pueden realizar fácilmente en unas pocas horas, marcando la -- cantidad de moscas suficiente para toda una liberación.

Todas las moscas marcadas son conservadas en bolsas de polietileno por el corto período de su transporte y finalmente liberadas - en diversos puntos dentro de las diferentes áreas bajo evaluación.

Dentro de la zona ecológica bajo estudio, se escoge una área, donde se llevará a cabo la evaluación. Esta área puede cubrir aproximadamente de unas 4 Has., hasta unas 16 Has., dependiendo de los - recursos y la magnitud que requieran dar al experimento. Igualmente debe existir cierta relación entre el número de moscas marcadas y el tamaño del área seleccionada.

Previamente a la liberación de las moscas, se instala en esta área una red de trampeo. La distancia entre trampas está en función --

directa a la atractividad de la feromona de la respectiva mosca.

Para la mosca oriental, Iwahashi (1972) sugiere 100 a 150 m., de distancia entre trampas; esto se debe al gran poder de atracción de la feromona de esta mosca, el metileugenol.

Ito et. al. (1974), sugiere 25 m. y 50 m., de distancia entre trampas para la mosca del melón.

Como la atractividad del Trimedlure es similar a la del Cuelure, la feromona de la mosca del melón, quizá la distancia más indicada para la Mosca del Mediterráneo, también sea 25 m. y 50 m.

Entonces, por ejemplo, para una área de 4 Has., se colocarían -- 100 trampas (10 x 10) ó 25 trampas (5 x 5) respectivamente.

Para estudios de la dispersión de las moscas, es conveniente colocar algunas trampas a mayores distancias, en círculos de diversos radios alrededor de los puntos de liberación.

Preferentemente se utilizan trampas "secas" para estudios de -- evaluación ecológica, ya que se facilita grandemente la dife--renciación de moscas marcadas y nativas. Sin embargo en caso -- de no contar con éste tipo de trampas, se les puede sustituir -- con las trampas que se están utilizando actualmente para fines de detección y que tienen la ventaja de tener un mayor radio de acción.

La revisión de las trampas debe llevarse a cabo a intervalos fijos e iguales.

Inicialmente es conveniente realizar una liberación por varias recapturas, la versión más simple de las determinaciones por marcaje, liberación y recaptura.

Posteriormente se pueden llevar a cabo evaluaciones más complejas.

Los puntos de liberación deben estar dispersos entre los de recaptura, para lograr así una mejor distribución de las moscas marcadas, y por lo tanto, que las probabilidades de ser atrapadas sean las mismas que las de las moscas nativas.

2.) Análisis de los datos de recaptura:

Los objetivos de los estudios de marcación y recaptura son la estimación de los diversos parámetros de población, tales como densidad, coeficientes de reproducción y mortalidad, emigración e inmigración. Sin embargo, debido a que estos parámetros son estimados a partir de muestras, la varianza y las desviaciones de estas estimaciones también tienen que ser determinadas, al igual que las estimaciones mismas.

El principio básico de los estudios de marcación y recaptura es ilustrado mejor por el índice de Lincoln-Peterson.

En su forma más simple, éste método de marcación y recaptura consiste en tomar una muestra al azar de la población, marcar a los individuos y liberarlos nuevamente. Después de un período de tiempo se toma una segunda muestra, y el número de individuos marcados y no marcados son contados. Si no se presentan pérdidas o ganancias en la -

población durante este intervalo de tiempo, y ambas muestras consisten de 100 individuos, la proporción de individuos marcados en la -- segunda muestra representa una estimación del por ciento de la población total que la muestra inicial comprendía. Si el número de individuos marcados en la segunda muestra es 10, se puede concluir que la muestra original de 100 representa un 10 por ciento de la población. Es decir, el tamaño del total de la población es de 1000 individuos.

Esto es cierto, dadas las siguientes condiciones:

- 1.) Los individuos marcados se dispersan al azar entre la población restante.
- 2.) No hay pérdidas o ganancias en la población debido a muertes, - nacimientos, emigración e inmigración.
- 3.) Los individuos marcados no se ven afectados por la marcación.
- 4.) Las dos muestras son tomadas al azar y todos los individuos son igualmente susceptibles a ser capturados.
- 5.) El muestreo es llevado a cabo a intervalos discretos de tiempo.
- 6.) Ser capturado una vez, no afecta la probabilidad de un individuo para ser capturado subsecuentemente (por ejemplo, algunos pequeños mamíferos llegan a ser adictos a ser trampeados).

El método de Lincoln-Peterson está sujeto a todas éstas condiciones, con la excepción de la segunda.

Bajo condiciones naturales y especialmente para insectos, la presunción de no desaparición (emigración y muerte) y no dilución (inmigración y nuevas emergencias) puede difícilmente ser satisfecha. Sin embargo Ito (1976), demostró que tanto desaparición como dilución siempre -- afectan en forma positiva, para dar valores sobeestimados.

Hay que hacer notar aquí, que para nuestro propósito, es decir, la - determinación del número de moscas a liberar, un valor sobreestimado es preferible; así no se corre el peligro de liberar insuficientes - moscas. Este método es recomendable para determinaciones fáciles y rápidas.

Sin embargo, si deseamos obtener un dato más confiable acerca del - número de machos silvestres, tenemos que determinar el coeficiente de sobrevivencia.

El "método positivo" de Jackson nos permite estimarlo. Jackson liberó moscas Tse Tse marcadas, y posteriormente hizo muestreos regularmente. El número total de moscas Tse Tse capturadas al día "i" (n_i) y el número de moscas marcadas recapturadas al día "i" (m_i), - pueden variar dependiendo de las condiciones atmosféricas, etc. -- Para estandarizar el número de recapturas, Jackson presenta la siguiente fórmula:

$$y_i = \frac{10^4 \ m_i}{n_i \ M_o}$$

../..

Aquí M_0 significa el número liberado en el día 0, y " y_i " es un índice del número de individuos recapturados cuando M_0 y " n_i " están fijados en 100. Entonces " y_i " refleja el número de moscas marcadas que sobreviven hasta el día " i ". Si el coeficiente de sobrevivencia de los -- adultos es casi constante (esto sí es el caso en *D. dorsalis* y *D. cucurbitae*) podemos estimar un valor imaginario " y_0 ", utilizando regresión lineal del $\log y_i$ sobre i :

$$\log y_i = \log y_0 - i \log S$$

Aquí " S " significa el coeficiente de sobrevivencia en una unidad de tiempo; " y_0 " es un valor teórico de recaptura, si asumimos que 100 individuos marcados y liberados se mezclan instantáneamente con el resto de la población, y que tomamos inmediatamente 100 individuos después de la liberación.

Ahora el número de individuos en el día "0" es:

$$N_0 = 10^4 / y_0$$

El método de Jackson está basado en el supuesto, que los individuos recapturados son retornados nuevamente a la población original. Como eliminamos a los individuos recapturados, la curva de sobrevivencia de los individuos marcados se ve afectada por la mortalidad debido -- al trampeo, así como a la mortalidad natural.

Ito (1976) presenta una ecuación modificada en la que sugiere utilizar un número modificado de individuos liberados $M_0'(i)$ en lugar de

M_o , cuando $i \geq 2$. Es la siguiente:

$$M_o' (i) = M_o - \sum_{j=1}^{i-1} m_j$$

Por lo tanto:

$$Y_i' = \frac{10^4 m_i}{n_i M_o' (i)}$$

Y también:

$$N_o' = 10^4 / y_o'$$

Como en nuestro caso las moscas marcadas y liberadas son insectos cria dos artificialmente, se debe sustraer M_o de N_o' , para obtener la densi dad de machos silvestres.

Por lo tanto, la densidad es:

$$N_I (o) = N_o' - M_o$$

La modificación de Ito reduce la desviación en el modelo de Jackson, - cuando los individuos recapturados son muertos; sin embargo, Hamada de muestra que aún en este modelo modificado, la desviación todavía es -- grande cuando M_o es mayor que N_I (este es el caso cuando estimamos - la densidad de moscas silvestres, utilizando a moscas estériles como - individuos marcados).

Hamada presenta un modelo que da estimaciones con menores desviaciones.

Este es:

$$z_i' = \frac{10^4 m_i}{u_i M_o' (i)}$$

$$N_o' = 10^4 / z_o'$$

Donde "ui" es el número de moscas no marcadas capturadas el día "i"
(ni = ui + mi).

Ito* recomienda al modelo de Hamada como el más indicado para liberaciones únicas en estudios de moscas de la fruta.

Si es posible liberar moscas marcadas dos veces (desde luego con -- color diferente), se puede utilizar el modelo estocástico de Jolly-Seber.

Para detalles acerca de los procedimientos de cálculo en el modelo Jolly-Seber, así como otros aspectos de los métodos de marcación y recaptura, consultar Southwood (1966) y Poole (1974).

* Comunicación personal del Dr. Ito.

III.4.3 MUESTREO DE FRUTA EN LA LUCHA CONTRA LA MOSCA DEL MEDITERRANEO:

El muestreo de fruta es una actividad que se utiliza para los siguientes fines:

1. Como auxiliar de trampeo
2. Para estudios específicos

1. Como auxiliar del trampeo: Complementa los trabajos de:

- 1.1 Localizar el insecto
- 1.2 Evaluar los métodos de control (químico, autocida, biológico).
- 1.3 Estudios de oscilación de la plaga.
- 1.4 Estudiar el grado de infestación

2. En cuanto a estudios específicos: Pueden citarse los siguientes:

- 2.1 Identificar los hospederos primarios y alternos.
- 2.2 Estudiar la interrelación entre especies de moscas de las frutas.
- 2.3 Identificar especies de parásitos que atacan a las larvas de la plaga.
- 2.4 Recolectar especímenes de Moscamed silvestres para estudios de laboratorio y para iniciar la crianza o el rejuvenecimiento del pie de cría que se utiliza para la reproducción masiva, esterilización y posterior liberación de insectos estériles.
- 2.5 Otros. (interrelaciones entre mosca nativa y mosca estéril-liberada).

1.1 Localización del insecto:

Además del trampeo regular, el cual es el arma principal para

la detección de la Mosca del Mediterráneo, el muestreo de fruta puede contribuir a la detección de la mosca. Las muestras de frutas que se recolectan para éste fin, deben tomarse seleccionando previamente los lugares que ofrescan la mayor probabilidad de que el insecto haya podido ser transportado por personas que con diferentes fines se movilicen en el área. Esto es huertos de aldeas y caseríos, cascos de las fincas, lugares cercanos a estacionamientos de transportes extraurbanos, como estaciones de gasolina, comedores, etc.; así como todos aquellos lugares que por diversas razones son frecuentados para el abastecimiento y venta de productos agrícolas alimenticios.

1.2 Evaluación de los métodos de control:

Las trampas que se utilizan para la captura de mosca del Mediterráneo, tienen diferente capacidad de atrapar el insecto (eficiencia) y por lo consiguiente, en ocasiones aunque la plaga esté presente, no se reportan capturas. Esta ausencia de capturas puede dar la falsa impresión de que no existe la mosca; o bien, que las medidas de control aplicadas han suprimido la población de insectos y en consecuencia los técnicos encargados de aplicarlas, pueden decidir abandonar el área. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que en algunas ocasiones, aunque no se capturen insectos en las trampas, existen especímenes libres en las plantaciones, los cuales continúan reproduciéndose; los mismos pueden detectarse por medio del examen de muestreo de fruta.

1.3 Estudios de oscilación de la población:

El aumento y disminución de las poblaciones de insectos, están íntimamente relacionados con la disponibilidad de alimentos y el clima. Es por ello que además de los datos que nos proporciona el trampeo, la recolección de frutos y el estudio de la maduración de cada una de las especies atacadas por la Mosca del Mediterráneo en asociación con las variaciones del clima, son de gran importancia para elaborar las curvas que nos permitan estudiar el comportamiento de las poblaciones de insectos y de esta manera, poder decidir el momento más propicio y las mejores medidas de control.

Por consiguiente, cuando el objeto del muestreo sea efectuar estos estudios, el personal debe seleccionar plantaciones que se encuentren en fincas en donde se lleven registros meteorológicos.

1.4 Grado de infestación:

El número de especímenes de Moscamed capturados en las trampas, nos dan una idea de la cantidad de insectos que existen en una plantación. Es decir, si la población está muy alta, o baja, pero no nos indican el daño que realmente causa a la cosecha que está atacando. Este índice únicamente puede obtenerse con el estudio de la relación entre fruta dañada y sana. Es decir, necesitamos conocer en un momento dado cual es el porcentaje de fruta dañada y así tener una base para -

calcular las pérdidas que la plaga ocasiona.

En este caso, el muestreo debe realizarse con el mayor cuidado y con una planificación previa, ya que tiene que reflejar en forma real los efectos de la plaga.

Esto significa que en cada caso deberá realizarse un reconocimiento previo del área a muestrear y de acuerdo a sus características, separar lotes para el examen correspondiente del laboratorio. En este caso específico, las muestras deben reunirse sin tratar de extraer siempre fruta dañada, de tal manera que represente el estado real de infestación del área. Para el caso del café, por ejemplo, podrían tomarse todos los frutos maduros de una rama cada 50 plantas.

2.- ESTUDIOS ESPECIFICOS:

2.1 Identificación de los hospederos primarios y alternos:

El conocimiento de la preferencia de la plaga para reproducirse, es de primordial importancia para el control de la misma; pero igualmente lo es el conocer como sobreviven las poblaciones cuando la cosecha de ciertos frutos finaliza; por ejemplo, el café.

Se puede citar el caso del municipio de Antigua-Guatemala, - en donde a pesar de haber finalizado la cosecha, las trampas que se colocan en las plantaciones se saturan totalmente de Moscamed en un corto período de tiempo. Lo anterior plantea

../..

la posibilidad de la existencia de hospederos que hasta la fecha han pasado desapercibidos.

Esta misma situación se presenta en la costa sur. Por lo consiguiente, para tener un mejor conocimiento de éste fenómeno, se hace necesario realizar muestreos constantes de frutos de plantas silvestres, árboles de sombra, desechos de beneficios, etc.

2.2 Interrelación entre especies, especialmente de moscas de las frutas:

Antes del apareamiento de la Mosca del Mediterráneo en Guatemala, ya existían otras especies de moscas que causan graves daños a la producción frutícola. La introducción de la mosca del Mediterráneo a Guatemala, vino a agravar este problema. Es posible que la adición de esta nueva plaga promueva la competencia entre las especies, disputándose el dominio de ciertas frutas hospederas. En otros países, este fenómeno ha traído como consecuencia el desplazamiento de una especie por otra.

En Guatemala no se han realizado estudios al respecto y por consiguiente, es necesario efectuarlos. El examen de los frutos en el laboratorio, pueden dar la medida en que las especies compiten por el alimento y los medios de reproducción.

2.3 Identificación de especies de parásitos que atacan a la plaga:

Esta actividad ya se inició, habiéndose obtenido tres especies diferentes de parásitos de Mosca del Mediterráneo del género Opius, las que se enviaron a E.E.U.U. para su identificación y estando - pendiente su clasificación completa. Dos de ellas se obtuvieron de fruta recolectada en Teculután, Zacapa y una en San Antonio, - Suchitepéquez; no se ha detectado ninguno en Antigua-Guatemala. - Es de gran importancia estudiar a los enemigos naturales que ya - se encuentran actuando en nuestro medio contra la plaga; conocer- sus hábitos, su capacidad de reproducción y el control que puedan ejercer contra la misma. De ello podría resultar el aparecimen- to de especímenes que puedan ser reproducidos en el laboratorio y luego liberarlos en el campo, con el objeto de lograr un control- adicional sobre la plaga.

Para ello es necesario estudiar en el laboratorio, muestras de fru- tas provenientes de lugares en donde no se aplica actualmente con- trol químico, para lograr la obtención de especímenes de parásitos de larvas. Para el caso de parásitos de pupas, las muestras debe- rán obtenerse tamizando porciones de suelo provenientes de los lu- gares en donde se observe gran cantidad de fruta caída, para su - posterior estudio por el personal correspondiente.

3. METODOS DE MUESTREO: Cuando el objetivo sea:

3.1 Detectar la mosca

3.2 Determinar la efectividad de las medidas de control.

.../...

- 3.3 Identificar hospederas.
- 3.4 Estudios de interrelación de especies
- 3.5 Identificar parásitos de la plaga; es necesario recolectar - frutos infestados.
- 3.6 Recolectar especímenes para estudios de laboratorio y reproducción.

Durante el tiempo que se ha trabajado con la Mosca del Mediterráneo en Guatemala, se ha observado que este insecto prefiere áreas con árboles que presenten un buen desarrollo vegetativo y frutos con alta cantidad de azúcares; así mismo - que se encuentren en las cercanías de fuentes de agua. Es - importante también el micro-clima que prevalece en las plantaciones, lo cual queda demostrado por la preferencia de la plaga, por el café, en donde el ambiente es regulado por las plantas de sombra.

Por lo consiguiente, son estas características las que deben tenerse presentes al seleccionar los lugares para recolectar las muestras.

Las especies de plantas que deberán preferirse para la recolección de frutos son:

El café, la mandarina, manzana rosa, naranja agria, níspero, naranja dulce y otras que presentan buenas características - para la propagación de la Mosca del Mediterráneo.

Para los estudios en cuestión, deberán escogerse frutos que

presenten evidencia de estar infestados por larvas de moscas, tomándolos tanto de árboles como del suelo, pero colocándolos en bolsas plásticas diferentes y devidamente identificadas. - Si los frutos dañados no fueran muy abundantes, la muestra se completará con otros frutos maduros que se presuma puedan haber sido ovipositados.

En general, para cumplir con el propósito de estos trabajos, - debe tratarse de recolectar muestras de frutas infestadas por lo que la persona encargada de efectuar este trabajo, debe - usar su criterio personal para seleccionar los lugares y las muestras.

4. OSCILACION DE LA PLAGA Y GRADO DE INFESTACION:

Este registro se llevará muestreando las plantaciones elegidas por la Unidad de Detección y Control, para el "sistema de muestreo municipal", a fin de que se complementen los datos y se lleve un registro completo del comportamiento de la plaga.

El muestreo comprenderá:

No. de muestras : Una por Ha.

Cantidad/muestra: 0.5 Lbs. ó 0.25 Klg.

Período o ciclo : c/a 15 días.

Recolección de la muestra:

En cada Ha., la muestra se formará tomando todos los frutos -

de café maduros de una bandola; por lo consiguiente, se muestrarán tantas bandolas como sea necesario para completar 0.5 libras/ha.

Las plantas deberán seleccionarse a unos 25 metros alrededor de la trampa, procurando que se encuentren bien distribuidas. De preferencia, la muestra debe tomarse a la mitad de la altura del cafeto.

El encargado de efectuar el muestreo de fruta, debe llevar - un registro de las fechas y volúmenes de los cortes de café- que realice la finca en el lugar de muestreo. De ser posi--ble, los cortes de la cosecha deben coincidir con el muestreo.

En cada finca, o en un lugar representativo de la zona deben llevarse registros meteorológicos, especialmente: Precipita--ción, temperatura máxima y mínima, humedad relativa y luminocidad.

Identificación de la muestra:

Las muestras deben identificarse haciendo referencia a la - parcela de la cual se tomó para poder referir los resultados o la captura de la trampa correspondiente.

Identificación y manejo de las muestras:

Independientemente del estudio que se pretenda realizar, las muestras deberán ir debidamente identificadas, para lo cual,

../..

deberá colocarse a la bolsa la etiqueta con los datos correspondientes. La muestra se envará en bolsa plástica, o de tela fina, la cual debe ser trasladada al laboratorio en un término no mayor de 24 hrs. Es importante que la muestra se mantenga en un lugar fresco; la alta temperatura acelera la fermentación, enrarece el ambiente y provoca la muerte de las larvas.

5. TAMAÑO PROMEDIO DE LAS MUESTRAS:

TAMAÑO DEL FRUTO	($\bar{x}$) UNIDADES
Grandes (naranja)	10
Medianos (mandarina)	15
Pequeños (café)	1 Lb.

III.4.4 MARCAJE CON TEÑIDORES Y LA DETECCION DE MOSCAS DEL MEDITERRANEO ATRAPADAS CON TRAMPAS JACKSON

El método usual para la identificación de moscas de la fruta estériles y capturadas con marcaje de teñidor, es mediante la trituración de sus cabezas sobre papel de filtro con un perno sumergido en acetona. Este método, sin embargo, no es práctico con moscas atrapadas con trampas Jackson, debido a los varios tipos de polibutenos polimenizados y pegajosos, ejemplo Stickem, Tacktrap, Birdstop, Tanglefoot, etc. Estos materiales pegajosos recubren a las moscas e interfieren con la acción de solvente, - que es como actúa la acetona. Empapar a las moscas en solventes tales como kerosina o thinner para pintura no es práctico. Por lo tanto, un método simple de triturar las cabezas entre dos hojas de papel sin emplear ningún solvente se usó con varias tinturas y su eficiencia y facilidad de detección se evaluaron. Este método se refiere como método sin solvente.

El método sin solvente puede trabajarse debido a que la sustancia pegajosa ayuda a contener la tintura cuando la cabeza es triturada y también sirve como un adhesivo para retener la cabeza con seguridad sobre el papel.

Es importante emplear papel que no tenga fluorescencia y que permita al material pegajoso hecho a base de petróleo empapar un poco el papel. El empapado ayuda a retener la tintura y al mismo tiempo lo vuelve menos pegajoso y fácil de manejar.

Si el abdómen de las moscas no marcadas debe mantenerse intacto para un exámen ulterior con el microscopio, se sugiere que sólo la cabeza sea triturada. El siguiente procedimiento ha sido utilizado para mantener un record o registro para la identificación de la cabeza con el correspondiente abdómen, siempre que sea necesario disectar y examinar las gónadas de una mosca no marcada. (Cualquier método de codificación puede emplearse).

- 1.) Raye una hoja de papel de escribir a máquina en cuadrícula de 1/2 pgd.² y codifique cada cuadrado en la mitad de la hoja para identificación. La otra mitad de la hoja va a coincidir cuando se dobla por la mitad.
- 2.) Transfiera las moscas de la trampa Jackson sobre cada -- cuadrado codificado.
- 3.) Después que todas las moscas han sido transferidas, re-- mueva sólo las cabezas y colóquelas en un papel filtro, que ha sido rayado en forma similar al de escribir a máquina.
- 4.) Doble este papel filtro exactamente en la mitad, de manera que cada cuadro y su imagen de espejo correspondiente coincida.

Coloque el papel doblado en una superficie sólida y plana y triture el espécimen con una acción de enrollamiento de un objeto cilíndrico firme.

- 5.) Separe el papel filtro enrollado y examine ambas superficies del papel filtro que contiene al espécimen triturado bajo luz ultravioleta. A veces, será necesario remover - al espécimen triturado para poder observar la tintura debajo de él. Algunas veces la tintura puede estar aún en la cabeza y no transferida al papel. Por lo tanto, es mejor remover el espécimen sólo mientras está siendo observado bajo luz ultravioleta.
- 6.) El abdómen correspondiente de cualquier cabeza no marcada puede ser fácilmente identificada al exámen al microscopio con sólo hacer referencia al código. El método sin solvente es preferido sobre el método de acetona, debido a que:
 - a.) Hay o existe poca oportunidad de contaminación de un espécimen a otro,
 - b.) La tintura es más concentrada y, por lo tanto, más fácilmente visible aún cuando hayan pequeñas cantidades en la cabeza,
 - c.) Hay una menor probabilidad de perder una mosca pobremente marcada por el uso de un exceso de acetona; y
 - d.) Puesto que no se usa solvente, el riesgo de la presencia de gases, desde el punto de vista de la salud y la seguridad no está presente.

Se encontró que la mayoría de tinturas examinadas pueden ser - fácilmente detectadas por éste método. La Calco Blue^R presenta dificultad cuando su concentración es baja, puesto que no es una tintura fluorescente y Signal Green^R puede a veces enmascararse por la fluorescencia natural y verde del fluido del cuerpo.

Tinturas que fueron examinadas y recomendadas para éste método del no solvente son las siguientes:

T I N T U R A	TASA (g/litro pupa)	FABRICANTE
Neon Red A-12	2	Day-Glo Color Corp.
Blaze Orange	2	Day-Glo Color Corp.
Tinopal SFG	1	Ciba Geigy Corp.
Whitex SKC	2	Sumitomo Chemical Co.Ltd.
Invisible Blue A-594-5	2	Day-Glo Color Corp.
Arc Yellow A-16	2	Day-Glo Color Corp.

IV.- RESULTADOS:

IV.1 Monitoreo:

Por medio de la red de trampeo, establecida en todo el país, las actividades de detección durante el segundo semestre de 1976, y los años de 1977 y 1978, proporciona información sobre la distribución y comportamiento de la mosca en los diferentes medios ecológicos del país.

IV.1.1 Distribución de la mosca en el país:

Por medio de las actividades de detección, se ha determinado a la fecha, que la mosca se ha establecido en la zona cafetalera y frutícola del país, la cual se encuentra en una faja al sur, paralela al Océano Pacífico, comprendida entre los 300 y 1,500 mts. de altitud sobre el nivel del mar; y en los departamentos de Alta y Baja Verapaz.

El área infestada ocupa una extensión aproximada de 9000 Kms. cuadrados.

La densidad de las poblaciones varía considerablemente dentro de estas zonas. El efecto de las condiciones del medio es determinante en las densidades.

IV.1.2 Fluctuaciones de las poblaciones durante el año:

Así también, por medio del sistema de trampeo, y determinándose los indicios de mosca por trampa- por día, se ha observado la fluctuación de las poblaciones durante el año.

La actividad de la mosca es afectada notoriamente por las condiciones ecológicas propias de cada zona, por lo cual, la época máxima de la población, varía en tiempo dentro del país. -

IV.2 FACTORES ECOLOGICOS:

IV.2.1 Distribución de las temperaturas:

El relieve topográfico del país, afectado por la Sierra Madre y sus ramificaciones, ocasiona una serie de fajas altitudinales que van desde el nivel del mar, hasta un poco más de los 10,000 pies, distribuyéndose las temperaturas en zonas isotérmicas con promedios anuales de 10 a 35 grados centígrados.

IV.2.2 Distribución de las precipitaciones anuales:

Las corrientes de aire provenientes del Ecuador, que arrastran nubes, pasan de largo la faja costera del Pacífico, deteniéndose por efecto de las elevaciones de la Sierra Madre. Este efecto ocasiona baja precipitación en la zona costera y alta precipitación en las estribaciones y laderas de la Sierra Madre.

Esta misma situación se presenta al norte del país, donde las ramificaciones de la Sierra Madre intercepta las corrientes nubosas provenientes del atlántico.

La intercepción y desviación de las corrientes de aire, ocasiona una distribución dispareja de las precipitaciones dentro del país. Así, en algunas áreas, la precipitación promedia anual apenas llega a los 500mm., mientras en otras llega hasta los 6000 m.m.

IV.2.3 Epocas de mayor actividad de la mosca:

El efecto de la distribución de temperaturas sobre la fisiología de la mosca, acompañado por el efecto de las precipitaciones sobre su comportamiento, se interaccionan para determinar condiciones favorables y desfavorables para el desarrollo de las poblaciones.

Elaborando climatogramas, por medio de índices climáticos para cada zona ecológica, se observa que las condiciones favorables para subsistencia de la mosca, varía notoriamente durante el año.

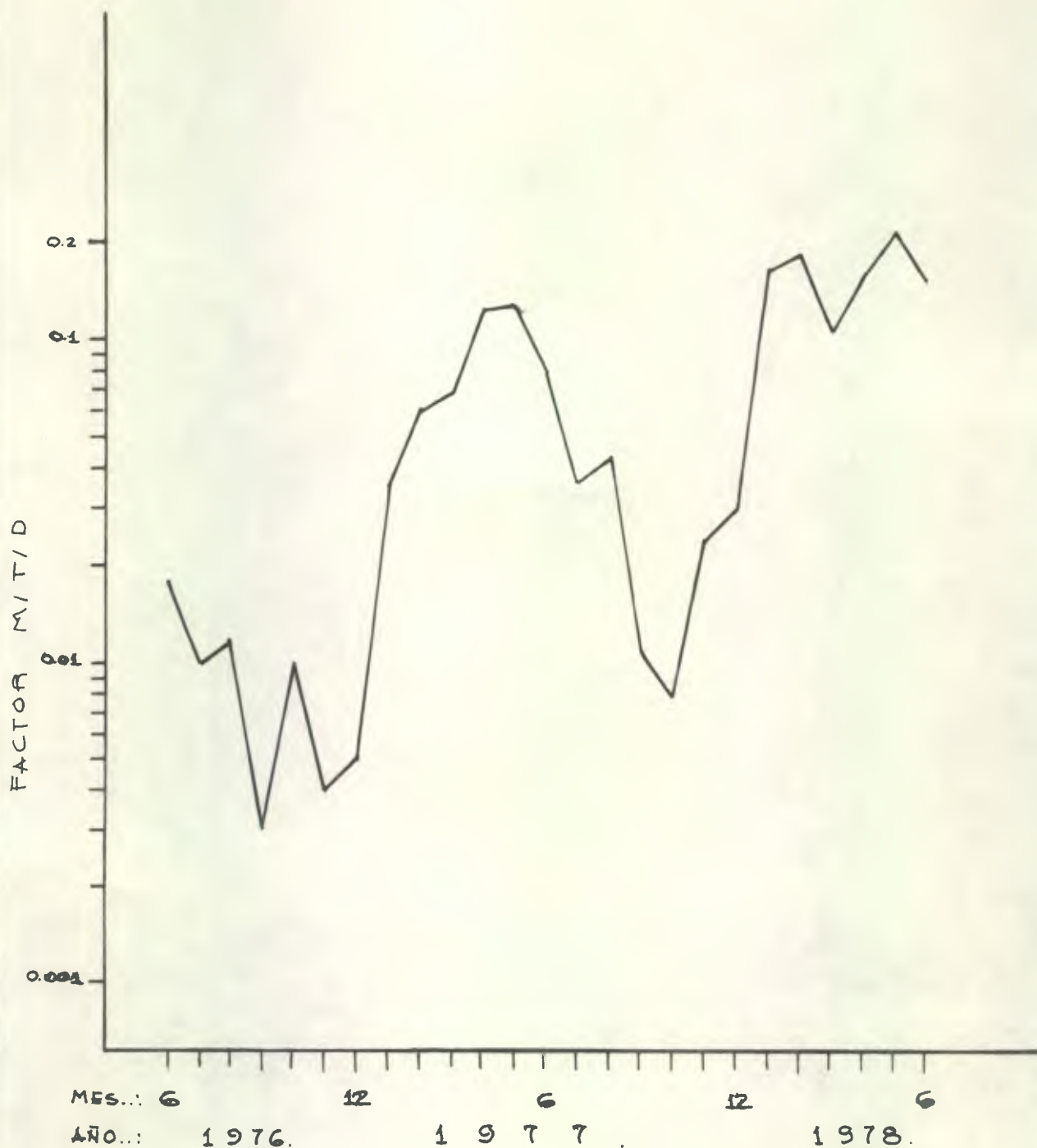
IV.2.4 Distribución de hospederas:

El relieve topográfico responsable de la variedad de climas, proporciona las condiciones para el cultivo de muchas especies frutícolas. Como es natural, cada especie frutícola requiere de condiciones propias de clima para su crecimiento, por lo cual se encuentra una distribución marcada para las menos cosmopólitas (café, decíduos, mango y otros).

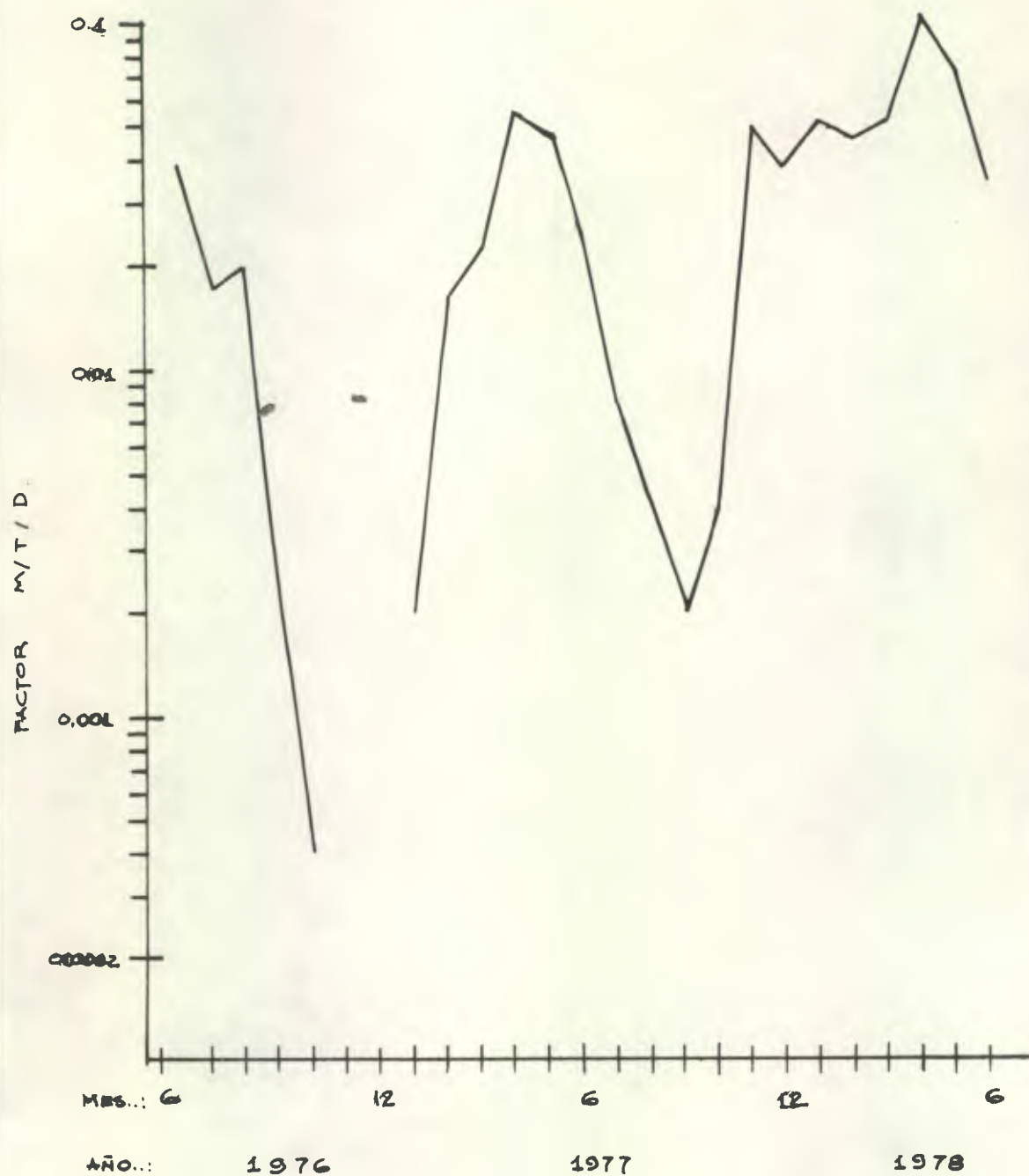
IV.2.5 Epoca de maduración de los hospederos:

Las especies frutícolas de amplia adaptación climática, su período de fructificación, es afectado por la cantidad de calor promedia anual de las zonas en que crecen. En este estudio se ha notado en promedio un gradiente de 30 días de retraso en la maduración de los frutos por cada 1000 pies de aumento sobre el nivel del mar.

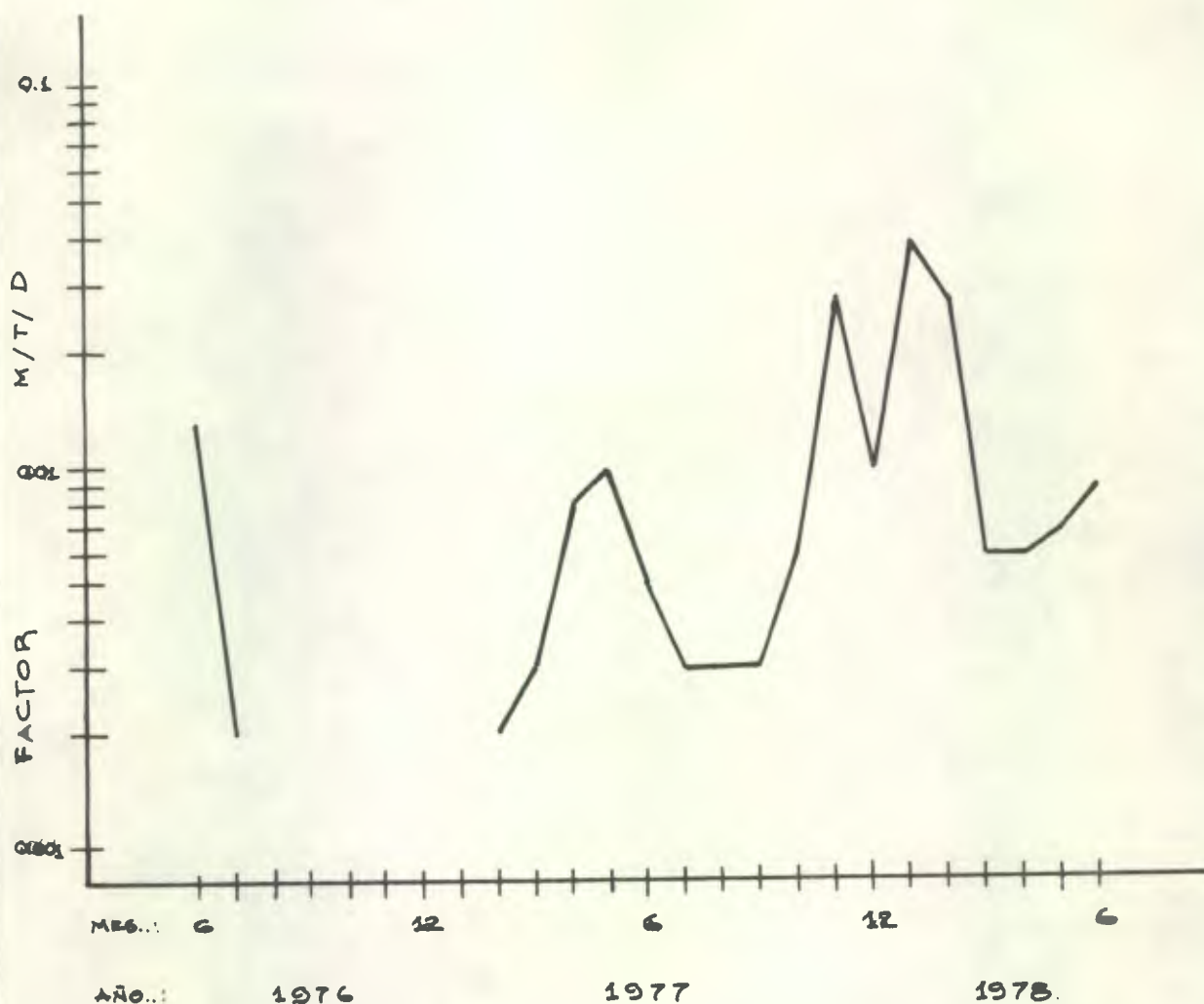
NIVELES DE INFESTACIÓN (M/T/D) ■ REP. DE GUATEMALA. JUNIO 76-JUN 78



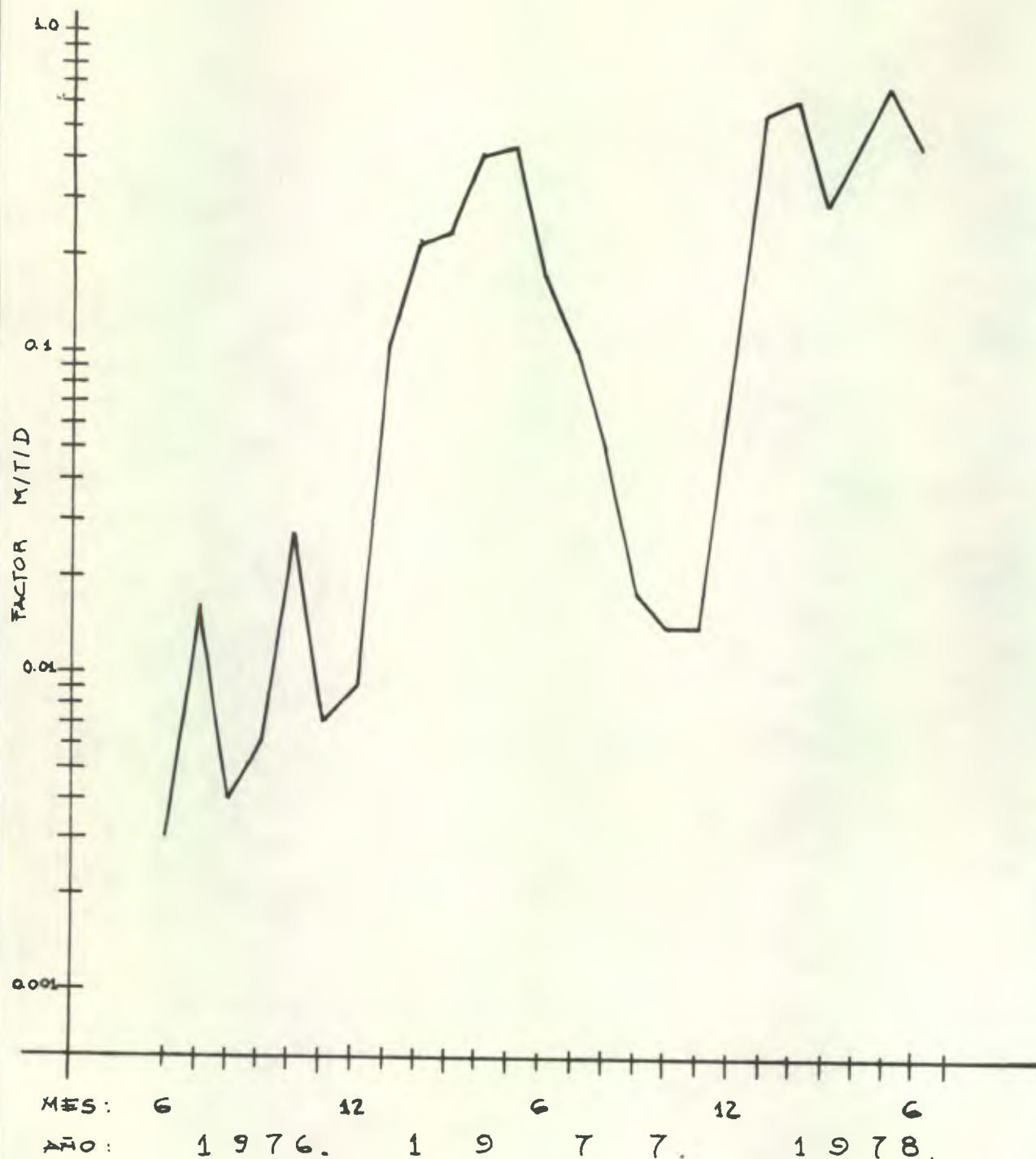
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) CENTRO DE OPERACIONES DE ORIENTE JUNIO 76 - JUNIO 78



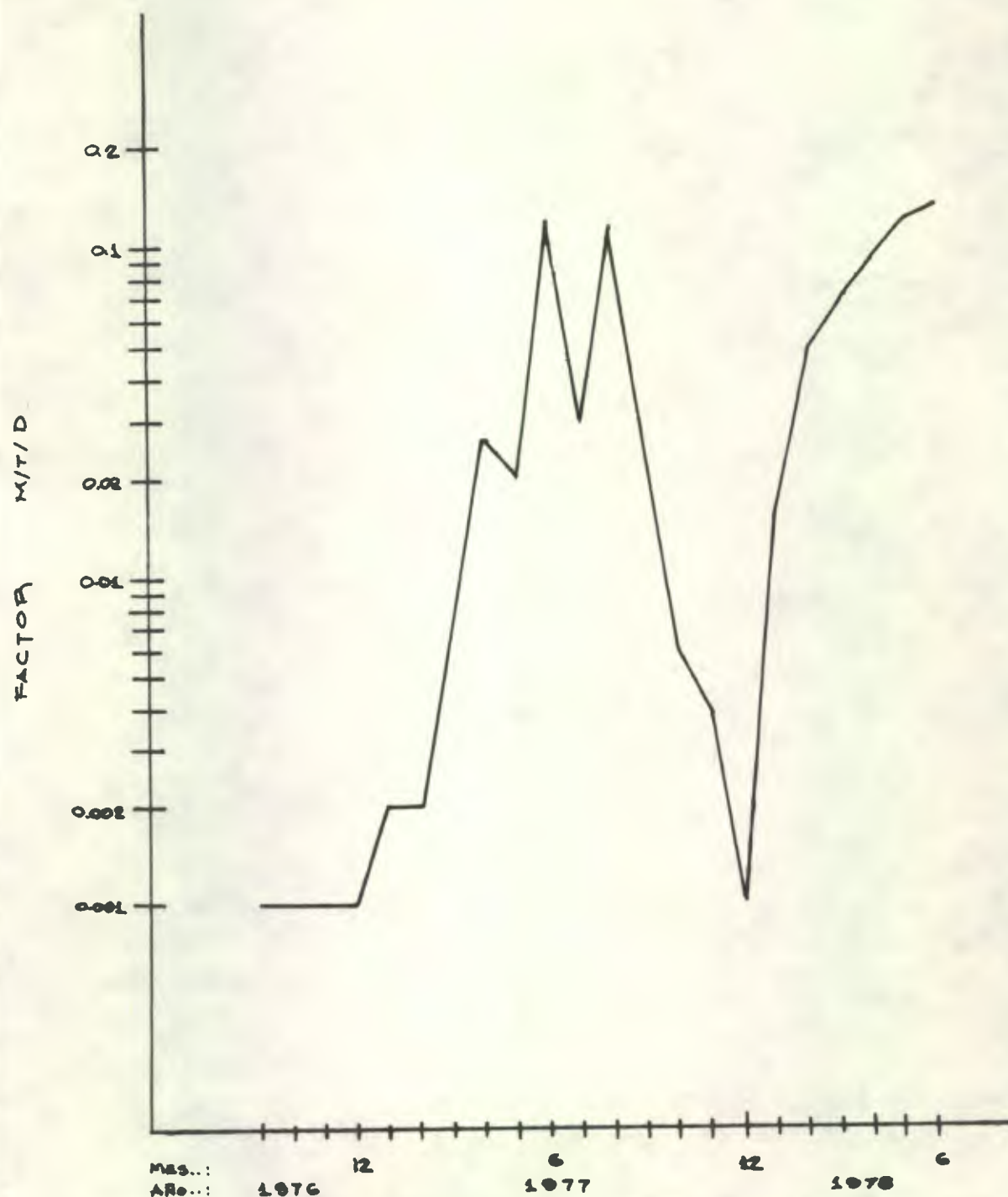
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) CENTRO DE OPERACIONES NOR-ORIENTE. JUNIO 76 - JUNIO 78.



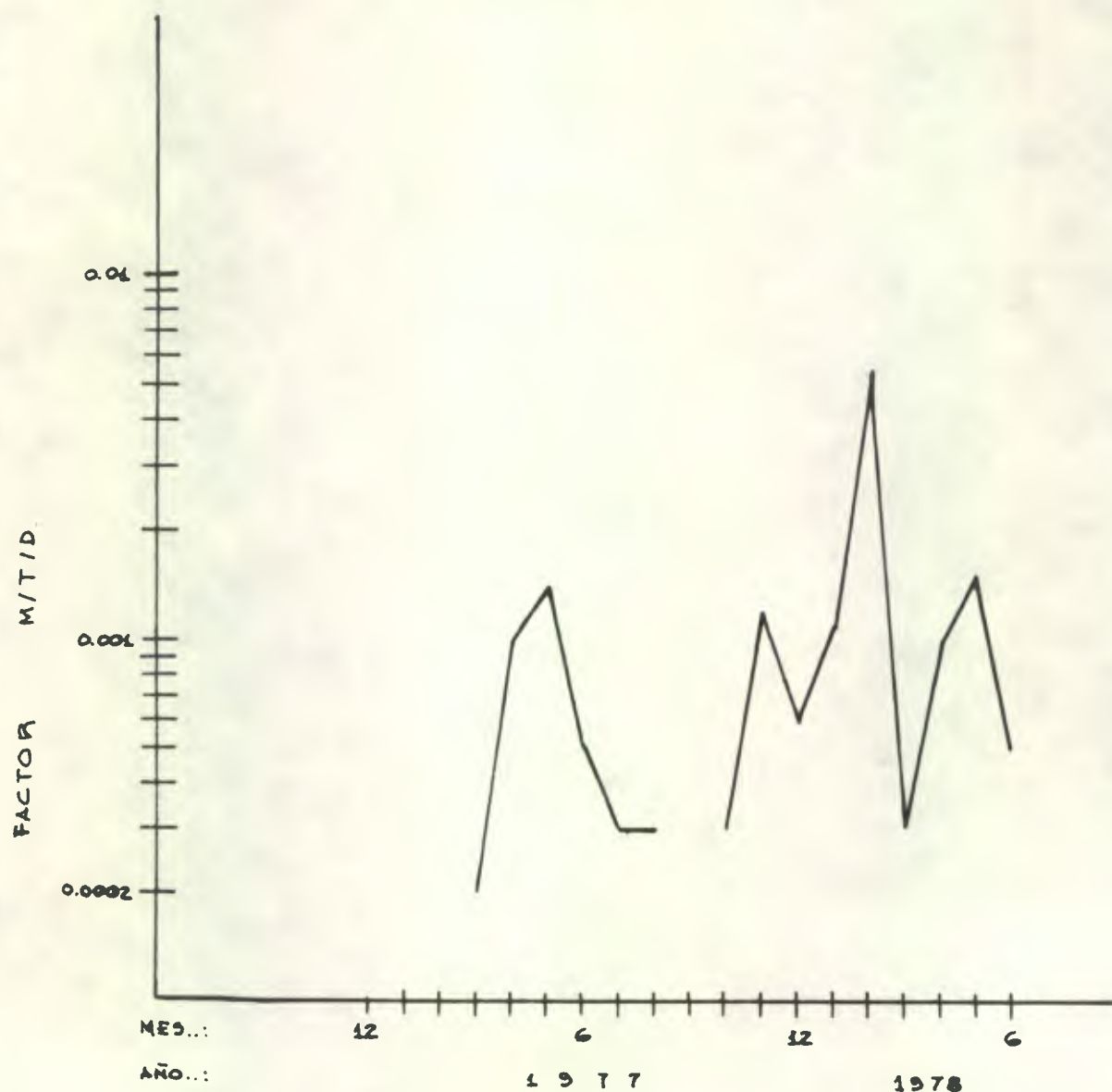
NIVELES DE INFESTACIÓN. CENTRO DE OPERACIONES CENTRAL JUNIO 76-JUN 78. (M/T/D).

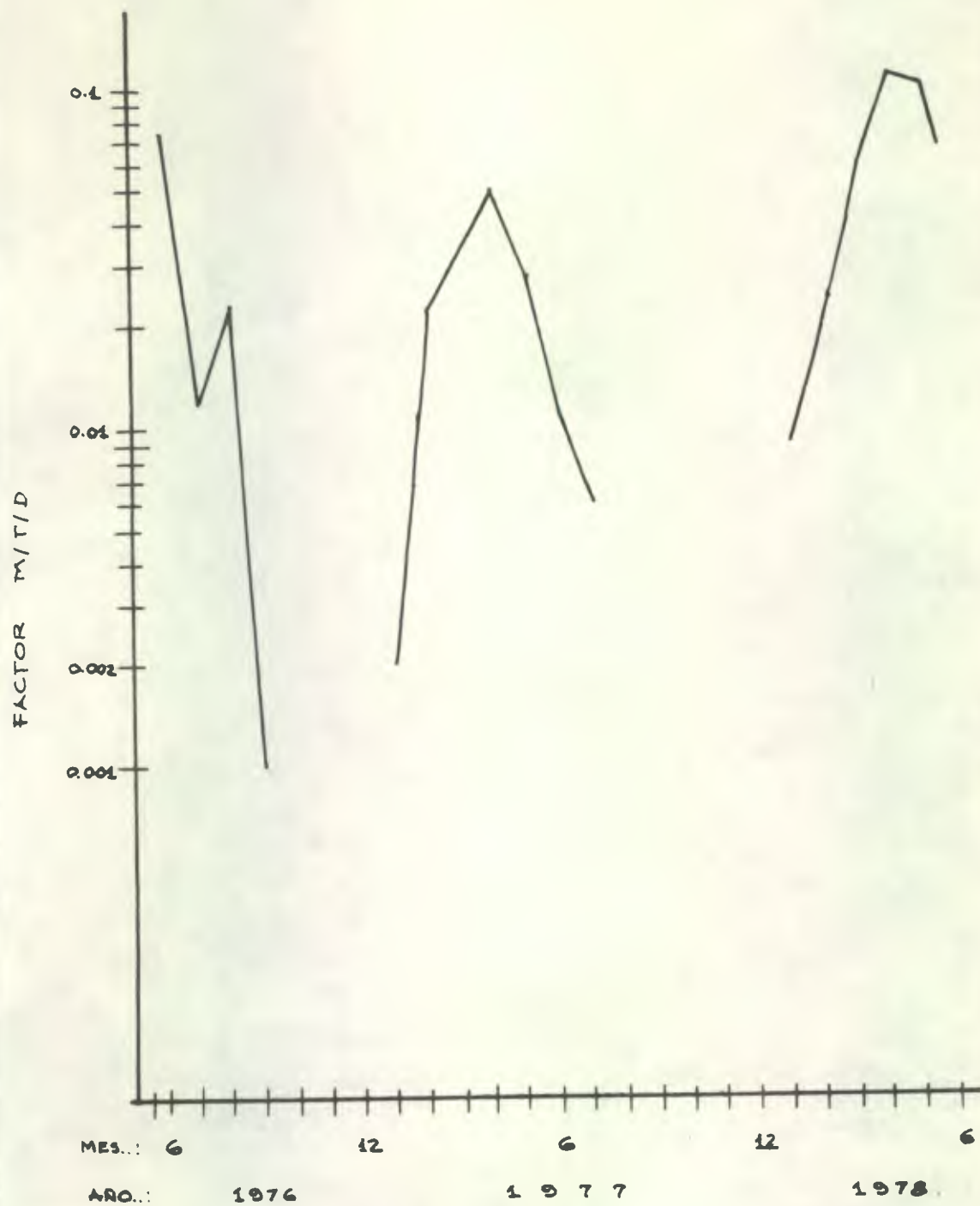


NIVELES DE INFESTACIÓN (M/T/D) CENTRO DE OPERACIONES SUR-OCCIDENTE PERIODO JUNIO 1976 - JUNIO 1978

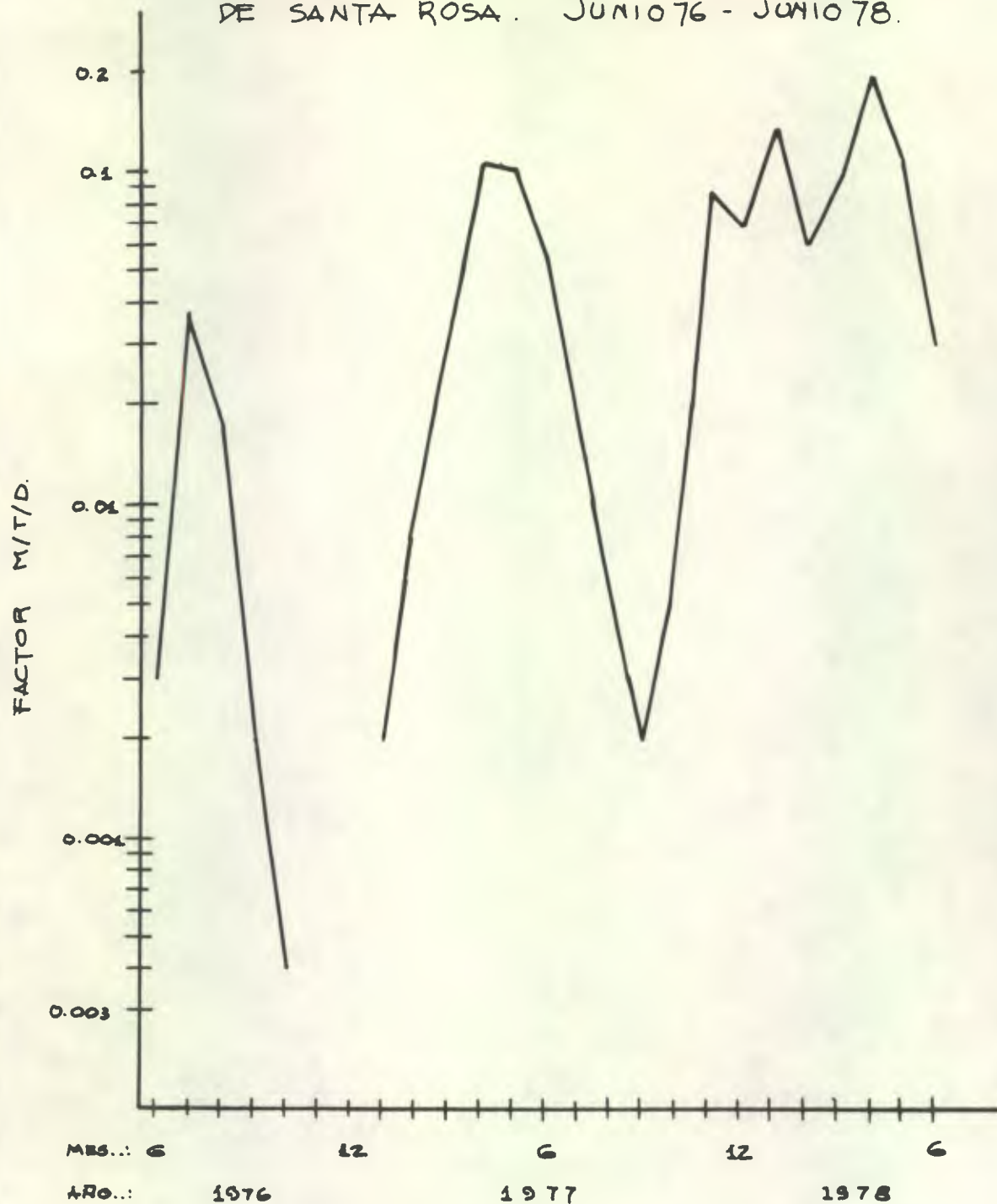


NIVELES DE INFESTACIÓN (M/T/D) CENTRO DE OPERACIONES ORIENTE DEPARTAMENTO DE JALAPA - JUNIO 76 - JUNIO 78.

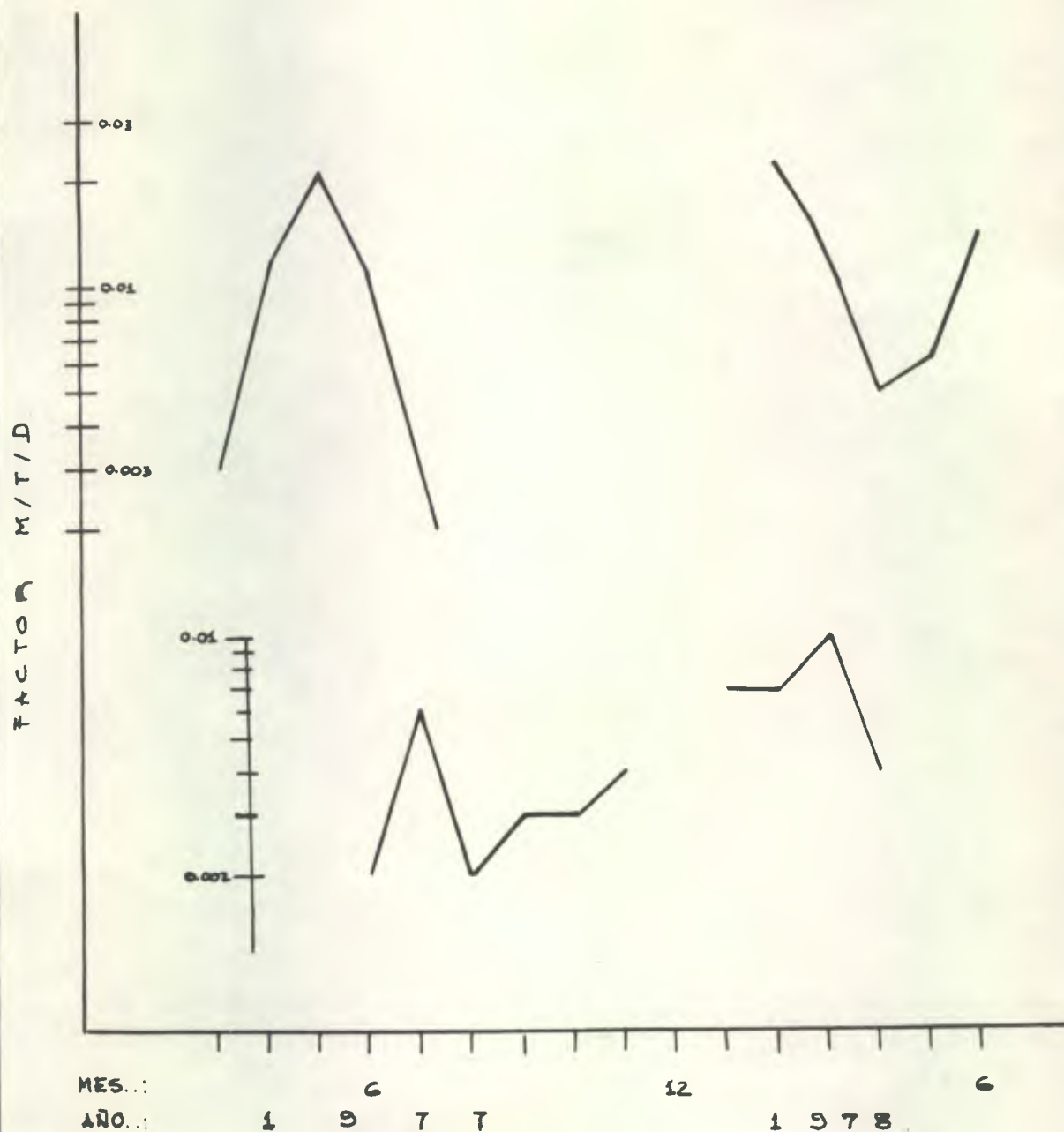




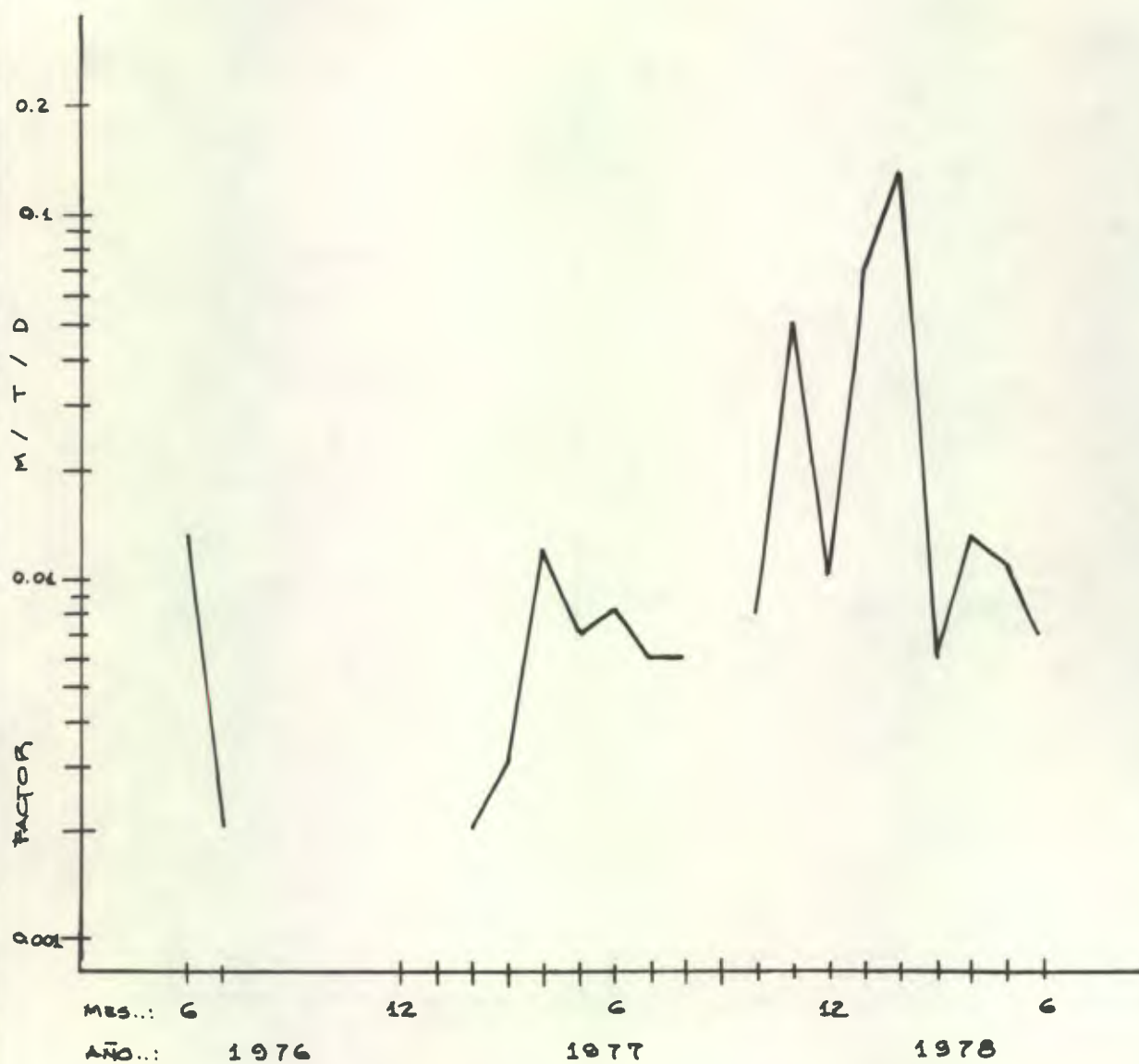
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA. JUNIO 76 - JUNIO 78.



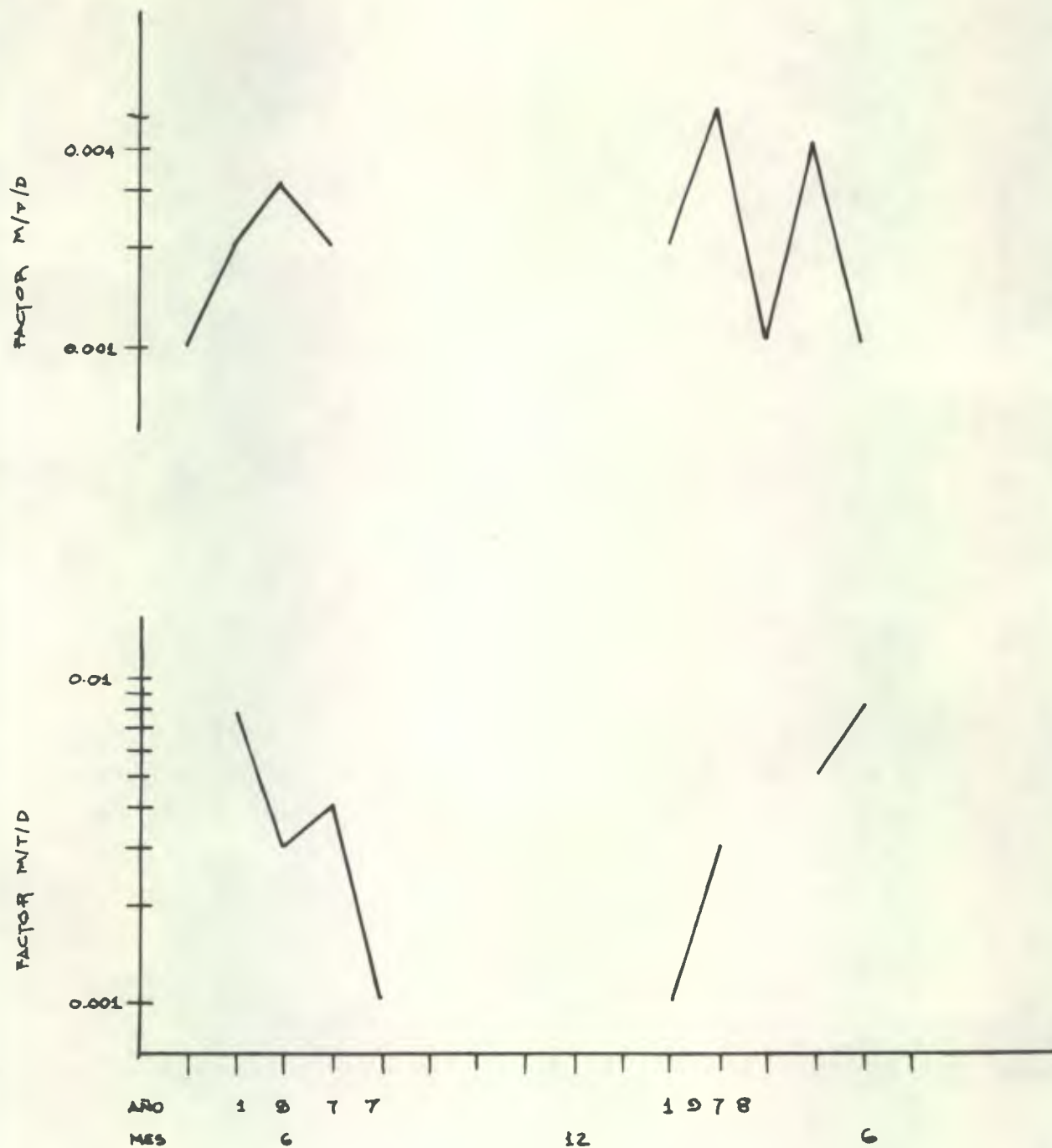
NIVELES DE INFESTACIÓN (M/T/D) DEPTOS. DE ALTA VERAPAZ Y BAJA VERAPAZ JUNIO 76 - JUNIO 78.



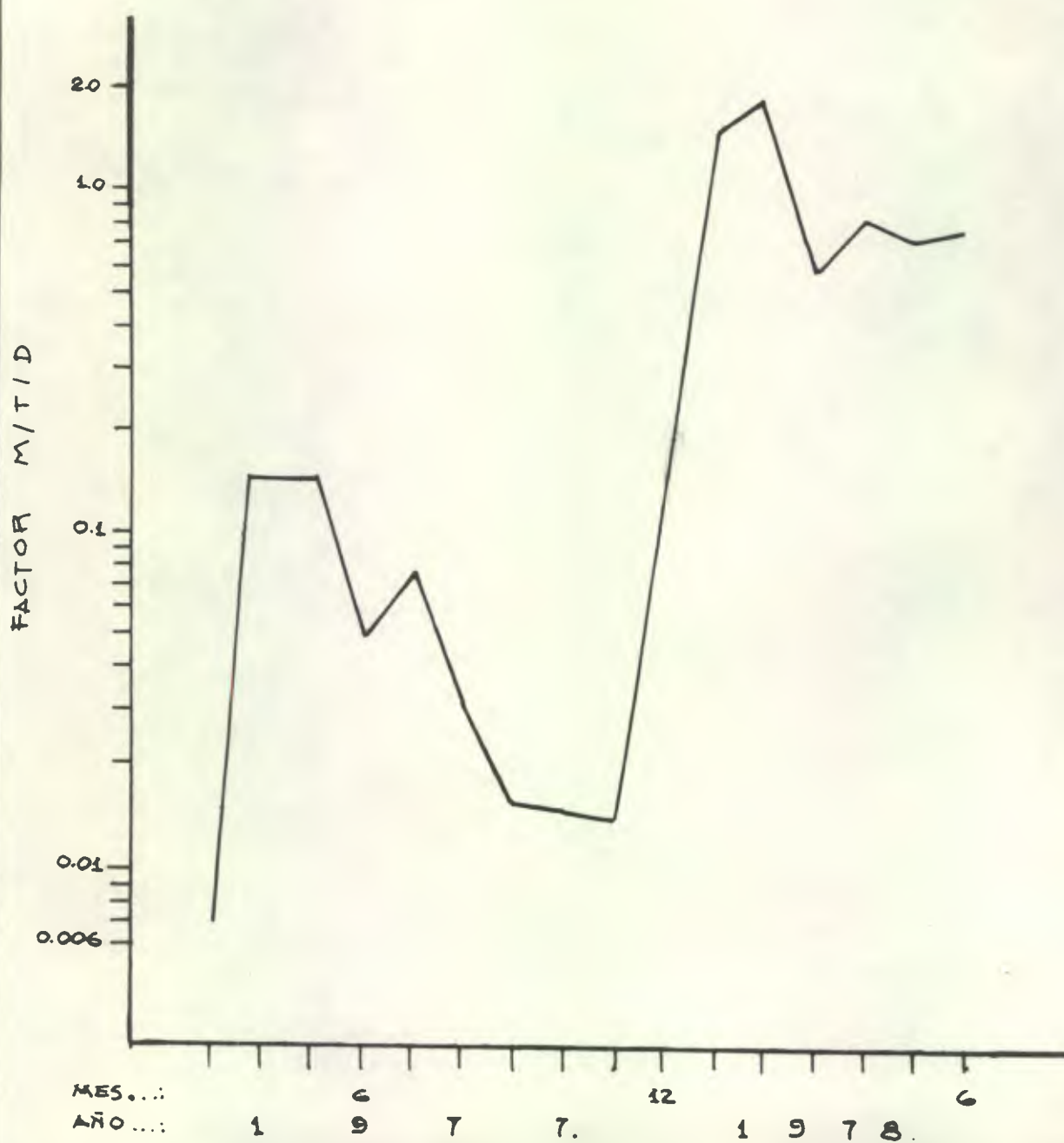
NIVELES DE INFESTACIÓN (M/T/D) DEPTO. DE CHIQUIMULA
JUNIO 76 - JUNIO 78



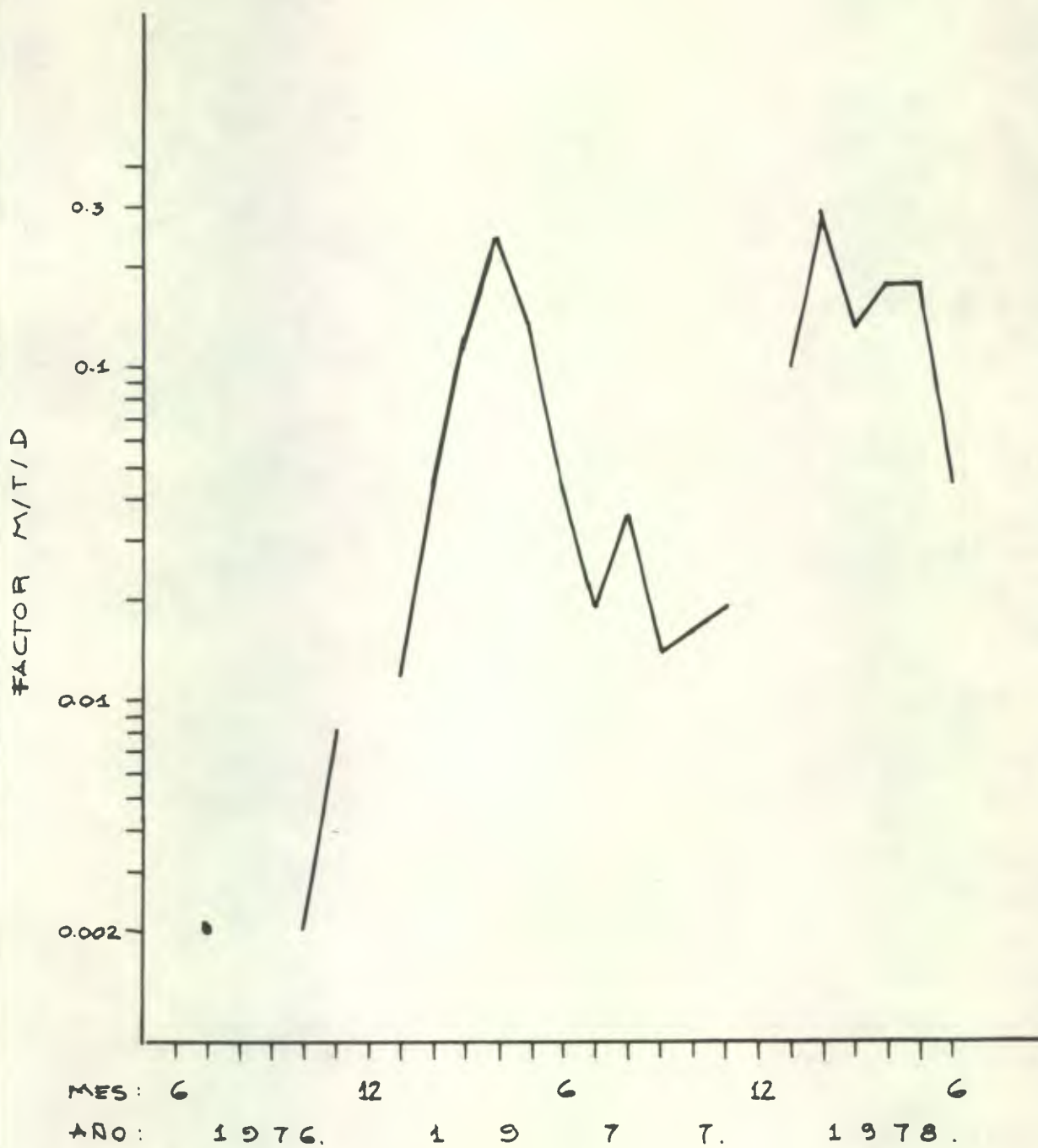
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPTOS DE ZACAPA Y EL - PROGRESO JUN 76-JUNIO 78.



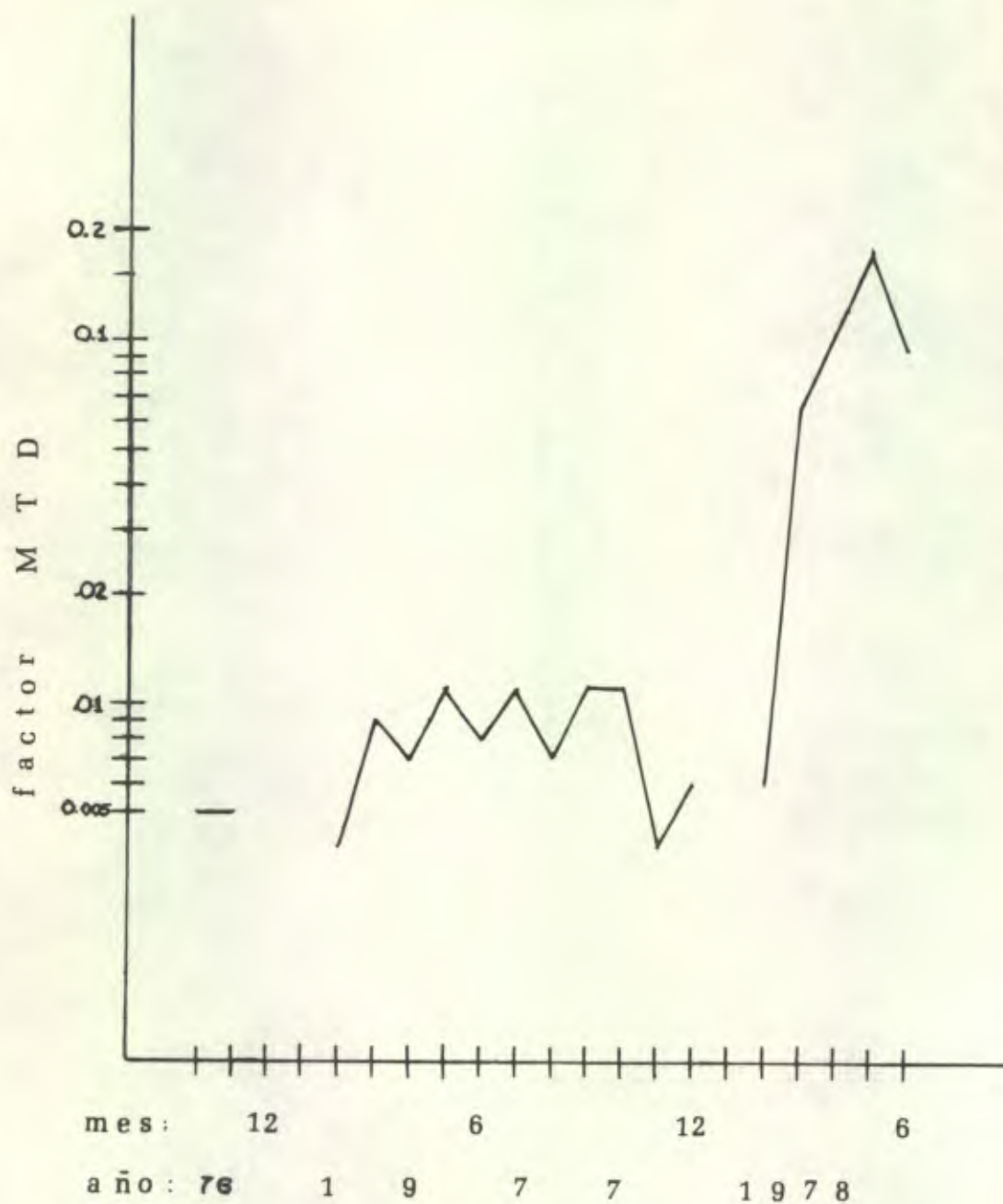
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPTO. CHIMALTENANGO JUNIO 76 - JUNIO 78.



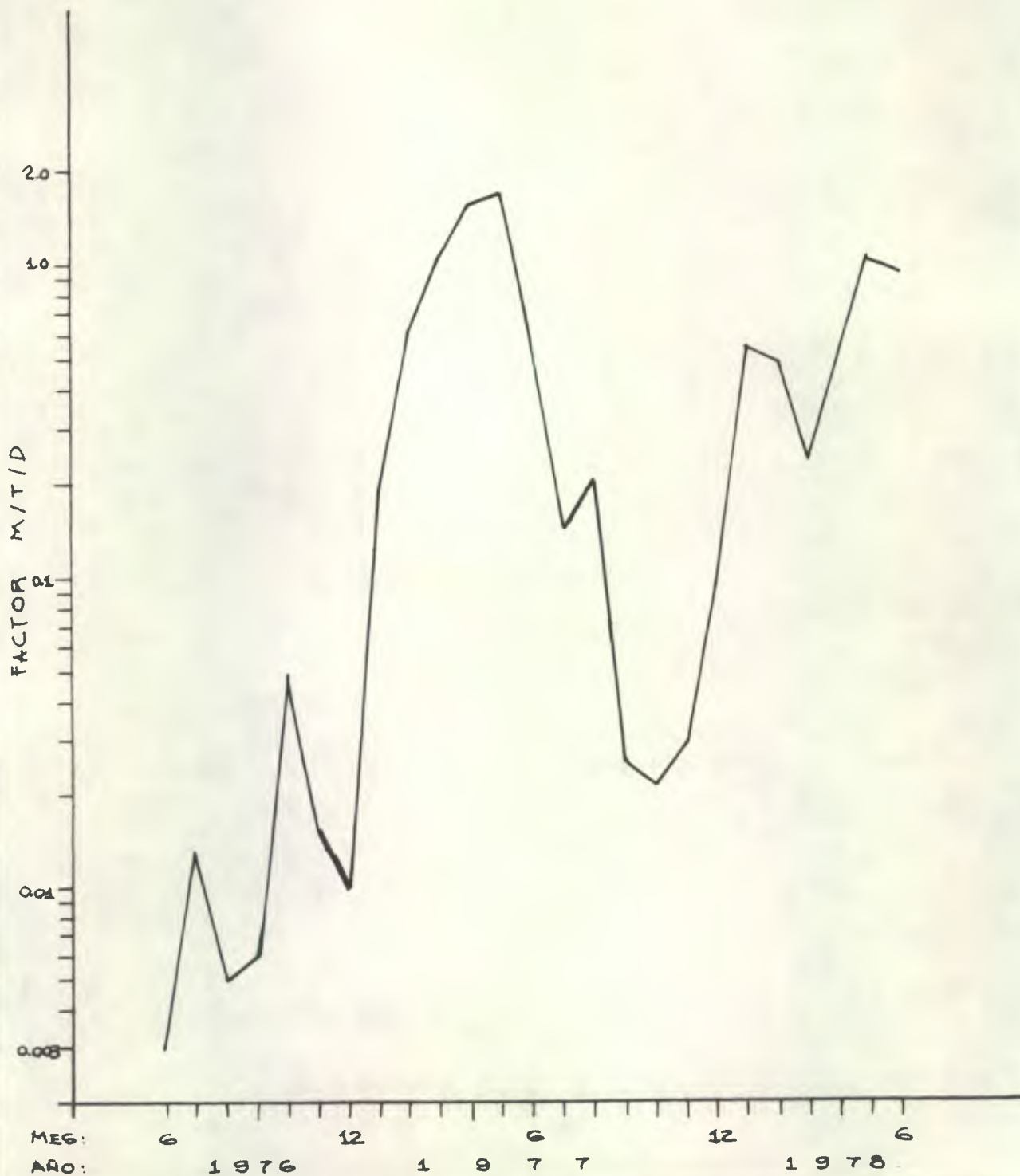
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.
JUNIO 76 - JUNIO 78.



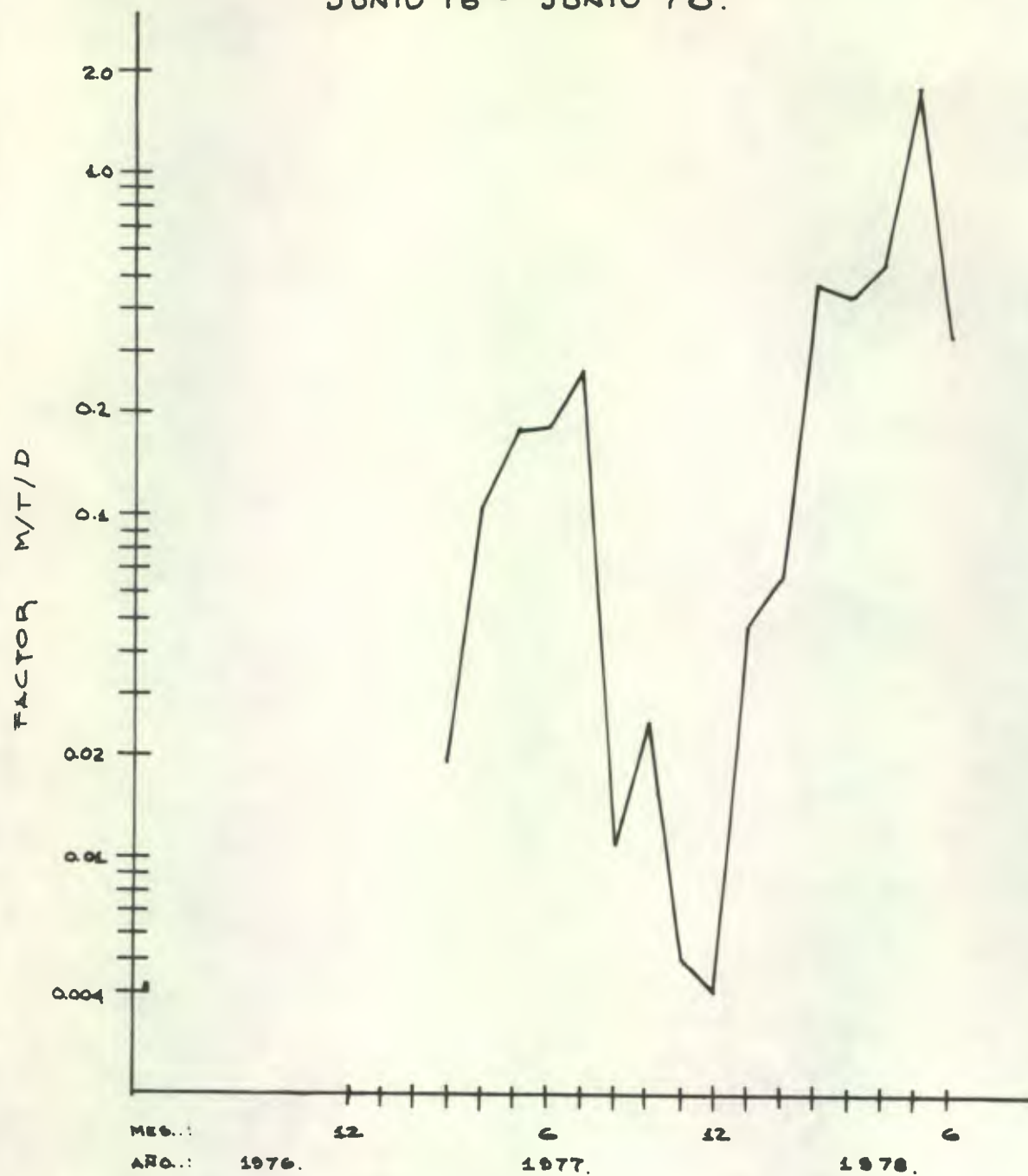
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPARTAMENTO DE GUATEMALA JUNIO 1976 - JUNIO 1978.



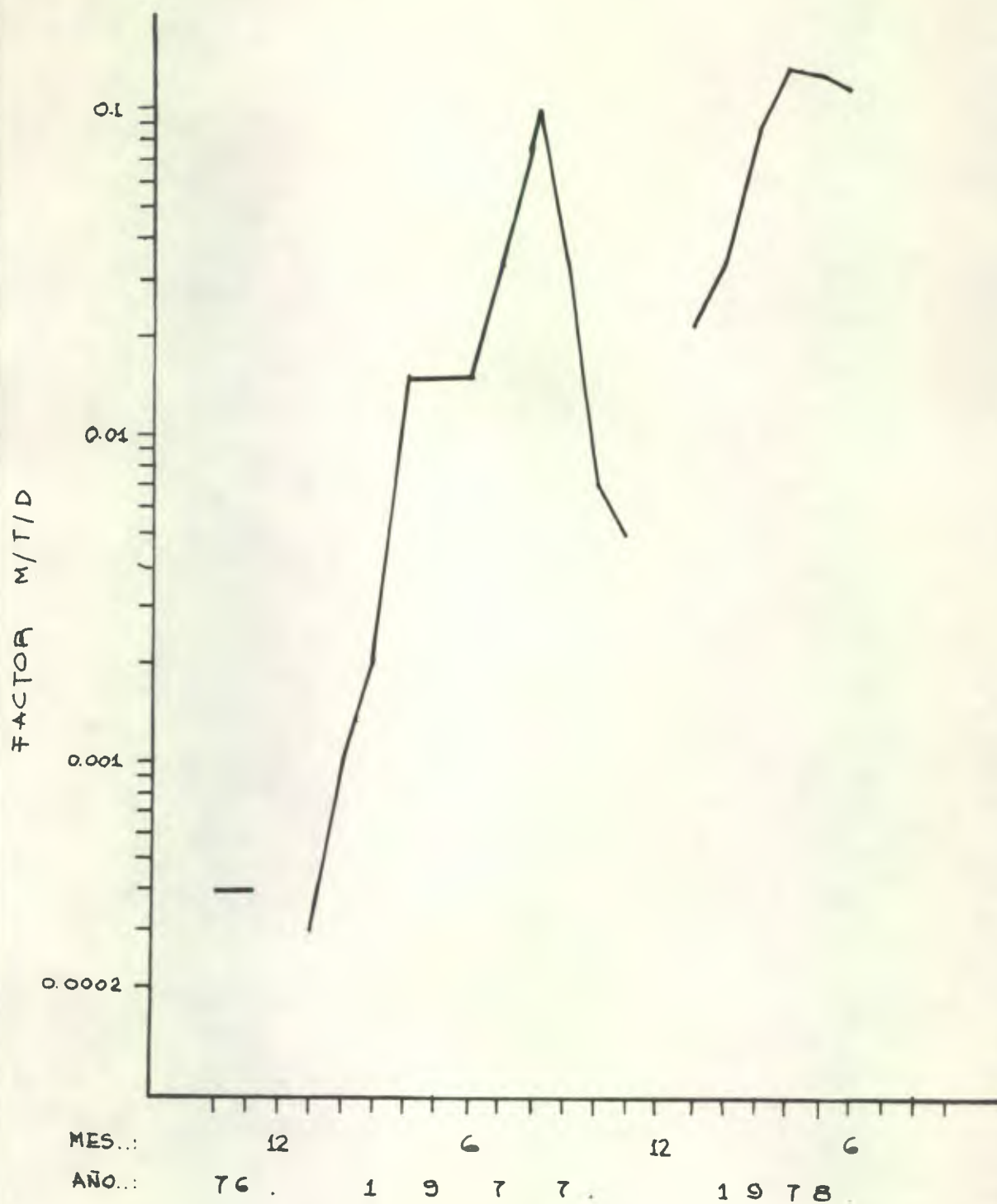
NIVELES DE INFESTACIÓN (M/T/D) DEPTO SACATEPÉQUEZ
JUNIO 76 - JUNIO 78



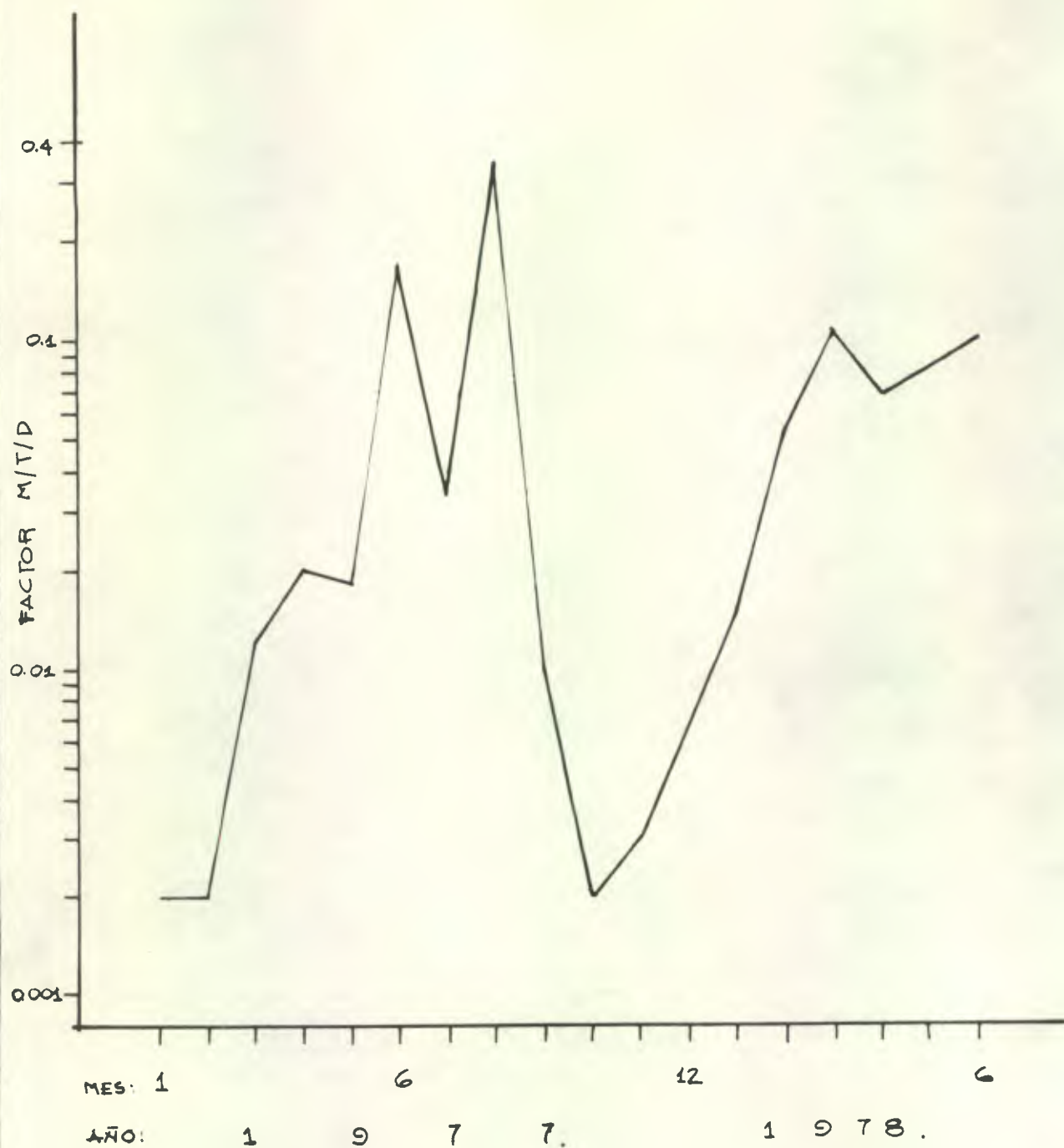
INFESTACIÓN (M/T/D) DEPTO. DE SOLOLA -
JUNIO 76 - JUNIO 78.



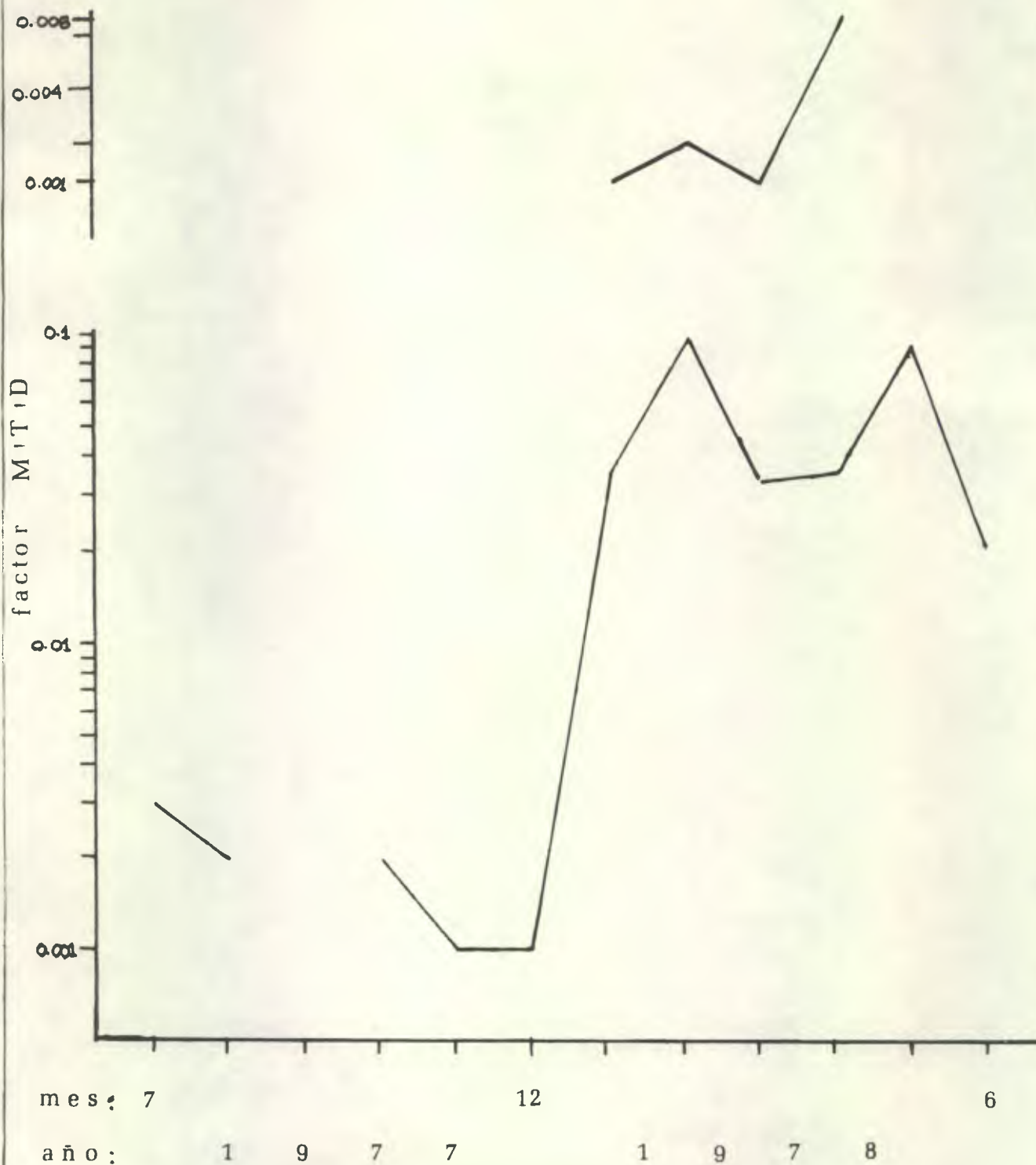
NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPTO. QUETZALTENANGO JUNIO 76 - JUNIO 78



NIVELES DE INFESTACIÓN (M/T/D). DEPTO. DE RETALHULEU -
JUNIO 1976 - JUNIO 1978



NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPARTAMENTO DE HUEHUETE-
NANGO Y SAN MARCOS. PERIODO DE
JUNIO 1976 - JUNIO 1978.

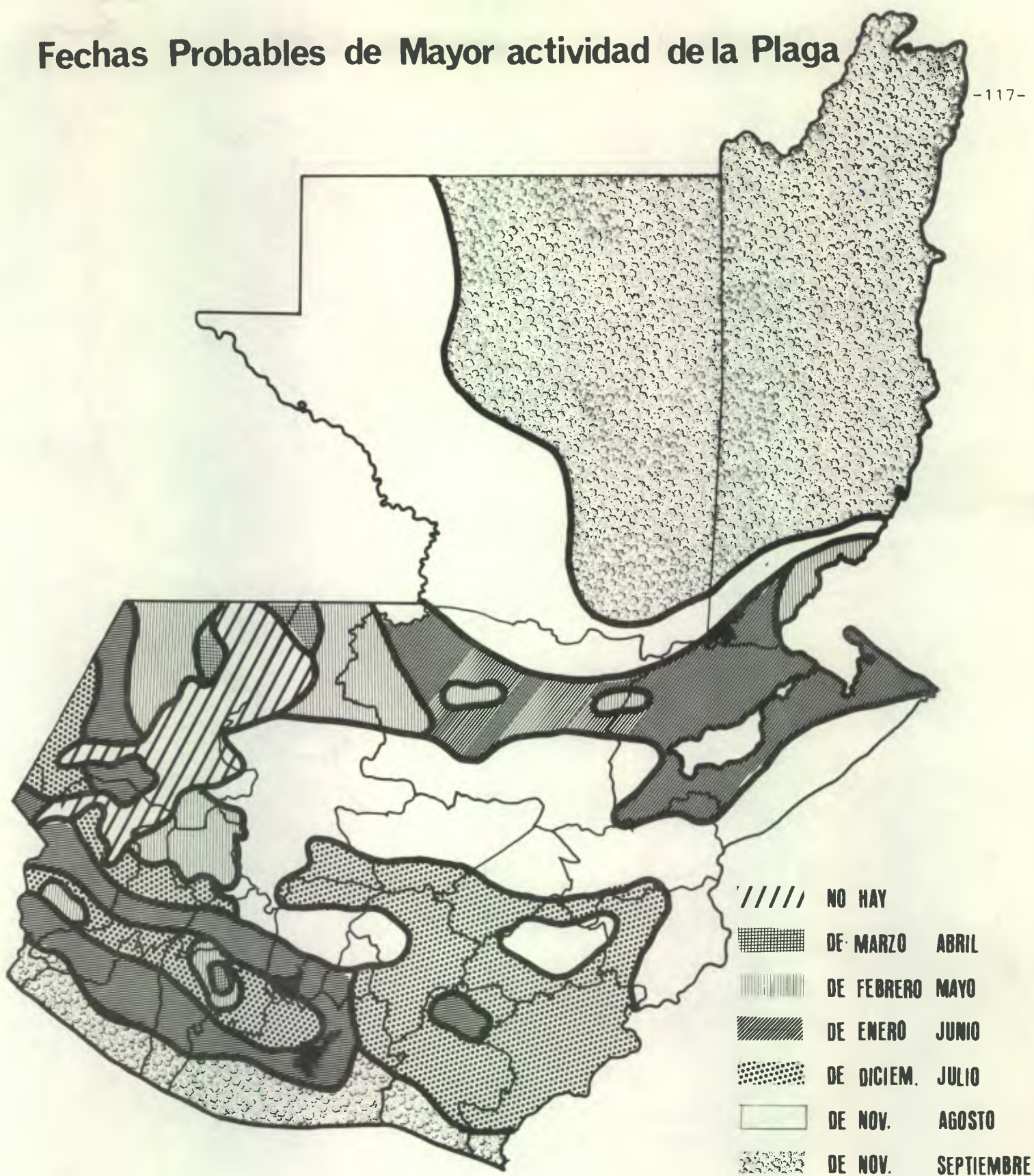


NIVELES DE INFESTACION (M/T/D) DEPTO. DE SUCHITEPEQUEZ JUNIO 76 - JUNIO 78



Fechas Probables de Mayor actividad de la Plaga

-117-



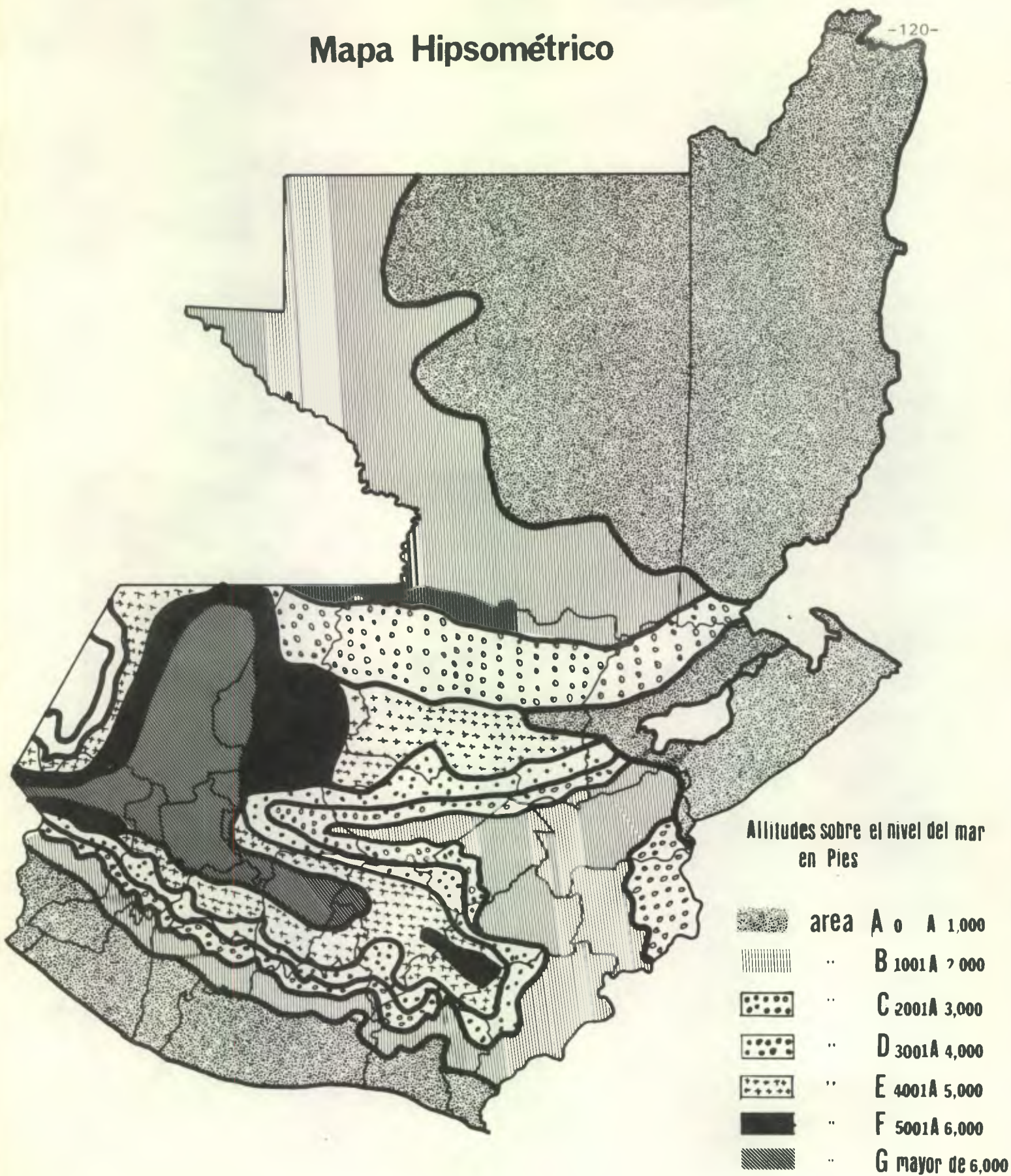
Distribución de Hospederas : Café



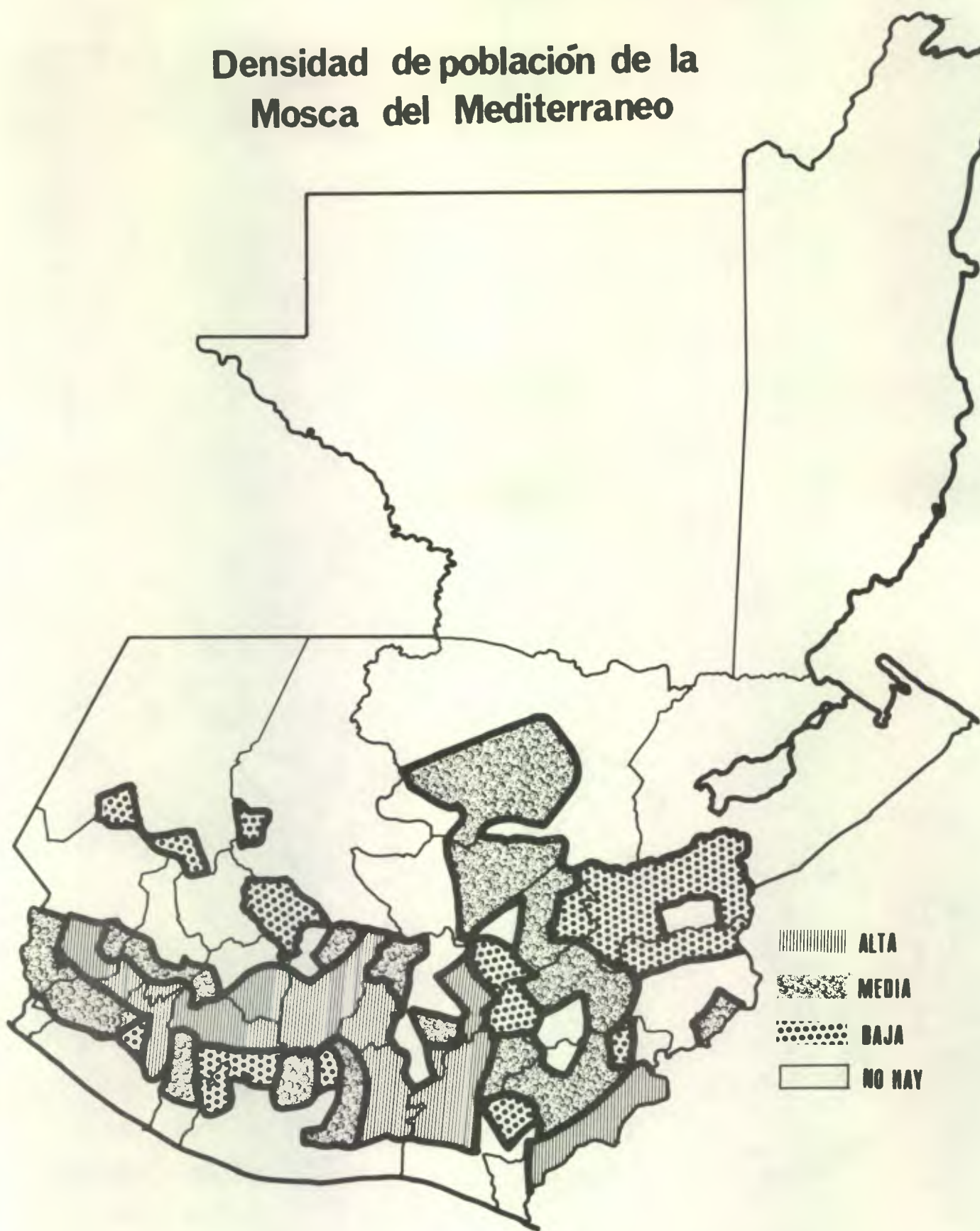
Zonas Cálidas

Mapa Hipsométrico

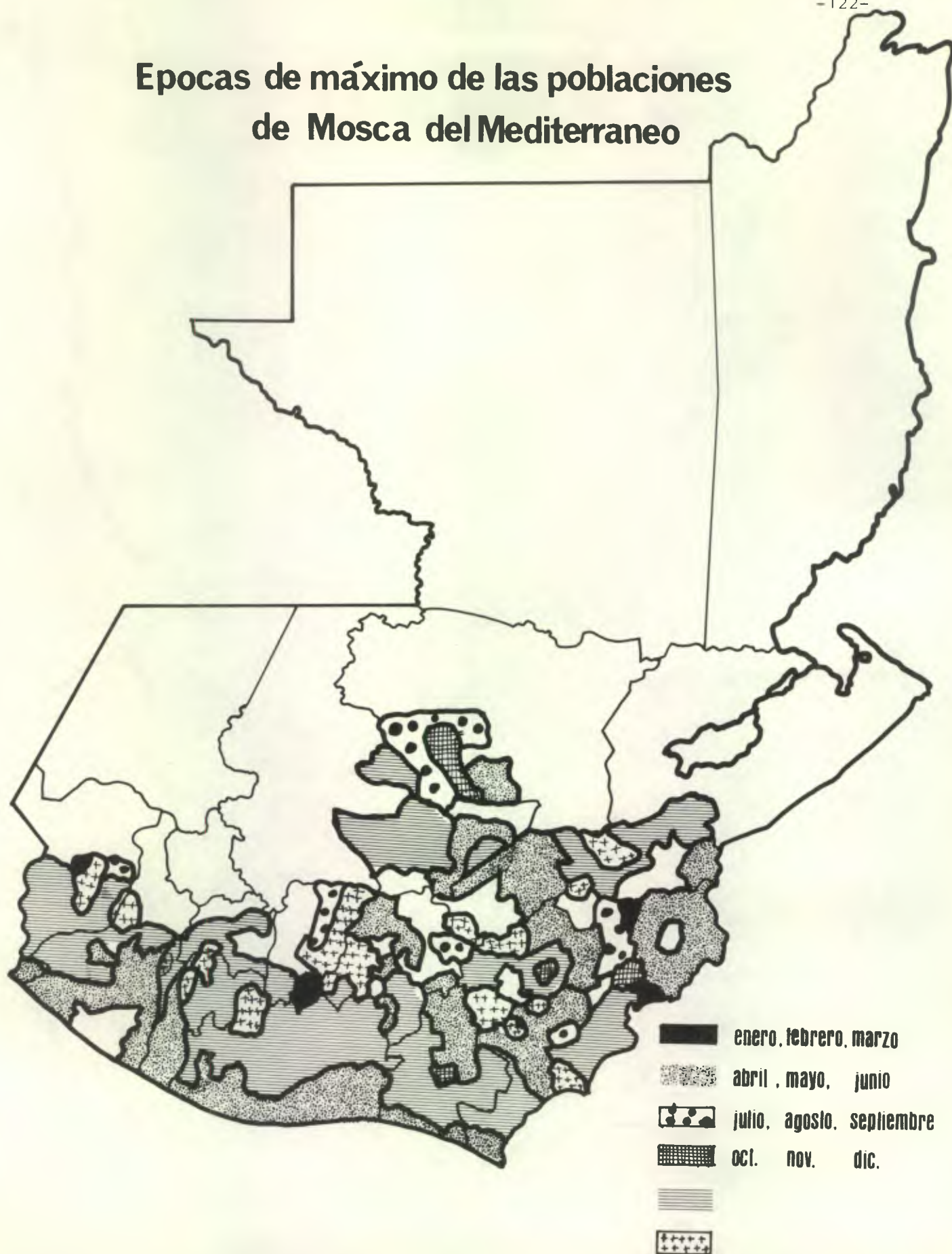
-120-



Densidad de población de la Mosca del Mediterraneo

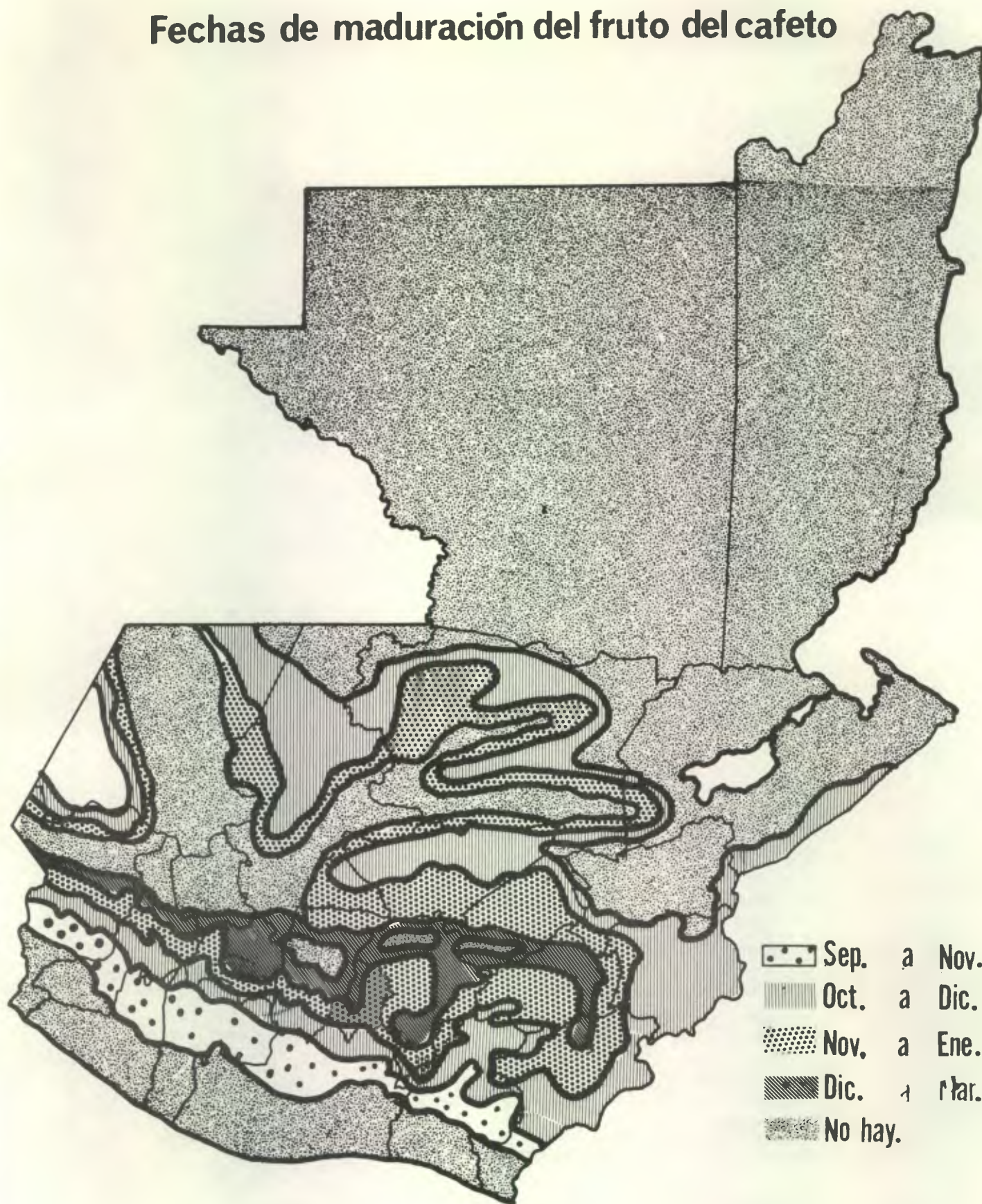


Epocas de máximo de las poblaciones de Mosca del Mediterraneo



Fechas de maduración del fruto del cafeto

-123-



IV.3 MÉTODOS DE CONTROL:

IV.3.1 Cébos tóxicos:

Desde el inicio de actividades del Programa Moscamed, se ha venido utilizando los cebos tóxicos para el control de la mosca.

El cebo está preparado con proteínas hidrolizadas más un insecticida.

Este método ha dado buenos resultados para el control de nuevos brotes; pero en las zonas donde la mosca esté establecida ocupando grandes extensiones, su control no ha tenido importancia debido a las reinfestaciones y a que los tratamientos han sido de pequeñas áreas.

IV.3.2 Control mecánico:

Debido a que la Mosca del Mediterráneo en Guatemala, ha tenido preferencia a hospedar el fruto del cafeto, el control que ejerce la cosecha quincenal del fruto, ha resultado muy efectiva; con los cortes quincenales de los frutos maduros no queda tiempo para completar su ciclo biológico y la mayoría de las larvas mueren a consecuencia del beneficiado. En esta forma se reduce considerablemente las poblaciones durante la época de cosecha.

Así también, los frutos de otros hospederos importantes son -

../..

cosechados cuando empiezan a madurar evitándose en esa forma el ataque. Este sistema se viene practicando desde hace mucho tiempo para proteger los frutos del ataque de *Anastrepha*.

IV.3.3 Control Biológico:

En Guatemala se montó un pequeño laboratorio para producción masiva de parásitos de las moscas de las frutas, pero no ha iniciado sus labores de control, debido a varios factores que han retrasado sus actividades.

IV.3.4 Control Autocida:

Los envíos de Mosca del Mediterráneo estéril se han dedicado casi en su totalidad a formar una barrera biológica al Norte del país y en la frontera con México para evitar su propagación hacia el Norte.

Una parte de esta mosca estéril se ha dedicado al programa de investigación. Con la mosca estéril se han realizado los siguientes estudios:

1. Capacidad de control en plantaciones de café, realizado en la finca San José La Victoria, en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez.

De este estudio se presentó informe completo en las Memorias del Programa Moscamed.

Dicho estudio determinó un efecto de reducción de la población en un 99%.

../..

2. Erradicación de la Mosca del Mediterráneo en una plantación de decídúos,

Este estudio se realizó en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas del departamento de Sacatebéquez.

Estudio concluído en el mes de octubre de 1977 con éxito total.

IV.4 EVALUACION DE MATERIALES Y METODOS:

Los trabajos de evaluación del comportamiento de la mosca - estéril y determinación de la calidad, han demostrado que - el tipo de empaque y transporte afecta considerablemente la calidad de la mosca que llega a Guatemala. Durante el mes de noviembre y diciembre-78, personal técnico del laboratorio de Austria, está realizando los estudios necesarios para determinar y resolver las causas de la baja calidad.

La calidad de la mosca ha afectado los estudios de campo - programados para determinar su comportamiento, por lo que - los resultados obtenidos en esos estudios no se consideran sólidos.

IV.5 MUESTREO DE FRUTA:

El muestreo de fruta se ha tomado como un complemento de las actividades de detección. Pero en las áreas de liberación de mosca estéril, ha tomado gran importancia debido a lo di

ficultoso de diferencias entre moscas fértiles y estériles -
capturadas en las trampas.

V. DISCUSION:

La participación de Guatemala, México y Estados Unidos de Norteamérica con relación a la Mosca del Mediterráneo, está orientada a lograr la erradicación de la plaga en Centro América. - En tal virtud, las actividades deben estar orientadas hacia ese fin y no en términos de control.

Como arma más poderosa en búsqueda de la erradicación, se tiene la lucha autocida (técnica del insecto estéril). Método -- muy sofisticado que requiere un conocimiento amplio del medio para su aplicación eficiente.

Así también, para lograr efectividad con el control autocida - es necesario reducir las poblaciones de la plaga al mínimo posible por medio de otros métodos de control.

Existen varios métodos de control con los cuales puede lograrse el objetivo de reducir las poblaciones de la plaga. Pero - estos métodos también requieren de un amplio conocimiento de - los agroecosistemas para su correcta aplicación y de una adecuada ordenación, a fin de integrarlos a un plan total.

La probabilidad de éxito en la erradicación de la Mosca del Mediterráneo en Guatemala, está determinada por el conocimiento de la bioecología de la mosca y de los agroecosistemas de las zonas infestadas.

V.1 Condiciones ecológicas:

La distribución y fluctuación de los agentes climatológicos -

tiene una marcada influencia sobre la biología de la mosca; - la distribución de hospederos y la época de fructificación de terminan en cierta forma, su comportamiento. La utilización de estos conocimientos es indispensable en la elaboración del plan general de erradicación.

Después de la cosecha de los frutos, que varía en cada zona, - cuando no hay donde ovipositar, la mosca aumenta su radio de vuelo en búsqueda de alimento y frutos maduros para ovipositar. En este período, la aplicación de cebos tóxicos tiene - su máximo efecto.

Así también, en este período, al parecer, tienen su máximo efecto los agentes reguladores de la población, tanto bióticos como abióticos, pues se manifiesta un descenso de las poblaciones.

Con respecto al efecto de las temperaturas sobre la biología de la mosca, se ha comprobado que cuando la temperatura media del día es inferior a los 18 grados centígrados, la mosca no se aparee ni oviposita.

Durante los meses fríos, en las áreas en que la temperatura media sea menos de los 18 grados centígrados, no tendrá ningún efecto el control autocida ni el biológico, pero sí el de cebos tóxicos, pues su alimentación no la reduce.

Al iniciarse el aumento de las temperaturas en el mes de marzo, coincide con el aumento de la población en la mayoría de -

las zonas infestadas. En este período, la actividad de apareamiento es mayor. La liberación de mosca estéril antes y durante este período sería lo más indicado. Así también, en este período, cuando la población todavía está baja, la liberación de parásitos para el control biológico, sería el más indicado. La liberación de parásitos simultáneamente con mosca estéril, sería muy conveniente.

Durante la estación lluviosa se reduce considerablemente la disponibilidad de alimentos para los adultos, por lo cual la aplicación de cebos resulta efectivo. Unicamente que éstos se deben de aplicar por las mañanas y en los días claros.

Debido a que la extensión que hay que tratar con los cebos tóxicos, es muy grande y las facilidades de acceso son muy limitadas, el único método de aplicación resulta el aéreo.

Informes de Israel sobre el control de la Mosca del Mediterráneo durante varios años, indican que los cebos tienen efecto temporal sobre la entomofauna, ocasionando una reducción de las poblaciones de insectos benéficos.

La aplicación de cebos tóxicos por avión en Guatemala, debe hacerse en tal forma, que no rompa el balance de la entomofauna y desate otras plagas. Lo correcto sería unas cuatro aplicaciones como máximo, con intervalo de 8 días, para romper

per el ciclo biológico de la mosca y seguidos inmediatamente con liberación de mosca estéril y parásitos.

V.2 Investigación y evaluación sobre materiales y métodos:

Es indiscutible la necesidad de evaluar constantemente los materiales y métodos de combate de la mosca. El éxito en la erradicación depende en gran parte de la calidad de los materiales y en la efectividad de los métodos de aplicación. Así también, se requiere de actividades de investigación -- tendientes a diseñar una metodología de combate de acuerdo a las condiciones del país.

VI. RECOMENDACIONES

VI.1 Siendo el objetivo de este plan, erradicar la Mosca del Mediterráneo del área guatemalteca, buscando al mismo tiempo la protección del medio ambiente, es necesario la combinación adecuada de varios métodos de control integrados en un plan general.

VI.2 Los insecticidas son armas importantes en el control de plagas, pero deben ser usados inteligentemente y respetando el impacto sobre el medio ambiente.

En el control de la Mosca del Mediterráneo, la aplicación más efectiva de los insecticidas es mezclados con atrayentes alimenticios (cebos tóxicos). En esta forma, no es necesario aplicaciones de cobertura total, ya que los atrayentes cumplen la función de atraer al insecto hacia el cebo.

VI.3 Los cebos tóxicos tienen efectos sobre organismos que no se desea combatir, rompiendo temporalmente el balance de la entomofauna, por lo cual es conveniente hacer un máximo de 8 aplicaciones, con intervalos de 8 días, en la misma área durante el año, para romper el ciclo biológico de la mosca. La aplicación de los cebos es conveniente previa a la liberación de mosca estéril y de parásitos de las moscas.

VI.4 Debido a las características topográficas del área infestada, que es de 34,507 Kms.², la aplicación de cebos debe hacerse por avión.

VI.5 El plan general de erradicación de la Mosca del Mediterráneo en Guatemala, debe ser desarrollado y aplicado, tomando en consideración el medio ambiente total. Las poblaciones de la mosca -- deben manejarse en forma tal, que los factores reguladores y limitantes naturales se aprovechen al máximo sin disturbar el balance natural del medio.

La mayor efectividad puede lograrse con información detallada -- de los elementos ecológicos del agroecosistema y la bioecología de la población.

VI.6 La técnica del insecto estéril es el arma más poderosa para la erradicación de la mosca. Pero esta tiene que ser utilizada -- en el máximo de su actividad. Su aplicación debe estar basada en el comportamiento de la mosca estéril misma y de las pobla-- ciones nativas.

Los resultados de estudios sobre el comportamiento de las po-- blaciones nativas, indican que éstas después de la cosecha de los frutos se dedican principalmente a buscar áreas que les -- proporcione abrigo y seguridad, y la actividad reproductiva se reduce considerablemente. En estas condiciones, el efecto buscado de la mosca estéril no se logra.

Así también, se ha comprobado que las moscas nativas, dejan de aparearse y ovipositar, cuando las temperaturas promedias de -- la temporada es menor de 18°C.

En estas circunstancias, las liberaciones de mosca estéril -- no son convenientes durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Así también durante el período después de -- las cosechas de los frutos.

- VI.7 El control biológico por medio de la crianza y liberación de -- parásitos, es otro método que ayuda a reducir considerablemente las poblaciones. La conveniencia de este método, es que -- se puede aplicar al mismo tiempo que la mosca estéril, cuando no se puede aplicar cebos tóxicos.

Se debe seguir un plan de control biológico por medio de parásitos de las moscas de las frutas. La existencia de Anastre--phas en Guatemala, estimula el establecimiento de los parási--tos.

- VI.8 Durante las aplicaciones de cebos y liberación de mosca estérol, es necesario la detección de la plaga por medio de muestreo de frutas. Este medio proporciona información sobre el estado de la plaga.

- VI.9 Las actividades de detección en las áreas libres de la plaga, se deben continuar sin interrupciones. En esta forma se detectará cualquier nuevo brote y se podrá combatir inmediatamente. En las áreas infestadas, es necesario la actividad de detección durante los períodos en que no se aplican medidas -- de combate, para tener un control de las poblaciones.

- VI.10 Reforzar un programa de cuarentenas, tanto internas como externas. Por este medio se podrá evitar reinfestaciones a las áreas bajo control y a las libres de la plaga.
- VI.11 Determinación de densidades absolutas de las poblaciones. Antes de iniciar las aplicaciones de combate de la mosca, es necesario determinar las densidades absolutas de la población para aplicar eficientemente los métodos de control. Esta determinación puede hacerse por el método de marcaje, liberación y recaptura.
- Así también, después de aplicadas las medidas de combate, es necesario evaluar los resultados. Esto se puede hacer determinando las poblaciones absolutas y comparándolas con las iniciales.
- VI.12 Por seguridad en las medidas de control, es necesario el control constante de la calidad de los materiales, principalmente el de la mosca estéril.
- VI.13 La investigación sobre la Mosca del Mediterráneo es necesaria, con el objeto de mejorar o desarrollar nuevos métodos de control o erradicación. Esto deberá incluir métodos químicos, biológicos de control y ecológicos. Así también, nuevos métodos de encuesta para la detección, distribución y fluctuación de las poblaciones; y de plantas hospederas.
- VI.14 Es recomendable, técnicamente, la elaboración de un plan calendarizado de actividades de control, basado en la bioecología de

la mosca y en la ecología de las zonas infestadas.

Por otro lado, se reconoce dificultades prácticas en la aplicación de un plan de esta naturaleza, debido a la distribución, dentro del país, de las áreas ecológicas.

Se presenta en este estudio, dos planes de combate de la mosca. Uno basado en principios técnicos, y otro sobre bases prácticas, recomendándose el segundo.

El primer plan consiste en hacer tratamientos de combate, siguiendo la secuencia de máximas de las poblaciones en cada zona ecológica. Las actividades principales a desarrollar en cada área son las siguientes: a) detección, b) estudios de densidades, c) aplicación de cebos tóxicos, d) liberación de moscas estériles, e) liberación de parásitos, f) muestreo de fruta y, g) aplicación de medidas cuarentenarias.

En el segundo plan se realizan las mismas actividades, pero siguiendo un orden diferente en las áreas de aplicación. Para este caso, se trazan fajas de control, paralelas a la frontera de México. El largo de la faja estará determinado por las zonas infestadas, y el ancho quedará determinado por la disponibilidad de mosca estéril, según la densidad de mosca estéril por unidad de área que haya que aplicar.

- 137 -

Aplicación de cebos

1
2
3
4
5
6

?

3

A

5

2

area

1
2
3
4
5
6
DO
1
2
3
4
5

2

573

4

3

6

area

24

2

1

1

1

Delección áreas no infestadas

delección

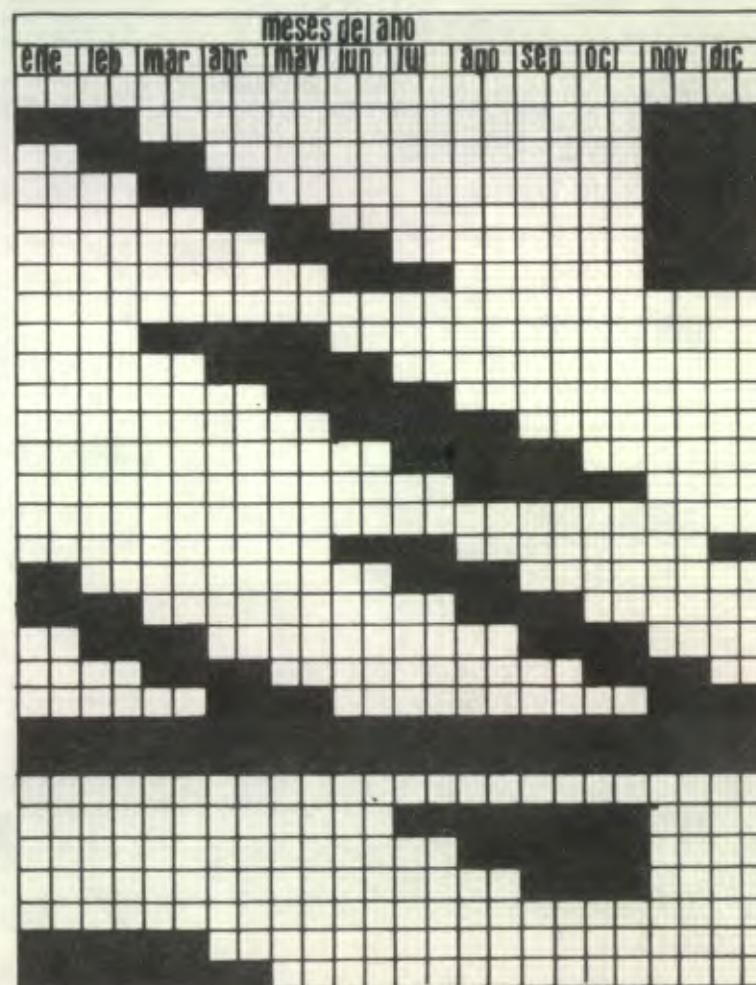
area

144

;

:

1



148

a – aplicación de cebos tóxicos

d - cuarentenas
e - detección

VII RESUMEN:

En Guatemala, el control de plagas que afectan a la agricultura se ha venido realizando por medio del uso de insecticida químico como único método de control, lo cual ha traído una serie de consecuencias desfavorables, claramente observables a través de varios años de experiencias, principalmente en el cultivo del algodón.

La Mosca del Mediterráneo, se ha establecido en el país, hospedando los frutales del cafeto; las plantaciones de café, hasta ahora no han sido afectadas considerablemente por plagas, a excepción de la Broca del fruto, por lo cual, en la mayor parte de plantaciones no se aplican insecticidas.

Por estas condiciones, el control de la Mosca del Mediterráneo en los cafetales debe de hacerse lo más técnico posible para no sufrir las consecuencias de lo que ha pasado con el algodón.

En el presente trabajo de tesis, las recomendaciones para el combate de la Mosca del Mediterráneo, se basan en el seguimiento de la bioecología de la mosca y en la ecología de los agroecosistemas, a fin de aplicar los métodos de control más apropiados y en el tiempo preciso, evitando al máximo el uso de insecticidas.

Tanto los factores bióticos como los abióticos, tienen influencia determinada sobre la distribución, intensidad y fluctuaciones de las poblaciones, así también, estos mismos factores determinan la efectividad de los métodos que se utilicen en el control.

En el capítulo correspondiente a Recomendaciones, se presenta el calendario de actividades de dos sistemas de control integrado de la plaga, ambos incluyen las mismas actividades, pero en diferente forma de aplicación.

El sistema de control integrado para combate de la Mosca del Mediterráneo, con fines de erradicación, consiste en las siguientes actividades:

VII.1 Estudio de la distribución de las temperaturas durante el año en cada zona climática diferente. Porque el efecto de la distribución de las temperaturas, tiene gran influencia sobre la biología de la mosca.

VII.2 Estudio de la distribución de la precipitación pluvial durante el año, demarcando áreas, dependiendo de las cantidades de precipitación, medidas en mms. Ya que la cantidad de lluvia de una zona y su distribución tiene efectos sobre la supervivencia de la mosca.

Por lo que es necesario determinar el comportamiento de la mosca en las dos estaciones climáticas (húmeda y seca).

VII.3 Por medio del sistema de trampeo, se determina la distribución, intensidad y fluctuación de la Mosca del Mediterráneo.

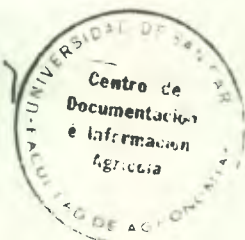
Correlacionando esta información (distribución, intensidad y fluctuación), con los efectos climatológicos y con la distribución y

- 1.- ALDEN, CH. & WEBB, JR. J.E. Control of injurious insects by a beneficial parasite. Georgia State Board Ent. Bull. 79. 1937. 23 p.
- 2.- BAAS, J. La Mosca Mediterránea de la Fruta. (*Ceratitis capitata*, -- Wied), en la Europa Central. En: Gutierrez Samperio, J. La Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, W.) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, - Talleres Gráficos de la Nación, 1976. 233 p.
- 3.- BATEMAN, M.A. The Ecology of Fruit Flies. Annual Review of Entomology, 1972. Vol 17: 493-519.
- 4.- BALL, K.O & WHITCOMB, W.H. Efficiency of egg predators of the bollworm. Arkansas Farm Res. 11:9. 1962.
- 5.- CASTRO UMAÑA, J.J. El Complejo Tephritidae en el área Centro Americana y su importancia económica. En: Curso Internacional sobre Biología y Control de la Mosca del Mediterráneo. Guatemala, Comisión-MOSCAMED, 1977. 11 p.
- 6.- CONTRERAS GARCIA, J. Determinación de la política cuarentenaria para la protección de los departamentos del norte del país del ataque de la Mosca del Mediterráneo de las Frutas (*Ceratitis capitata*, -- Wied). Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, - 1977. 60 p. (Tesis Ing. Agr.)
- 7.- CHRISTENSON, L.D. & FOOTE R.H. Biology of fruit flies. Ann. Rev. - of Entomology, 1960. Vol. 5: 171-192.
- 8.- DE BACH, P. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Trad. por: Carlos Manuel Castaños. México, Compañía Edit. Continental, S.A., 1975. 949 p.
- 9.- FALCON, L.A. & SMITH, R.F. Manual de control integrado de plagas - del algodón. Roma, FAO, 1974. 87 p.
- 10.- GALUN, R. Comportamiento sexual de los Tephritidos y comportamiento alimenticio de la Mosca del Mediterráneo. En: Curso Internacional sobre Biología y Control de la Mosca del Mediterráneo. Guatemala, - Comisión MOSCAMED, 1977. 12 p.
- 11.- GONZALEZ DIAZ, C. Control integrado de plagas. Guatemala, Universidad Rafael Landivar, 1978. 7 p. (Inédito).
- 12.- GUATEMALA, DICCIONARIO GEOGRAFICO. Guatemala, Dirección General de Cartografía, 1961. Tomos I y II.
- 13.- GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas Nacional de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, -- 1972. 104 p.

- 14.- GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 'Y' SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS - MEXICO. Control Biológico. Guatemala, Programa MOSCAMED, 1977. 31 p.
- 15.- GUTIERREZ SAMPERIO, J. La Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*, W.) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, Talleres Gráficos de la Nación, 1976. 233 p.
- 16.- IMMS, A.D. Recent Advances in Entomology. London, J. and A. Churchill, 1931. 374 p.
- 17.- METCALF, C.L. & FLINT, W.P. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control. 4a. ed. Trad. por: Alonzo Blackaller. México, D.F. CECSA, 1966. 1,208 p.
- 18.- PETERSON, JR. G.D. Principios y problemas de control integrado de plagas del algodón en Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, DIGESA, 1972. 368 p.
- 19.- RHODE, R. Erradicación de la Mosca del Mediterráneo de la fruta en Centro América. San José, Costa Rica, Proyecto PNUD/OIEA, 1970. 99 p. (Reg. 62).
- 20.- ROSS, H.H. Introducción a la entomología general y aplicada. 2a.- ed. España, Ediciones Omega, S.A., 1964. 536 p.
- 21.- ROSSLER, Y. Biología y ecología de la Moscamed, efectos de la cría en masa sobre el comportamiento reproductivo y adaptabilidad en general. En: Curso Internacional sobre Biología y Control de la Mosca del Mediterráneo. Guatemala, Comisión MOSCAMED, 1977. pp 1-5.
- 22.- SILVESTRI, F. Report of an expedition to Africa in search of natural enemies of fruit flies (*Tryphaneidae*). Board of Agriculture -- and Forestry, Hawaii, Bulletin No. 3, Division of Entomology, 1914. 176 p.
- 23.- TAHORI, A. Control de la Mosca de la Fruta. En: Curso Internacional sobre Biología y Control de la Mosca del Mediterráneo. Guatemala, Comisión MOSCAMED, 1977. 6 p.

Uo 30

PALMIRA R. DE QUAN
JEFE CENTRO DE DOCUMENTACION
E INFORMACION AGRICOLA



IX. APENDICE:

NIVEL DE INFESTACION DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

(MOSCA/TRAMPA/DIA) PERIODO DE JUNIO DE 1976 A JUNIO DE 1978

1 9 7 6							1 9 7 8												1 9 7 8					
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
.018	.010	.012	.003	.010	.004	.005	.035	.060	.067	.124	.126	.080	.036	.043	.011	.008	.024	.030	.163	.181	.103	.158	.211	.151

NIVELES DE INFESTACION DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO POR CADA CENTRO DE OPERACION EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA
(MOSCA/TRAMPA/DIA) . PERIODO DE JUNIO DE 1976 A JUNIO DE 1978

CENTRO OPERACIONES ORIENTE

1 9 7 6							1 9 7 8												1 9 7 8					
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
.039	.017	.020	.002	.004			.002	.016	.022	.056	.048	.024	.008	.004	.002	.004	.050	.038	.052	.016	.052	.104	.073	.034

CENTRO OPERACIONES NOR-ORIENTE

1 9 7 6							1 9 7 8												1 9 7 8					
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
.013	.002							.002	.003	.008	.019	.005	.003	.003	.003	.006	.027	.010	.039	.028	.006	.006	.007	.009

CENTRO OPERACIONES CENTRAL

1 9 7 6							1 9 7 8												1 9 7 8					
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
.003	.016	.004	.006	.027	.007	.009	.102	.216	.233	.406	.425	.170	.104	.050	.018	.014	.014	.072	.543	.603	.288	.435	.645	.431

../..

NIVELES DE INFESTACION POR CADA DEPARTAMENTO EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

(MOSCA/TRAMPA/DIA). PERIODO DE JUNIO DE 1976 A JUNIO DE 1978

CENTRO OPERACIONES ORIENTE																											
	1 9 7 6							1 9 7 7 7												1 9 7 8							
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Jalapa		.002								.002	.010	.014	.005	.003	.003		.003	.012	.006	.011	.057	.003	.010	.015	.005		
Jutiapa	.075	.012	.023	.001				.002	.022	.032	.050	.027	.011	.006						.009	.021	.057	.103	.100	.067		
Santa Rosa	.003	.037	.017	.008	.0004			.002	.010	.032	.108	.103	.055	.016	.005	.002	.006	.087	.070	.136	.061	.097	.198	.103	.030		

CENTRO OPERACIONES NOR-ORIENTE																											
	1 9 7 6							1 9 7 7 7												1 9 7 8							
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
A. Verapaz													.002	.006	.002	.003	.003	.003		.007	.007	.010	.004		.014		
B. Verapaz										.003	.012	.021	.011	.002							.022	.013	.005	.006	.014		
Chiquimula	.013	.002						.002	.003	.012	.007	.008	.006	.006			.008	.050	.010	.070	.132	.006	.013	.011	.007		
El Progreso											.008	.003	.004	.001							.001	.003		.005	.008		
Izabal																					.001						
Zacapa										.001	.002	.003	.002								.002	.005	.001	.004	.001		

CENTRO OPERACIONES SUR-OCCIDENTE

1 9 7 6						1 9 7 8												1 9 7 8						
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
	.005		.001	.001	.001	.001	.002	.002	.008	.026	.020	.121	.029	.116	.021	.006	.004	.001	.016	.048	.067	.087	.118	.131

NIVELES DE INFESTACION POR CADA DEPARTAMENTO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

(MOSCA/TRAMPA/DIA). PERIODO DE JUNIO DE 1976 A JUNIO DE 1978

CENTRO OPERACIONES SUR-OCCIDENTE

	1 9 7 6							1 9 7 7												1 9 7 8							
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Huehuetenango																		.001		.001	.002	.001	.008				
Quezaltenango					.0004	.0004		.0003	.001	.002	.015	.015	.015	.033	.099	.034	.007	.005		.022	.034	.086	.136	.130	.122		
Retalhuleu								.002	.002	.012	.020	.018	.169	.033	.342	.010	.002	.003		.015	.052	.102	.068	.081	.098		
San Marcos														.003	.002		.002	.001	.001	.031	.091	.033	.035	.090	.020		
Suchitepéquez		.005		.001	.001	.001	.001	.002	.002	.010	.044	.027	.178	.045	.021	.019	.012	.008		.012	.060	.114	.186	.170	.285		



NIVELES DE INFESTACION POR CADA DEPARTAMENTO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

(MOSCA/TRAMPA/DIA) . PERIODO DE JUNIO DE 1976 A JUNIO DE 1978

CENTRO OPERACIONES CENTRAL

	1976							1977												1978							
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Chimaltenango																											
El Quiché										.007	.148	.147	.049	.078	.031	.016	.015	.014	.135	1.465	1.773	.572	.803	.714	.739		
Escuintla		.002				.002	.008	.012	.044	.119	.235	.130	.043	.019	.035	.014	.016	.019		.098	.278	.130	.177	.176	.044		
Guatemala					.005	.005			.004	.009	.007	.011	.008	.011	.007	.011	.011	.004	.006		.006	.065	.103	.177	.094		
Sacatepéquez	.003	.013	.005	.006	.048	.015	.010	.191	.600	1.011	1.534	1.660	.569	.149	.207	.026	.022	.030	.098	.541	.490	.239	.542	1.015	.945		
Sololá		.033								.019	.107	.179	.182	.264	.011	.025	.005	.004	.048	.066	.470	.435	.549	1.786	.332		

- 4.5 La liberación masiva de parásitos para control biológico debe realizarse al mismo tiempo de la liberación de mosca estéril.
- 4.6 Es necesario tomar medidas cuarentenarias de las áreas tratadas.
- 4.7 Después de cada tratamiento, es necesario el estudio de densidad de la población para evaluar el efecto de los tratamientos.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	
Asunto	

IMPRIMASE:

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ

