

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE POBLACION
DE MOSCA DEL MEDITERRANEO Ceratitis capitata (Wiedeman)
REGION SUR-OCCIDENTAL DE GUATEMALA.
QUINQUENIO 1,986 - 90.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ELMER ALBERTO LOPEZ RODRIGUEZ



EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 1,992.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
Dr. ALFONSO FUENTES SORIA



JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr.
VOCAL CUARTO:	Bchr. Elías Raymundo Raymundo
VOCAL QUINTO:	P. Agr. Francisco Ibarra.
SECRETARIO:	Marco Romilio Estrada Muy.

Guatemala, febrero de 1,992

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal de Honor
Facultad de Agronomía.
Presente.



Estimados Señores:

En cumplimiento de las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

Análisis del comportamiento de población
de mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedeman).
Región Sur-Occidental de Guatemala. Quinquenio 1,986 - 90.

Como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, esperando merezca su aprobación.

Aprovecho la oportunidad para suscribirme con muestra de mi mas alta consideración y estima.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'E' followed by 'LR' and a long horizontal stroke.

P. Agr. Elmer Alberto López Rodríguez.

ACTO QUE DEDICO

A mi Padre: Agustín López y López. A su Memoria.

A mi Madre: Teodolinda Rodríguez Vda. de López.

A mis abuelos, especialmente a:

Marcelino Rodríguez y
Gregoria García de Rodríguez.

A mis hermanos: Estuardo, Caly, Manuel, Lili, Mario y Miguelito.

A todos mis demás familiares, especialmente a mis tíos y primos.

TESIS QUE DEDICO

A la Facultad de Agronomía y a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A la Escuela de Agricultura y a mis compañeros de la promoción 82-84.

A mis Amigos y compañeros de la Escuela de Agricultura y de la Facultad de Agronomía.

A mis Profesores de la Escuela de Agricultura y de la Universidad, especialmente a:

Ing. Agr. Mauricio Sitún Albizurez.
Ing. Agr. Hugo Cardona Cstillo.
Ing. Agr. Negli René Gallardo Perez.
Ing. Agr. Flavio Linares Portillo.

A mis compañeros de trabajo en el Programa MOSCAMED.

Especialmente a los que trabajan en informática por su apoyo directo en el presente trabajo:

Otto Aragón.
Victor Hugo Marroquín.
Paty Perea Hip.
Aracely Aguilar.

A todos mis demás familiares, especialmente a mis tíos y primos.

INDICE

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCION.....	1
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
4. MARCO TEORICO.....	3
4.1 Marco Conceptual.....	3
4.1.1 Principios y conceptos relativos a la organización a nivel de la comunidad.....	3
4.1.1.1 Distribución y abundancia.....	3
4.1.1.2 Concepto combinado de los factores limitativos.....	4
4.1.2 Principios y Conceptos Correspondientes a la Organización al Nivel de la Población.....	4
4.1.2.1 Propiedades de los grupos de población.....	4
4.1.2.2 Densidad de población e índices de abundancia relativa.....	4
4.1.2.3 Forma de crecimiento de la población y concepto de la capacidad de porte.....	5
4.1.2.4 Fluctuaciones de población y las llamadas oscilaciones cíclicas.....	5
4.1.2.5 Distribución de la población.....	6
4.1.2.6 Modelos de patrón de distribución.....	6
4.1.2.7 Estructura de la población.....	7
4.1.3 La Población Como Unidad de Estudio.....	8
4.1.3.1 Estimación de los Parámetros de Población..	8
4.1.4 Ecología de Sistemas.....	9
4.1.4.1 El método de los sistemas y los modelos matemáticos en Ecología.....	9
4.1.5 Análisis de Asociación (AA).....	10
4.1.6 La Mosca del Mediterráneo, <u>C. capitata</u> W.....	12
4.1.6.1 Biología y Hábitos.....	12
4.1.6.2 Ecología.....	12
4.1.7 Supuestos de la Investigación.....	15
4.2 Marco referencial.....	17
4.2.1 El Programa Moscamed De Guatemala.....	17
4.2.1.1 Antecedentes.....	17
4.2.1.2 Detección de la plaga.....	18
4.2.2 Distribución de <u>C. capitata</u> (Wied.) en Centro América.....	19
4.2.2.1 Ecología.....	19
4.2.2.2 Distribución.....	20
4.2.2.3 Daños.....	20
4.2.3 Area de Evaluación.....	22
4.2.3.1 Estratos altitudinales.....	22
4.2.3.2 Tipos de suelo de acuerdo a su textura y profundidad.....	23
4.2.3.3 Hidrología.....	23
4.2.3.4 Climatología.....	23
4.2.3.5 Uso de la tierra.....	24
5. OBJETIVOS.....	27
6. METODOLOGIA.....	28

6.1	Material y Equipo.....	28
6.2	Métodos.....	28
6.2.1	Primera fase.....	28
6.2.2	Segunda fase.....	30
6.2.2.1	Variable Hospederos detectados en el área de evaluación.....	30
6.2.2.2	Variable Distribución.....	30
6.2.2.3	Variable Abundancia relativa.....	35
6.2.2.4	Variable Dispersión.....	36
6.2.2.5	Variable Fluctuaciones.....	38
7.	RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN.....	40
7.1	Resultados y discusión del Muestreo.....	40
7.2	Resultados y Discusión de la Distribución.....	46
7.2.1	Resultados y discusión de la Distribución.....	46
7.2.2	Patrón de Distribución.....	53
7.3	Resultados y Discusión de la Abundancia Relativa.....	58
7.4	Resultados y discusión de la Dispersión de la población.....	62
7.4.1	Dispersión.....	62
7.4.2	Permanencia de la población.....	64
7.5	Resultados y discusión del análisis de correlación y regresión.....	73
8.	CONCLUSIONES GENERALES.....	80
9.	RECOMENDACIONES.....	82
10.	BIBLIOGRAFIA.....	84

INDICE DE FIGURAS

NUMERO	TITULO	PAG.
1.	Ejemplo de distribución y abundancia para una "x" especie.....	3
2.	Localización del área de evaluación en la República de Guatemala y división de áreas de trabajo del Programa Moscamed.....	17
3.	Localización geográfica de sedes de Moscamed y puntos dentro del área de evaluación.....	20
4.	Estratos altitudinales en el área de evaluación...	21
5.	Tipos de suelo de acuerdo a su textura y profundidad.....	22
6.	Zonas de vida en el área de evaluación, de acuerdo a Simmons.....	23
7.	Precipitación y temperatura media anual en el área de evaluación.....	24
8.	Uso de la tierra en el área de evaluación.....	25
9.	Fructificación del café en el área de evaluación	42
10	Fructificación del caimito en el área de evaluación.....	42
11.	Fructificación de la guayaba en el área de evaluación.....	42
12	Fructificación de la mandarina en el área de evaluación.....	43
13	Fructificación de la naranja agria en el área de evaluación.....	43
14	Fructificación de la naranja dulce en el área de evaluación.....	43
15	Resumen. Distribución de <u>C. capitata</u> en el Sur-Occidente de Guatemala '86 - '90.....	46
16	Número de años con detección de <u>C. capitata</u> Sobre 5 años de estudio 86 - 90.....	47
17	Dendrograma. Asociación entre factores que influyen en la presencia de <u>C. capitata</u> en el tiempo de evaluación 86 - 90.....	48
18	Distribución observada de larvas de <u>C. capitata</u>	

	en el área de evaluación y su comparación con el patrón dado por la binomial negativa y Poisson.....	57
19	Número de capturas de <u>C. capitata</u> por km ² de 1,986 a 1,990. Sur-occidente. Guatemala.....	58
20	Dendrograma. Asociación entre factores que influyen en la densidad de <u>C. capitata</u>	59
21	Semanas del año fluctuacional y km ² con reporte de primera captura de <u>C. capitata</u>	62
22	Relación entre la época fluctuacional y el lugar en donde se realizó primera captura en el área de evaluación.....	63
23	Dendrograma. Asociación entre factores que influyen en el establecimiento y dispersión de <u>C. capitata</u> en el tiempo de evaluación.....	64
24	Número de semanas con reporte de captura de <u>C. capitata</u> por km ²	65
25	Dendrograma. Asociación entre factores que influyen en la persistencia de <u>C. capitata</u>	66
26	Precipitación pluvial en mm por mes. y has de control químico aplicado en el área de evaluación.	75
27	Fructificación del café en el área de evaluación..	75
28	Larvas y adultos de <u>C. capitata</u> capturados por mes en el período de evaluación.....	75
29	Relación larvas/Kg y MTD en el área de evalaución.	76
30	Brotes activos y brotes detectados en el área de evaluación 86-90.....	76
31	Factores ambientales que favorecen el establecimiento distribución y abundancia de <u>C. capitata</u> en el área de evaluación.....	79

INDICE DE CUADROS.

CUADRO	TITULO	PAG.
1	Hospederos Reportados en el Sur-Occidente de Guatemala para <u>C. capitata</u> W. de 1986 a 1990.....	44
2	Especies importantes muestreadas de 1986 a 1990 sin detección de <u>C. capitata</u> en el Sur-occidente...	45
3	Factores de estudio, del 1 al 40. Base para el análisis de asociación.....	49
4	Relación entre el No. de km ² con infestación, el No. de años que presentaron infestación y el factor de estudio.....	50
5	Area (km ²) con presencia de larvas y adultos de <u>C. capitata</u> . Base para análisis de Patrón de Distribución.....	55
6	Resumen. Parámetros obtenidos de análisis de distribución Binomial negativa y Poisson.....	56
7	Relación entre el No. de km ² con infestación, el No. capturas y el factor de estudio.....	60
8	Relación entre el número de km ² que reportan primera captura y la semana de ocurrencia.....	67
9	Relación entre el No. de km ² con infestación, la primera semana con captura y el factor de estudio.....	68
10	Relación entre el No. de km ² con infestación, el No. de semanas con captura y el factor de estudio.....	71
11	Datos de las variables dependientes (MTD, L/KG, AFC BA, LARVAS Y B. DET) Y LAS INDEPENDIENTES (mes, Pp, C.Q. Y fruct.) utilizadas para la matriz de correlación de Pearson.....	77
12	Matriz de correlación de Pearson.....	78
13	Condiciones asociadas al establecimiento y Desarrollo de <u>C. capitata</u> en el Sur-Occidente de Guatemala.....	79

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE POBLACION
DE MOSCA DEL MEDITERRANEO Ceratitis capitata (Wiedeman)
REGION SUR-OCCIDENTAL DE GUATEMALA
QUINQUENIO 1,986 - 90.

ANALYSIS OF POPULATION BEHAVIOR
OF MEDFLY Ceratitis capitata (Wiedeman)
SOUTH-WEST REGION OF GUATEMALA.
QUINQUENNIUM 1,986 - 90.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el comportamiento de la población de la mosca del Mediterráneo C. capitata, en la región Sur-occidental de Guatemala, en el período de 1,986 a 1,990.

El área de evaluación comprendió una faja de 4,830 km² adyacentes al territorio mexicano (fig. 2). El estudio comprendió el análisis de cinco variables que son: determinación de hospederos; distribución de la población y el patrón que la representa; la abundancia relativa; la dispersión y persistencia; y la correlación entre variables dependientes (variables poblacionales) y variables independientes.

Las principales conclusiones determinan que en el cultivo del café, la población ha encontrado las mejores condiciones para que se exprese en términos de su distribución, abundancia y persistencia. Los resultados que validan esta conclusión sobre el área evaluada son: 1) El 80% del área que ha sido ocupada en los cinco años de estudio pertenecen a la zona cafetalera; 2) El 96.37% de muestras infestadas corresponden a muestras de frutos de café; y 3) Sólo en muestras de café se ha detectado la plaga en los 12 meses del año.

Los principales factores naturales extrínsecos que están asociados al comportamiento de la población, dentro de la zona cafetalera, son: 1) La zona de vida de bosque sub-tropical pluvial, 2) La precipitación pluvial de la zona, 3) El tipo de suelo franco limoso, y 4) La zona de vida de bosque tropical húmedo.

De acuerdo al patrón de distribución que la población presentó, se determinó que la población de larvas se comportó en cada año en agregados. La población de adultos no presenta distribución en agregados, ni al azar.

Se obtuvo una correlación significativa entre la precipitación pluvial de la zona cafetalera y los brotes que en ésta zona se detectaron pero no se pudo definir un modelo matemático que prediga esta correlación.

Se determinó que un período fluctuacional comienza en octubre de un año y finaliza en septiembre del siguiente. El crecimiento de la población es del tipo "J". La fase de establecimiento, ocurre de octubre a mediados de enero. La fase logarítmica o de crecimiento exponencial es la más breve en el tiempo y es de enero a mayo. La última fase, que se podría considerar de equilibrio y de abatimiento por las condiciones naturales, ocurre de mayo a septiembre. El comportamiento de la población dentro del área evaluada, está influenciado muy grandemente por el área infestada.

1. INTRODUCCION

La fruticultura tropical guatemalteca es muy variada y de alto valor económico si se llega a explotar el potencial que posee (9, 12, 29).

Especies nativas de moscas del género Anastrepha, familia Tephritidae, se alimentan en sus estados larvarios de éstas frutas propiciando desde hace muchos años (2, 9, 12, 15, 29) la dificultad para poder establecer mercados de comercialización hacia países con alto consumo de estos productos, debido a las normas cuarentenarias que rigen el mercado internacional de productos animales y vegetales.

A partir de 1975 el problema se ha agravado (9, 12) debido a la detección en territorio guatemalteco de la mosca mediterránea de la fruta Ceratitis capitata (WIEDEMAN), de la familia Tephritidae.

15 años después, y de acuerdo a información del programa MOSCAMED (12), el insecto ha ocupado el 43 % del territorio nacional.

En la región sur-occidental del país, el insecto ha estado sometido a un sistema de detección que no ha variado significativamente (13) desde 1986. Los resultados obtenidos han servido para las distintas actividades de control del programa MOSCAMED pero en ningún momento se han sometido a un análisis más riguroso que permita saber su comportamiento, sus fluctuaciones, etc, en la región, para con ello poder planificar para eventos futuros.

En el presente trabajo se obtuvieron modelos ecológicos que contribuirán a entender la influencia que tienen los factores externos de resistencia ambiental: Precipitación pluvial, disponibilidad de alimento, tipo de suelo, clima, temperatura, estrato altitudinal y el control químico aplicado por el programa MOSCAMED. Además, se obtuvo el tipo de patrón de distribución que demuestra la mosca del Mediterráneo en el área evaluada; las principales frutas hospederas detectadas y las correlaciones que se establecen entre la población y los factores mencionados anteriormente.

Esta información contribuirá a planificar los diferentes aspectos de acción del programa Moscamed como lo son las actividades de detección, control, el proyecto de diversificación Frutícola, con la aspiración de poder continuar con un trabajo similar con moscas de las frutas del género Anastrepha, del cual ya se está recopilando información.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El principio del control integrado de plagas, es la consideración del ecosistema como unidad básica. El sistema más efectivo para controlar plagas se puede idear sólo después de haber obtenido un conocimiento completo de los principios en los que se apoyan las fluctuaciones de las poblaciones que se desarrollan en un ecosistema dado (10, 19, 34).

El Programa MOSCAMED ha establecido una red de trapeo en la región Sur-occidental desde 1976, incrementando su número y distribución en los años 1982, 1984 y a partir de 1985 no ha tenido cambios fundamentales. También existe un sistema de muestreo de fruta, por el cual han ingresado de 1986 a 1990 un total de 235,031 muestras de distintos frutos. Sin embargo, la información generada por la red de trapeo y por el sistema de muestreo no se ha estudiado detalladamente (12).

El uso real que recibe la información generada, se concentra en la planificación y desarrollo de los diversos tipos de control y acciones de divulgación que se realizan.

El control químico se ha realizado aplicándolo localmente sobre áreas declaradas como brotes (lugar en donde se detecta larva o adulto silvestre de mosca del Mediterráneo). Este tipo de control, según el Programa Moscamed (12, 13), ha demostrado dar los mejores resultados en el abatimiento temporal de las poblaciones brotes. Sin embargo, en más de una ocasión los controles se inician cuando las poblaciones se encuentran muy altas en densidad. Por lo tanto, con dificultad se logran los éxitos deseados para continuar con la liberación de insectos estériles que consoliden el control.

Existe poca o reducida información sobre el comportamiento de C. capitata en la zona de evaluación del presente estudio y se carece de un estudio analítico, con todos los resultados acumulados a la fecha, de la actividad de detección sobre la fluctuación de las poblaciones a lo largo del año.

Este trabajo pretende aprovechar la información generada por la red de trapeo y el sistema de muestreo y análisis de frutas que el programa MOSCAMED tiene establecido para contribuir a completar el conocimiento sobre la distribución, la abundancia, la dispersión y las fluctuaciones de la población de la mosca del mediterráneo en la zona de estudio y, complementariamente, mejorar la eficiencia de la combinación del control químico con el autocida para mantener las poblaciones del insecto en niveles que permitan su manejo.

3. MARCO TEORICO.

3.1 Marco Conceptual.

3.1.1 Principios y conceptos relativos a la organización a nivel de la comunidad.

3.1.1.1 Distribución y abundancia:

El problema básico de la Ecología es el establecer las causas de la distribución y la abundancia de los organismos. Cada organismo vive en una matriz de espacio y tiempo a la que se puede considerar como una unidad. En consecuencia, estos dos conceptos de distribución y abundancia guardan relación estrecha, aunque a primera vista parecieran ser muy distantes. En la figura 1 se observa un ejemplo de lo que observamos para muchas especies (21, 27);

De esta manera, es posible representar la densidad promedio de cualquier especie como un plano topográfico, siempre y cuando se modifique este último con el tiempo. Ahora bien, la abundancia del organismo en el área de distribución debe ser siempre mayor que cero, y el límite de distribución equivaldrá al contorno de abundancia cero (21).

En estos términos, podría considerarse la distribución como un

aspecto de la abundancia, y a una y a otra como las dos caras de una moneda. Los factores que causan efectos en la distribución de una especie con frecuencia suelen afectar también su abundancia (21).

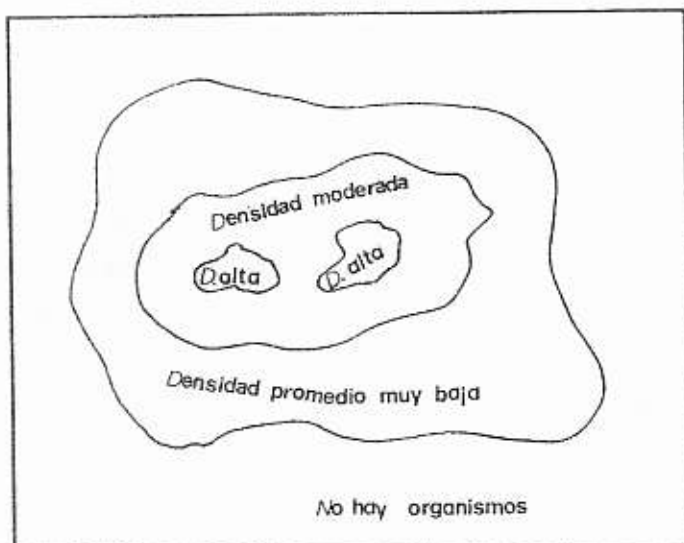


Fig. 1. Ejemplo de distribución y abundancia de una "x" especie.

3.1.1.2 Concepto combinado de los factores limitativos:

La presencia y el éxito de un organismo o de un grupo de organismos dependen de un conjunto de condiciones. Toda condición que se aproxime a los límites de tolerancia o los rebasa se designa como una condición limitativa o como un factor limitativo (21, 27).

Si un organismo posee un amplio límite de tolerancia con respecto a un factor que sea relativamente constante, y se encuentre en el medio en cantidad moderada, no es fácil que este factor sea limitativo. E inversamente, si se sabe que un organismo posee límites estrictos de tolerancia con respecto a un factor que es también variable en el medio, entonces hay que prestar a este factor una atención cuidadosa, puesto que podría ser limitativo (27).

3.1.2 Principios y conceptos correspondientes a la organización al nivel de la población.

3.1.2.1 Propiedades de los grupos de población:

La población, que hemos definido como grupo colectivo de organismos de la misma especie que ocupa un lugar determinado, presenta características diversas, las que aunque se expresan de la mejor manera como funciones estadísticas, constituyen, con todo, la única posesión únicamente del grupo y no son características de los individuos en él. Algunas de estas propiedades son la densidad, natalidad, mortalidad, edad, distribución, potencial biótico, dispersión y forma de desarrollo. Las poblaciones poseen asimismo características genéticas relacionadas directamente con su ecología esto es, adaptabilidad, capacidad reproductiva y persistencia (probabilidad de dejar descendientes por periodos largos de tiempo) (21, 27).

3.1.2.2 Densidad de población e índices de abundancia relativa:

La densidad de la población es la magnitud de esta en relación con alguna unidad de espacio. Una gran variedad de atributos puede servir de unidades de población. En ocasiones importa distinguir entre la Densidad Bruta (número de individuos por unidad de espacio total) y la densidad específica o ecológica (número de individuos por unidad de espacio de hábitat) (21, 27).

A menudo es mas importante saber si la población está cambiando en magnitud (creciendo o disminuyendo) en cualquier momento. En tales casos, resultan útiles los índices de abundancia relativa, estos podrán ser "relativos en cuanto a tiempo"; ejemplo: porcentajes, brotes, No. de aves vistas por hora, etc; (21).

3.1.2.3 Forma de crecimiento de la población y concepto de la capacidad de porte.

Las poblaciones tienen modos característicos de crecimiento que se designan como formas de crecimiento de la población. Para fines de comparación, podemos designar dos tipos básicos, a saber: la forma de crecimiento en J y la forma de crecimiento en S o Sigmoides. Estos tipos contrastantes pueden combinarse o modificarse, o ambas cosas a la vez, de diversas maneras, según las peculiaridades de los diversos organismos y sus medios. En la forma en J, la densidad aumenta rápidamente, a la manera exponencial o del interés compuesto y se detiene bruscamente, al hacerse la resistencia ambiental eficaz de modo mas o menos repentino (21, 22, 27).

En la forma Sigmoides, la población aumenta primero lentamente (fase de establecimiento o de aceleración positiva) y luego más rápidamente (acercándose a una fase logarítmica), como en el tipo "J" pero no tarda en decrecer gradualmente a medida que la resistencia ambiental aumenta (fase de aceleración negativa), hasta que se alcanza un nivel más o menos equilibrado (21, 22, 27).

En términos generales, cabe considerar la forma en J como una curva Sigmoides incompleta, toda vez que tiene lugar un súbito efecto limitativo antes de que los efectos autolimitativos dentro de la población adquieran importancia (22, 27).

3.1.2.4 Fluctuaciones de población y las llamadas oscilaciones cíclicas.

En la naturaleza importa distinguir entre cambios estacionales en el volumen de la población regidos en gran parte por los cambios estacionales en los factores ambientales, y las fluctuaciones anuales. Para fines de análisis, las fluctuaciones anuales pueden examinarse bajo dos capítulos (27):

- a) Fluctuaciones regidas ante todo por diferencias anuales en el medio físico de la población, o por factores extrínsecos (en la esfera exterior a las acciones recíprocas de la población); y
- b) Oscilaciones dependientes en primer lugar del dinamismo de la población, o de factores intrínsecos. (factores dentro de las poblaciones mismas).

3.1.2.5 Distribución de la población,

Los individuos de una población pueden estar distribuidos según tres grandes tipos (21, 27): al azar; uniformemente (mas regularmente que el azar) y amontonados (irregularmente, no al azar).

La distribución al azar es relativamente rara en la naturaleza, y tiene lugar donde el medio es muy uniforme y no existe tendencia alguna a agregarse. La distribución uniforme podrá ocurrir donde la competencia entre individuos es activa o donde exista un antagonismo positivo que provoca un espaciamiento regular. Finalmente el amontonamiento, en grado variable representa, con mucho, el tipo más corriente, y aun casi la regla, cuando se consideran los individuos.

La averiguación del tipo de distribución, del grado de amontonamiento (si lo hay) y del volumen y la permanencia de los grupos es necesaria, si queremos obtener una comprensión verdadera del carácter de una población y, sobre todo, si ha de medirse la densidad exactamente. Así, por ejemplo, unos métodos de muestreo y de análisis estadístico que serían perfectamente adecuados en el caso de las distribuciones al azar o uniforme, podrán ser acaso completamente inapropiados o inclusive erróneos si se aplican a distribuciones fuertemente amontonadas.

Se pueden considerar cinco tipos de distribución: Uniforme; al azar; amontonados al azar; amontonados uniformemente y amontonados agregados.

3.1.2.6 Modelos de patrón de distribución.

Los modelos mas utilizados para estudiar el patrón de distribución son los denominados de Poisson y Binomial negativa, que se usan para distribuciones al azar y de contagio respectivamente.

A: Distribución de Poisson:

La distribución de Poisson considera algunos supuestos que sirven para explicar su adecuación a observaciones de campo; tales suposiciones constituyen el modelo estadístico para dicha función (1, 31).

Las suposiciones son:

- a. Que cada espacio unitario de hábitat es continuo, con igual probabilidad de estar ocupado por el insecto (esta consideración supone que el insecto se mueve independientemente).
- b. Que el insecto no es muy abundante.

B: Prueba binomial negativa:

La binomial negativa pertenece a las distribuciones de contagio, las cuales se basan en que los seres vivos tienden en general a asociarse con los mismos de su especie de tal forma que la presencia de un insecto en un área aumenta la probabilidad de encontrar a otro vecino. La Binomial negativa se ha adaptado satisfactoriamente a una gran diversidad de fenómenos biológicos (1, 31).

3.1.2.7 Estructura de la población:

A. La Agregación y el Principio de Allee.

Según se indicó anteriormente (21), diversos grados de amontonamiento son característicos de la estructura interna de la mayoría de las poblaciones en un momento u otro. Este amontonamiento es el resultado de la agregación de individuos:

- a. En respuesta a diferencias locales de hábitat;
- b. En respuesta a cambios atmosféricos diarios y estacionales.
- c. Como consecuencia de procesos regresivos, o;
- d. Como resultado de atracciones sociales (en animales superiores).

Por consiguiente, el grado de agregación que encontraremos en la población de una especie determinada depende del carácter específico del hábitat, (de si es uniforme o discontinuo), de

atmósfera y de otros factores físicos, del tipo de reproducción característico de la especie en cuestión, y del grado de sociabilidad (21).

Los individuos en grupos experimentan a menudo un índice más bajo de mortalidad durante los períodos desfavorables o durante los ataques por otros organismos, que es el caso de los individuos aislados. Porque la superficie de la extensión expuesta al medio es menor en proporción a la masa y, porque el grupo estará acaso en condiciones de modificar favorablemente el microclima o microhábitat.

El grado de agregación, lo mismo que la densidad conjunta que se traduce en supervivencia y desarrollo óptimos de la población varía según las especies y las condiciones, por consiguiente, tanto la falta como el exceso de agregación podrán ser limitativos; este es el principio de Allee (21).

3.1.3 La población como unidad de estudio:

Los elementos fundamentales de la población son los organismos individuales que potencialmente pueden reproducirse (21).

Por añadidura, se puede subdividir a las poblaciones en demes, o poblaciones locales que son grupos de organismos que se reproducen entre sí, siendo además la unidad colectiva más pequeña de una población vegetal o animal. Los límites de una población, espaciales y temporales, son vagos y en la práctica usualmente los fija arbitrariamente el investigador (21).

La población tiene diversas características de grupo, que son medidas estadísticas no aplicables a los individuos. Estas características son de tres tipos generales, y una de las fundamentales de una población. En la que estamos interesados, es la de su tamaño o su densidad (27).

Los cuatro parámetros poblacionales (21) que afectan al tamaño son la natalidad (número de nacimientos), la mortalidad (número de muertes), la inmigración y la emigración. Además, es posible delinear otros parámetros secundarios para una población, como la distribución de edades, composición genética y patrón de distribución (distribución de los individuos en el espacio).

3.1.3.1 Estimación de los Parámetros de Población.

A. Densidad:

La densidad está definida como el número de individuos por unidad de área o de volumen.

En muchos casos resultaría impráctico identificar la densidad absoluta de una población (por ejemplo en números/Km² o m²), y resulta adecuado saber la Densidad Relativa de la población (es decir, que el área X tiene mas organismos que el área Y) (21).

B. Medición de la densidad relativa:

La característica sobresaliente de todos los métodos de medición de la densidad, es que dependen de la recolección de muestras que representan alguna relación mas o menos constante, pero desconocida respecto del tamaño total de la Población. En estos términos, no permiten disponer de una estimación de la densidad sino de un índice de abundancia mas o menos preciso. Las técnicas del trapeo y del muestreo son técnicas de este tipo (21). En el sistema de trapeo, el número de organismos atrapados dependerá no sólo de la densidad de población, sino también de su actividad, amplitud de movimientos y la capacidad del investigador para colocar las trampas, de modo que éstas últimas pueden ofrecer solo una estimación aproximada de la abundancia.

3.1.4 Ecología de sistemas:

3.1.4.1 El método de los sistemas y los modelos matemáticos en Ecología.

Es posible describir el crecimiento de una población con modelos matemáticos sencillos para los organismos en generaciones discretas o que se traslapen. El crecimiento de la población será geométrico si el índice de multiplicación es constante. Las poblaciones se estabilizan en el tamaño finito sólo si el índice de multiplicación depende del tamaño de la población, y dicho índice es mas bajo respecto de las poblaciones numerosas, en comparación con las pequeñas. En lo relativo a las especies con generaciones que se traslapan, la ecuación logística es una descripción matemática sencilla del crecimiento de la población hasta un límite asintótico (21).

La curva logística o sigmoide (21) constituye una representación adecuada del crecimiento en el laboratorio de poblaciones de Paramecium, levadura y otros organismos con ciclos vitales sencillos. El crecimiento de población de especies con ciclos vitales mas complejos pocas veces guarda relación muy estrecha con la curva logística y en particular la asíntota estable de esta última no corresponde a las poblaciones naturales, cuyo número de individuos fluctúa.

Como modelos ecológicos pueden emplearse cualesquiera representaciones físicas o abstractas de las estructuras y la función de sistemas reales. El análisis de sistemas es simplemente un instrumento para la

comprensión de lo que pasa realmente. La comprensión se concibe como la capacidad de ver cómo está organizado un componente del sistema a partir de partes más simples. Si bien, los modelos son abstracciones imperfectas de sistemas reales, representan para el ecólogo instrumentos poderosos, con todo, porque es el caso que las respuestas y las predicciones provisionales acerca de cuestiones importantes pesan más, a la larga, que el tratamiento preciso de detalles sin importancia (21, 27).

3.1.5 Análisis de asociación:

La clasificación es el agrupamiento de objetos en clases, sobre la base de atributos que poseen en común y/o sus relaciones (24). El término "relaciones" abarca, por ejemplo, el caso de objetos que se encuentran en un mismo tiempo y/o lugar. Una relación entre el ente A y el ente B puede considerarse como un atributo del par formado por A y B, por lo tanto, atributo podría incluir relaciones.

En estudios de clasificación, las relaciones posibles entre dos organismos o entre dos taxones son las siguientes (5, 33, 24).

- A. Relaciones fenéticas o de similitud: Se basan en el parecido entre dos organismos, o en las propiedades observadas en ellos.
- B. Relaciones cronísticas: Indican el grado de cercanía en el tiempo de dos o mas organismos.
- C. Relaciones espaciales o geográficas, denotan el grado de similitud espacial relativa entre dos o mas organismos.

Una de las técnicas utilizadas para el análisis de asociación es la denominada "Cluster de Asociación". Esta técnica ordena los objetos o unidades de muestreo en grupos o "clusters" basados sobre sus semejanzas para uno y otro (24).

Los resultados del análisis del "cluster" son convenientemente resumizados en un dendrograma o fenograma. La identificación de grupos específicos o comunidades de este dendrograma es un poco

subjetivo. Como un lineamiento general, Ludwig y Reinolds (24) recomiendan no dividir el dendrograma de tal manera que se tengan bastantes fragmentos del "cluster" y analizar más de 6 grupos. El análisis de cluster brinda una gran ayuda en la interpretación de datos cuando estos son muchos y no es obvio el patrón que representan.

Los pasos a seguir en las técnicas de asociación son los siguientes: (33).

- a. Elección de las unidades: se eligen los organismos a estudiar y se definen los organismos a clasificar denominados "unidades taxonómicas operativas" (UTO).
- b. Elección de los caracteres: se eligen los caracteres que describan a las UTO y se registra el estado de los caracteres presentes en ellas.
- c. Construcción de una matriz básica de datos: con la información obtenida en los pasos anteriores se construye una matriz básica de datos (MBD) de UTO por estados de los caracteres.
- d. Obtención de un coeficiente de similitud para cada par posible de UTO: a base de la MBD y utilizando un coeficiente adecuado a los datos que contiene, se calcula la similitud para cada par posible de las unidades taxonómicas.
- e. Construcción de una matriz de similitud: con los valores de similitud calculados en el paso anterior se construye una matriz de similitud UTO por UTO.
- f. Conformación de grupos: a base de la matriz de similitud del paso anterior y mediante la aplicación de distintas técnicas (por ejemplo, análisis de agrupamiento) se obtiene la estructura taxonómica del grupo en estudio.
- g. Generalizaciones: se formulan las generalizaciones acerca de los taxones, tales como: elección de caracteres discriminatorios, relación entre los grupos de análisis, inferencias acerca de los taxones etc.

Regularmente los pasos "d" al "f" requieren ayuda de procesamiento de datos informaticamente porque la cantidad de datos a procesar es bastante (33).

3.1.6 La Mosca del Mediterráneo, C. capitata

3.1.6.1. Biología y Hábitos

A. Adultos

En condiciones de laboratorio, su longevidad es de uno a dos meses. Las hembras alcanzan su madurez sexual entre los cuatro y los cinco días, iniciando la oviposura entre los 7 y 9 días después de la emergencia a temperaturas que oscilan entre los 24° y los 28° C.; (4, 10, 6). Los machos, bajo las mismas condiciones, maduran sexualmente a los 3 ó 4 días (4, 10).

La hembra generalmente pone de 4 a 10 huevecillos por oviposura. Cada hembra pone hasta 20 huevecillos al día, siendo el promedio durante toda su vida de 300 (10, 14).

B. Huevecillo

El período de incubación es de 2 a 7 días bajo condiciones de temperatura de verano; aunque puede prolongarse hasta 20 a 30 días en climas de invierno (10, 6).

C. Larva y Pupa

Al efectuarse la eclosión del huevecillo, la larva excava hacia el interior de la fruta en busca de alimento. Su desarrollo se completa en 6 a 11 días (14 a 26° C.).

El período pupal requiere de 9 a 11 días (24° C.) o hasta varios meses bajo temperatura invernal; a 26° C., se acorta a 6 días. La mosca emerge por sus propios medios, abriéndose paso con ayuda de un órgano frontal llamado ptilinum (10).

La Mosca del Mediterráneo puede tener 10 generaciones o más al año, las que se suceden sin interrupción en lugares donde abunda el alimento, ya se trate de plantas silvestres o cultivadas, especialmente en condiciones de clima tropical (10, 14, 34).

3.1.6.2. Ecología

La población de mosca del Mediterráneo, como toda población de organismos, está sujeta a las presiones

físicas y biológicas del medio ambiente en que vive y estos factores, unidos a sus caracteres genéticos, determinan su abundancia en una área específica (4, 10, 14, 16, 34).

Los factores ecológicos que más influyen en el desarrollo de C. capitata son: el clima, asociaciones de hospederos cuyos frutos maduren en forma escalonada durante todo o gran parte del año, o una sola variedad de hospedero cuyos frutos precisen de un largo período para madurar y, sustancias alimenticias indispensables para la fertilidad y maduración de sus huevecillos (4, 10, 14).

A. Climas favorables:

Los factores que condicionan el clima de una región, son: la temperatura, la humedad y los vientos, los cuales van intimamente relacionados con la latitud y altitud de su posición geográfica. Según Samperio, (14) las condiciones óptimas para C. capitata son altas temperaturas, elevado porcentaje de humedad relativa, inviernos templados y veranos húmedos y calurosos (10).

B. Temperatura:

Un desarrollo normal de la mosca del mediterráneo, requiere temperaturas superiores a 10°

C. Las óptimas son de 23° a 27° C, las cuales aceleran su ciclo biológico. Muestra una mayor tolerancia al calor que al frío (4, 10, 14).

C. Humedad

Condiciones generales de altas temperaturas y elevado porcentaje de humedad relativa favorecen el desarrollo de C. Capitata, pero las grandes precipitaciones pluviales e inundaciones le son adversas, al punto de abatirla por varias temporadas.

En las temporadas de lluvia, además de la poca movilidad de los adultos, la falta de mieles de insectos y la gran cantidad de agua que ingieren las hembras son causa de poca fertilidad de los huevecillos, hecho que ha sido comprobado en condiciones de laboratorio (14).

D. Alimento

La dieta de los adultos, influye en el potencial biótico y en su longevidad. Requieren de azúcares, proteínas y algunas vitaminas del complejo B y E para una fertilidad y desarrollo normal

de sus huevecillos. 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 la frutas de la familia Tephritidae y han sido la base para comprender su comportamiento quimiotrópico. Pueden alimentarse a cualquier hora del día, pero lo hacen preferentemente en las horas de la mañana. El alimento, es de vital importancia para la longevidad de la mosca, ya que normalmente vive de uno a dos meses y con una dieta adecuada puede vivir siete meses en cautiverio. Sin alimento difícilmente sobrevive cuatro días (10, 14).

F. Hospederas

Estudios de varios países infestados (9, 14) revelan 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 frutos de las hospederas presentes en una localidad determinada, por consiguiente pueden presentarse diversos niveles de daño en el transcurso del año, de un país a otro y aún de un lugar a otro.

Para C. capitata se han reportado más de 200 hospederas atacadas en grados distintos e irregulares de un año a otro, encontrando una secuencia de hospederas en todas las épocas del año y multiplicarse sin interrupción (9, 14).

En Brasil señalan que las principales hospederas son el café, mandarina, higo, jambero (pomarrosa), la goiabeira (guayaba), la amexeira (ciruela) y la amendocira (almendro tropical) (9, 14).

En Chile, los hospederos principales son: ciruela, chabacano, chañar, chirimoya, lima, pomarrosa, manzana de agua, naranja agria. La toronja y naranja dulce son atacadas irregularmente (14, 28, 34).

En Guatemala, Esteban (9) reporta 38 especies de plantas como hospederas de la mosca del Mediterráneo.

Después de esta explicación, se deduce que los índices de potencialidad se relacionan con la distribución, variedad, número y condiciones de fructificación de las diversas hospederas en una región, pero siempre hay algunas que son mas infestadas por C. Capitata, (4, 10, 14, 15, 34).

3.1.7 Supuestos de la Investigación.

El marco teórico consultado permite plantear como **supuestos** para la presente investigación, algunos elementos básicos conceptuales que son necesarios para validar resultados y su respectivo análisis.

3.1.7.1 La unidad de muestreo de adultos y larvas en el sistema de detección del Programa MOSCAMED es el km^2 (18, 12). La zona Sur-occidental del país ha estado sometida a un sistema de detección de C. capitata que permite monitorearla a un nivel de precisión de 1 km^2 . Si en el km^2 existen hospederos, se muestrea y se trampea tratando de que éstas técnicas tengan influencia sobre los hospederos detectados. Si en 1 km^2 no existen hospederos pero hay asentamientos humanos o caminos que posibiliten en un momento dado la aparición de especímenes, en este km^2 se coloca al menos una trampa. Si en un km^2 no es posible colocar una trampa, aún existiendo hospederos, este km^2 es rastreado periódicamente para obtener muestras de fruta. En aquellos km^2 donde no existe hospedero como los conos de los volcanes, la montaña (sierra Madre), plantaciones como el hule o potreros, no se muestrea ni se trampea.

3.1.7.2 Toda el área de evaluación del presente estudio ha sido sometida a los mismos criterios de control después de detectar una o más larvas o adultos en un km^2 , (principalmente control químico) (12), esto significa que todo km^2 ha estado sujeto a las mismas condiciones de manejo de la población, y por lo tanto, es un factor controlado y que influye de la misma manera en cualquier km^2 de la zona bajo estudio.

3.1.7.3 Para hacer válidos los análisis sobre la abundancia, debe aclararse que:

A. El índice de abundancia debe considerarse como relativo, no solo porque el sistema de detección es por un sistema de muestreo, sino también porque después de la primera captura en un km^2 se inician actividades de control de ésta población por el programa MOSCAMED.

B. Una especie puede presentarse con altas poblaciones solo en un lapso corto de tiempo (20) (estrategas R), o puede presentarse con poblaciones más o menos regulares en un lapso largo de tiempo (estratega K). Se sabe que C. capitata se comporta como un estrategia R, por lo que se tomó en cuenta, para los índices de abundancia:

B.1. El número de semanas que fue detectada la población en un mismo km^2 en los cinco años de evaluación y;

B.2. El número de individuos (larvas y adultos) detectados en un mismo km^2

en los cinco años de evaluación.

- C. Para analizar la fluctuación que la población ha mostrado se tomó en cuenta, como factores independientes, además del tiempo, el "control químico" que el Programa MOSCAMED lleva a cabo, los registros de precipitación pluvial de cuatro fincas ubicadas en la zona cafetalera del área evaluada, y una estación del INSIVUMEH ubicada en el municipio de Catarina, y el porcentaje de maduración del café como principal hospedera del área de evaluación.

3.2 Marco referencial:

3.2.1 El Programa MOSCAMED De Guatemala:

3.2.1.1 Antecedentes:

La mosca del Mediterráneo *C. capitata*, insecto originario del continente africano, fue detectado por primera vez en Guatemala en el año de 1975. El avance de la plaga hacia México y Estados Unidos de Norteamérica, propició la creación de la comisión tripartita para la prevención, control y erradicación de la mosca del Mediterráneo (12). La comisión se creó con la suscripción de dos convenios bilaterales.

Favorecida por las condiciones climáticas y amplia disponibilidad de hospederos (14), la mosca del Mediterráneo avanzó en el territorio guatemalteco, acercándose al istmo de Tehuantepec en el año de 1979. Las acciones desplegadas por el Programa MOSCAMED de México y Guatemala lograron retroceder el avance de la plaga, hasta llegar a consolidar una barrera de contención dentro del territorio guatemalteco. Se consideró erradicada la mosca del Mediterráneo de territorio mexicano en 1982 (14, 18).

El objetivo general del Programa MOSCAMED de Guatemala (12, 18) es detectar, controlar, y erradicar la mosca del Mediterráneo del territorio nacional por medio de una estrategia múltiple que permita el mantenimiento y desplazamiento

de una barrera de control, que evite el avance de la plaga hacia territorio libre de la misma.

Para sus objetivos, el Programa MOSCAMED dividió el territorio guatemalteco en tres áreas dinámicas de acción (figura 2) (12): Área Libre "A", Área de Control "B", Área infestada "C".

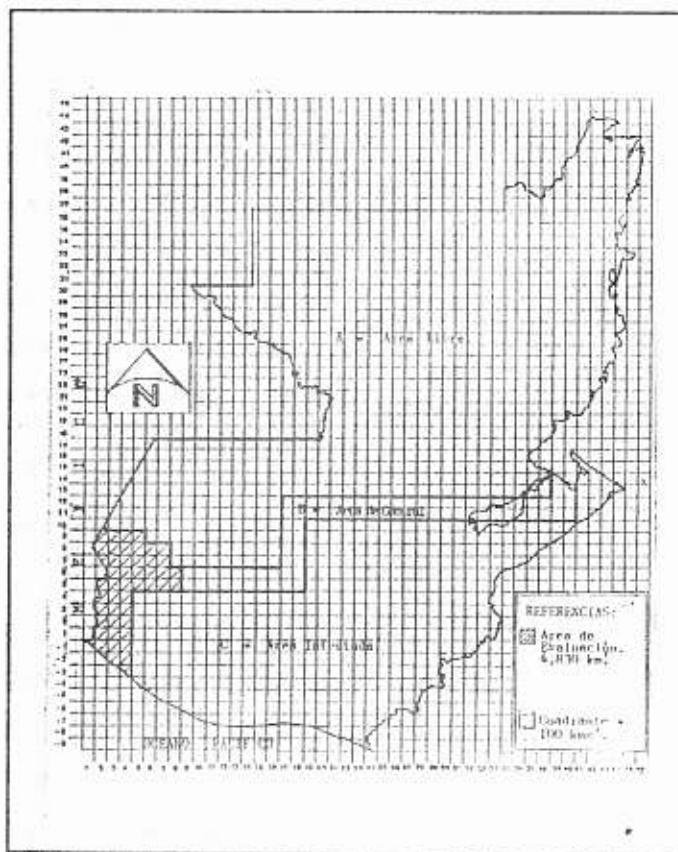


Fig. 2. Localización del Área de evaluación en la república de Guatemala y la división de áreas de trabajo del Programa MOSCAMED.

A. Area libre "A".

Es un área libre de la plaga que comprende una extensión de 62,000 km², del territorio guatemalteco y se ubica a lo largo de la parte norte de Guatemala fronteriza con México y Belice.

B.- Area de control "B".

Es una faja de protección para el área libre "A". Comprende una extensión de 10,000 km², del territorio nacional en la cual se erradicó la plaga en un tiempo, pero por la cercanía de zonas altamente infestadas y por la carencia de recursos humanos necesarios para aplicar las medidas de control correspondientes, constituye un área susceptible de reinfestaciones continuas.

C.- Area infestada. "C".

Es un área en cuyas condiciones la plaga está bien establecida y ejerce una presión de población sobre el área "B". comprende una extensión de 36,000 km² del territorio guatemalteco.

En esta zona se encuentran importantes regiones de producción frutícola cuyo producto es trasladado a las áreas libres de mosca del país, constituyéndose de esta manera en focos de dispersión de la plaga. A excepción de las áreas productoras de pera y mango, en ésta área no se desarrollan acciones de control de la plaga.

3.2.1.2. Detección de la Plaga.

La detección de la plaga se realiza a través de la captura de adultos en trampas y la identificación de larvas en fruta recolectada a través de un muestreo. Para la precisión de la detección, se sigue el Plan Nacional de detección que considera el comportamiento del insecto, la extensión y disponibilidad de hospederos, la hidrología, la altitud sobre el nivel del mar y las vías de acceso. Para la mejor distribución y ubicación de sitios de detección, el territorio nacional se ha distribuido en cuadrantes coordenados de 100 km², delineados con base a la proyección transversal de Mercator en mapas a escala 1:50,000 (12).

A) Método de detección por Trampeo.

Consiste en colocar y mantener en operación una red de trampas tipo Jackson, distribuida estratégicamente cubriendo las principales vías de acceso, núcleos urbanos, caminos vecinales, brechas de penetración, así como vías navegables. Se persigue cubrir con éste sistema cada km² en donde existe

hospedero (12, 18).

B) Método de detección por muestreo.

Consiste en la recolección sistematizada de muestras de fruta, como complemento al trabajo de detección por trapeo. El muestreo permite adentrarse en áreas inaccesible con cualquier tipo de vehículo o donde la trampa Jackson no tiene influencia (12).

Estos dos métodos de detección mantienen al área libre y al área de control con un sistema de detección con una aproximación de 1 km², es decir, toda el área es muestreada, tomando como unidad muestral al km².

3.2.2 Distribución de C capitata (Wied). en Centro América.

3.2.2.1 Ecología:

Las variedades frutícolas que sirven de hospederas a la mosca del Mediterráneo, crecen en forma silvestre o cultivada en áreas con alturas que van desde el nivel del mar hasta más de los 2,000 m.. Pero es el área cafetalera (que se localiza entre los 400-600 m. a los 1,600-1,800 m., con climas que van del tropical al templado, con sus variantes húmedo y seco), en donde la C. capitata ha encontrado el hábitat más favorable. Abajo de estos límites, las hospederas tropicales (mango, guayaba, cítricos y otras) son menos infestadas, y arriba de los 1,800 m. se localizan algunas pocas zonas manzaneras, en donde además el durazno es más frecuentemente infestados (9, 14, 16).

Asociadas a las áreas cafetaleras se localizan las frutas predilectas de C. capitata en Centroamérica: mandarina, naranja agria, toronja y pomelo entre las variedades cultivadas, y pomarrosa y almendro tropical como plantas rompevientos, de ornato o de limitación de propiedad. Las hospederas alternantes: caimito, jobo, nispero, mango, guayaba. El mango y la guayaba son más infestadas por moscas de la fruta del género Anastrepha (9, 14, 16).

El café está ampliamente distribuido en toda la región y la especie predominante es Coffea arabica.

en sus variedades "arábica" y "caterra". La variedad "bourbon", de maduración temprana, tiene también una amplia distribución, y es quizás la que concentra el índice mayor de infestación. Los grados de infestación de las frutas asociadas, especialmente cítricos, se relacionan con la época de la cosecha del café, y en algunos lugares donde el almendro tropical y la pomarrosa están ampliamente distribuidos, también influyen sobre las infestaciones de otras variedades frutícolas, además de los cítricos (14).

Los registros más elevados de densidad de población de *C. capitata* en Costa Rica (16), coinciden más o menos al mes del término de la cosecha de café y con el inicio de la temporada de lluvias.

Las frutas estacionales como caimito, jobo o jocote, nispero, chabacano, durazno, higo, mango y guayaba, son hospederas alternantes que sirven de puente para que la Mosca del Mediterráneo regrese al nuevo café maduro (14, 16).

3.2.2.2.- Distribución:

Los lugares infestados que se reportan en la región, se localizan en la zona del Océano Pacífico, en áreas con climas Tropical y Templado en sus variaciones seco y húmedo (14, 16).

3.2.2.3.- Daños:

Técnicos del Economic Research Service de USDA y del USAID (14, 28) en un estudio económico de la mosca del Mediterráneo en Centroamérica publicado en julio de 1972, reportaron que el daño económico o pérdida de fruta debida a esta plaga se circunscribía principalmente a la mandarina, naranja y toronja.

En Nicaragua (14), la mandarina soportaba un 50% de pérdida, y en naranja 10%. En Costa Rica y Panamá, los daños en naranja se estimaron en 20%. Las pérdidas en Toronja fueron del 15% en Costa Rica, 25% en Nicaragua y 35% en Panamá.

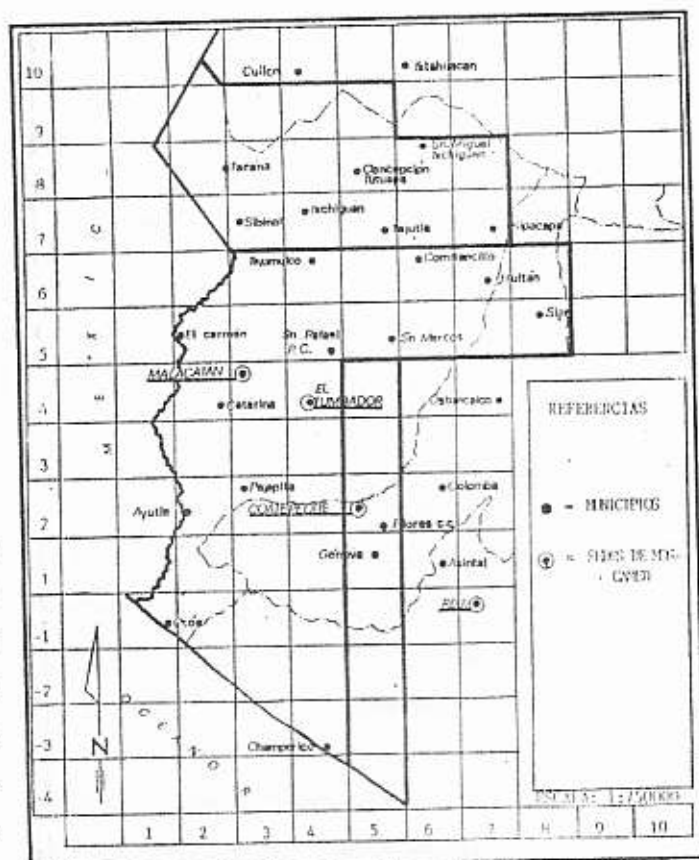


Fig. 3. Localización geográfica de puntos importantes en el área de evaluación y de sedes de MOSCAMED.

El daño en otras frutas hospederas que sirven para mantener la población de *C. capitata*, en períodos cuando los cítricos no están disponibles, se calculó en 2%, ya que la infestación de estas frutas se limita generalmente a la fruta madura que fue abandonada y por consiguiente su valor económico es mínimo (14).

En relación al café, la mosca del Mediterráneo casi siempre encuentra cerezas maduras disponibles en las áreas infestadas y el efecto económico se calculó en 5% sobre el monto total de la cosecha. El daño económico del café se refleja principalmente en un precio menor porque baja su calidad, además de una merma en peso (14).

En ninguna área centroamericana se ha reportado daño por la mosca del Mediterráneo en fresa, tomate (verde o rojo), pimiento dulce, calabaza, melón, plátano y chayote. Estas frutas son reportadas como hospederas en literatura de otros países (9, 14).

Basado en el precio de la fruta en el mercado local, se calculó el valor de la producción en 1970 en 310 millones de dólares, de los cuales 210 millones corresponden al plátano, 80 millones a las frutas susceptibles, entre éstas la mandarina y naranja, en 20 millones, y otros cítricos, especialmente toronja y

lima, 4 millones. El de otras frutas no susceptibles, y entre éstas el melón y la piña, 15 millones. La producción de café se evaluó en 400 millones de dólares (12, 14, 28).

Aunque la producción de frutas susceptibles puede ser posible en áreas infestadas, la expansión de la plaga está condicionada a la situación económica de la región. El impacto de su presencia se resiente aún en países con una tecnología más avanzada y una economía saneada. Estados Unidos pagó más de 20 millones de dólares por cuatro campañas para erradicarla de Florida (1929, 1930, 1956 y 1962), sin tomar en cuenta las

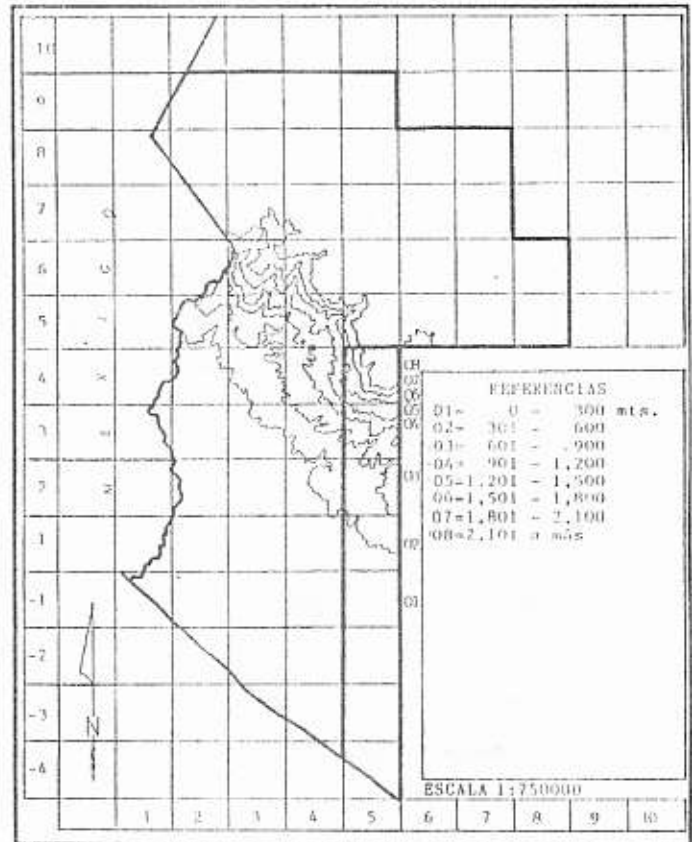


Fig. 4 Estratos altitudinales en el área de evaluación.

frutas hospederas que tuvieron que ser destruidas, especialmente cítricos cuyo valor ascendió a varios millones de dólares (14).

3.2.3.- Área de Evaluación:

La región de evaluación del presente estudio es el Centro de Operaciones del Sur-Occidente del PROGRAMA MOSCAMED de Guatemala (figura 2).

El centro de operaciones Sur-Occidente limita al Norte con el departamento de Huehuetenango; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con parte de los departamentos de Totonicapán, Quetzaltenango, Suchitepéquez y Retalhuleu; y al Oeste con el estado de Chiapas, México (figura 2 y 3).

Según el Atlas Nacional de Guatemala (11), la región que ocupa el Centro de Operaciones Sur-Occidente está comprendida dentro de las provincias fisiográficas conocidas como: "Tierras Altas cristalinas", "Cadena Volcánica", "Pendiente volcánica reciente" y "llanura Costera Del Pacífico".

3.2.3.1 Estratos altitudinales:

El área de evaluación se dividió en 8 estratos altitudinales de 300 msnm cada uno así: estrato 01 de 0 a 300 msnm; est. 02 de 301 a 600 msnm; est. 03 de 601 a 900 msnm; est. 04 de 901 a 1200 msnm; est. 05 de 1201 a 1500 msnm; est. 06 de 1501 a 1800 msnm; est. 07 de 1801 a 2100 msnm; y est. 08 arriba de los 2101 (figura 4).

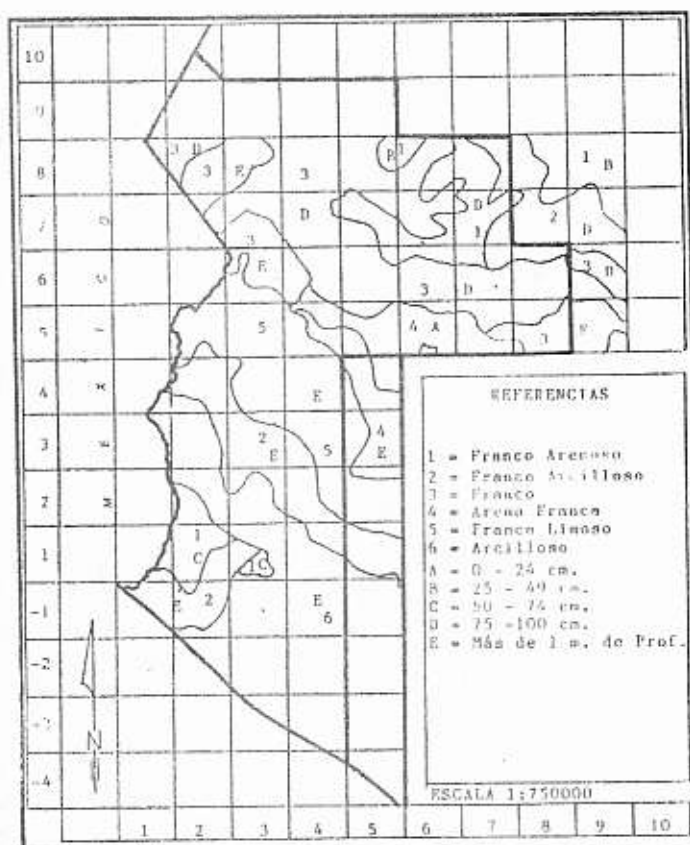


Fig. 5. Tipos de suelo en el Área de evaluación de acuerdo a su textura y profundidad.

3.2.3.2 Tipos de suelo de acuerdo a su textura y profundidad.

Para asociar los resultados de la detección y los suelos se usó la textura de los suelos derivada de la clasificación de los suelos de Guatemala establecida por Simmons (7, 17). Los tipos de suelos presentes en el área y sujetos a evaluación se presentan en la figura 5.

3.2.3.3 Hidrología:

La región Sur-Occidental está bañada por varios ríos pertenecientes a las cuencas y vertientes del Pacífico.

Los ríos más importantes son: el río Cabuz, localizado en la zona de Malacatán, con una cuenca de 395 Km², y con un caudal medio anual de 18.3 m³ por segundo; El río Ocosito, localizado en la zona de Caballo Blanco, con un área de cuenca de 462 KM² y un caudal

promedio anual de 29.1 m³ por segundo. Finalmente el río Samalá, con una cuenca cuya área oscila en los 861 Km² y con un caudal promedio anual de 9.5 m³ por segundo (11).

3.2.3.4.- Climatología:

La región Sur-Occidental del país, presenta al igual que la totalidad del territorio nacional, gran variedad de climas. Según Holdridge (17), se pueden ubicar las zonas de Vida Vegetal que se presentan en la figura 6.

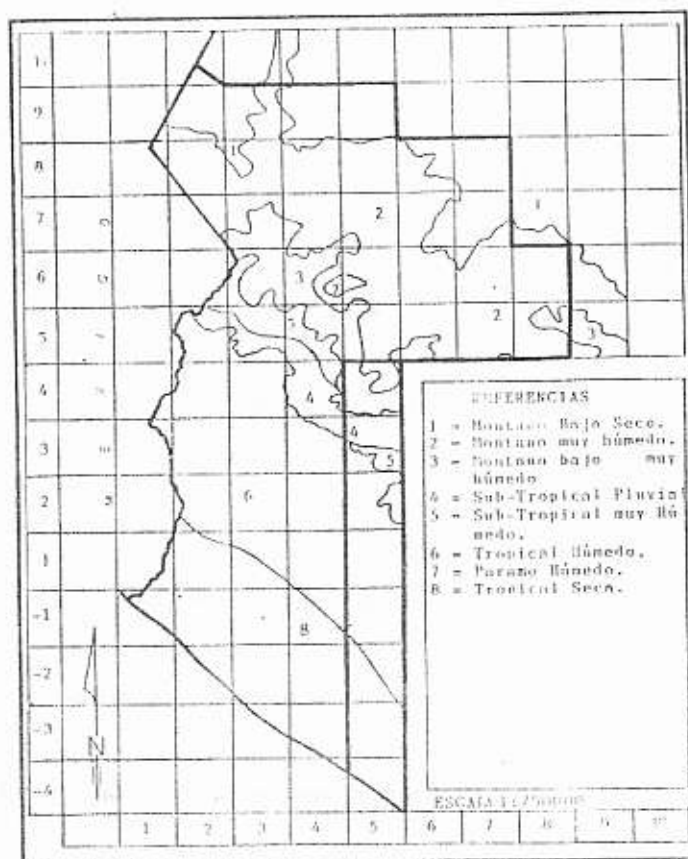


Fig. 6. Zonas de vida en el área de evaluación de acuerdo a Simmons (6).

De acuerdo con el sistema de Holdridge (17), una zona de vida es un área geográfica cubierta por vegetación de fisonomía y composición características, comprendida en un rango determinado de factores climáticos, principalmente temperatura y humedad, con un microclima relativamente uniforme. Holdridge observó que al usar los parámetros de biotemperatura y precipitación, se podrían determinar los límites entre unidades superiores de vegetación. Además de las zonas de vida como factor climático se tomó a la precipitación media anual y a la temperatura media anual (isoyetas e isotermas).

La precipitación media anual se tomó como un aspecto de importancia y por lo tanto sujeto de evaluación. Se

usaron isoyetas de 1,000 mm (fig 7). Para la temperatura se tomaron las isotermas anuales y se usaron los siguientes rangos: menos de 15°C; entre 15°C y 20°; entre 20°C y 25°C y mas de 25°C. (fig 7).

3.2.3.5 Uso de la tierra:

El uso de la tierra constituye un factor de importancia al definir la vegetación que el hombre manipula en un lugar, y por lo tanto, la presencia de especies cuyos frutos pueden ser hospederos de *C. capitata*. La figura 8 representa el uso actual de la tierra en el área de evaluación.

El uso de la tierra se definió por nombres que definen la vegetación predominante:

A. Bosque de coníferas y mixtos:

Se ubican en la parte alta (a más de 1800 msnm). En este factor de análisis están ubicadas algunas especies vegetales que han sido reportadas como hospederos y crecen en forma silvestre como la cereza.

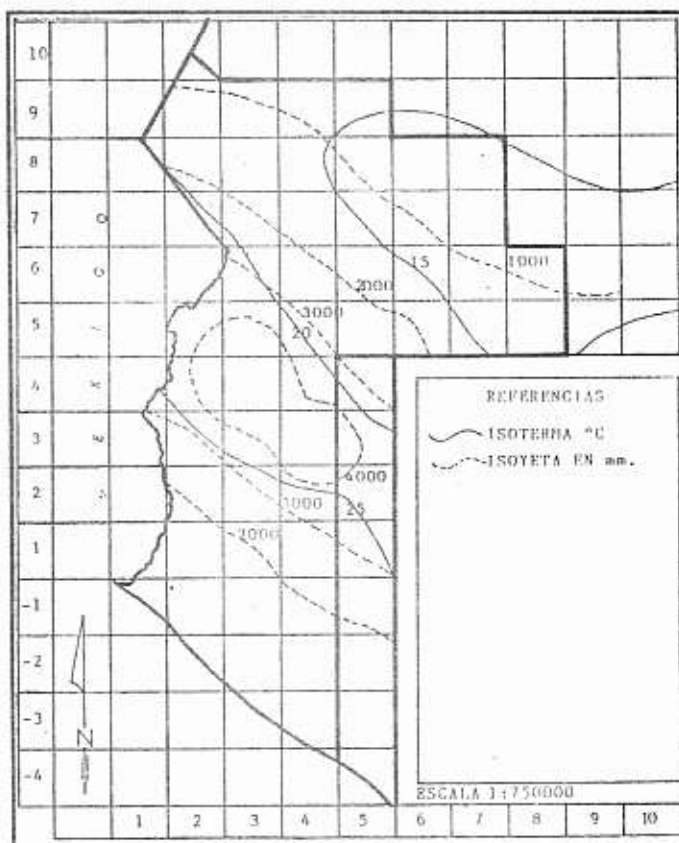


Fig. 7. Precipitación y temperatura media anual en el área de evaluación.

B. Tierras cultivadas asociadas con bosques, pastos o arbustos.

Esta extensa zona se la conoce también como la "tierra fría"; los principales cultivos son el maíz, trigo y papa. En esta área crecen algunas frutas silvestres como la cereza y en pequeños huertos familiares crecen la pera, manzana, durazno, ciruela, guinda, membrillo etc.

C. Bosques asociados con pastos.

Pequeñas áreas de pie de monte en donde hay bosques de coníferas con poca densidad, debajo del cual se desarrollan pastos. En estas áreas crecen algunas variedades de desiduos como durazno, cereza y manzana. Algunos remanentes de café pueden encontrarse.

D. Cultivo del café:

Esta es la porción de la faja cafetalera que se extiende por todo el pie de costa, entre la costa propiamente dicha y la sierra madre. Dentro de esta zona predomina el café como una extensa sabana, pero dentro de ella se encuentran distintas especies como los cítricos y manzana rosa. Estas especies se encuentran regularmente en asociaciones en los patios de las casas del área rural.

E. Tierras cultivadas o manejadas.

En esta área se encuentra lo que comúnmente se conoce como la costa. Los principales cultivos son los pastos, hule, soya, maíz, musaceas. Estos cultivos no son susceptibles de ser parasitados por C. capitata. Existen sin embargo, en esta extensa área, algunos pequeños huertos de cítricos y en los mojones, orillas de caminos y patios de casas crecen algunas especies de fruta como el caimito, mango, guayaba, nance, almendro tropical.

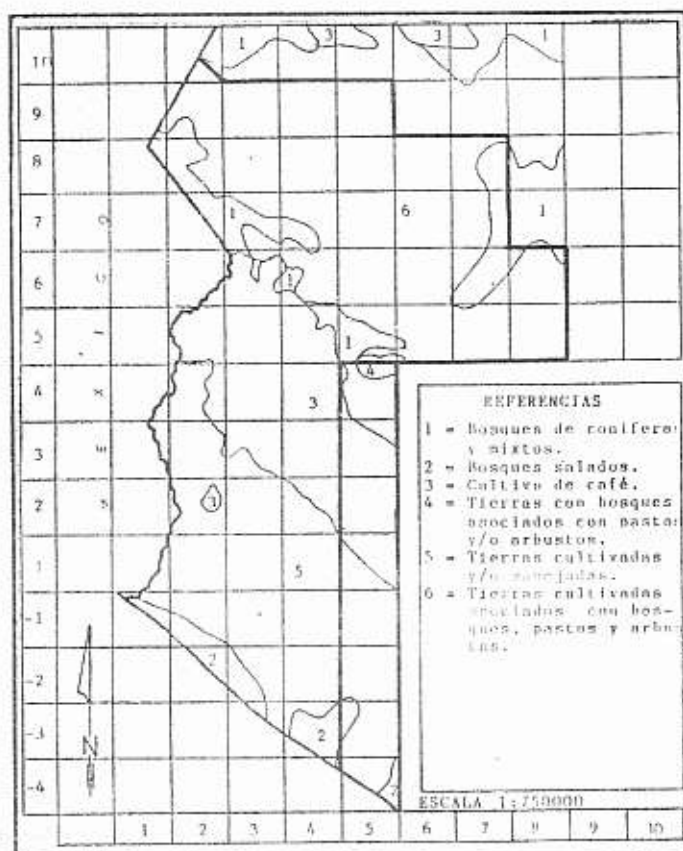


Fig. 8. Uso de la tierra en el área de evaluación.

F. Bosques salados:

Corresponden al área de manglar. En él se incluyen algunos cítricos, jocote marañón, almendro tropical.



4. OBJETIVOS

4.1 GENERALES

- 1.- Evaluar el comportamiento (distribución y abundancia) de la población de Ceratitis capitata, durante el quinquenio de 1986 a 1990, en la región sur-occidental del país;
- 2.- Determinar la asociación de algunos factores ambientales con el comportamiento de la población de C. capitata.

4.2 ESPECIFICOS

- 1.- Determinar la distribución (espacial y temporal) y la abundancia (espacial y temporal) de C. capitata en la región Sur-Occidental.
- 2.- Establecer el patrón de fluctuación poblacional de Ceratitis capitata y, al correlacionarlo con uno o más de los factores externos analizados: precipitación, disponibilidad de hospederos y control químico, determinar el grado de ajuste a uno o más modelos de regresión.
- 3.- Determinar el grado de asociación, en el espacio geográfico, que tienen los factores externos: altura sobre el nivel del mar, temperatura (dada por las isotermas anuales), precipitación (dada por las isoyetas anuales), presencia de hospederos, tipo de suelo de acuerdo a su textura y control químico, sobre la distribución y la abundancia de C. capitata, en la región sur-occidental del país.

5. METODOLOGIA

5.1 Material y Equipo

- 5.1.1 Mapas cartográficos de escala 1:50,000 .
- 5.1.2 Cuadros y mapas de salida para la información a tabular.
- 5.1.3 Registros de detección y control del Programa MOSCAMED de la región Sur-occidental de los años 1,986-1,990.
- 5.1.4 Registros de precipitación pluvial y temperatura del tiempo de estudio.
- 5.1.5 Vehículo para chequeos en el área de evaluación.
- 5.1.6 Paquetes de computación para análisis estadísticos denominados SAS (Statistics Analysis System) y computador para procesar información a analizar.

5.2. Métodos

5.2.1. PRIMERA FASE:

- 5.2.1.1 Se obtuvo y ordenó toda la información técnica de detección y control de la mosca del Mediterráneo de la Región Sur Occidental del país, que se ha recopilado por el PROGRAMA MOSCAMED de 1,986 a 1,990. La información consta esencialmente de cuatro componentes:

- A. El Historial de los brotes detectados.
 - Lugar en donde fué detectado (coordenadas)

- Fecha (s) en que se capturó (por semana)
- No. de individuos, adultos e inmaduros que se capturaron.
- Especie hospedera en donde fué detectado.

B. El historial del Control ligado a los Brotes:

- Brote con control (lugar en donde se realizó el control).
- Fecha en que se realizó el control.
- Tipo de control (mecánico, químico o autocida).
- Hectáreas con control químico.

C. Epoca de maduración de los hospederos de la zona.

D. Uso actual de la tierra.

5.2.1.2 Se obtuvo y ordenó la información de precipitación de la zona cafetalera. Para obtener esta información específica del área cafetalera se visitaron varias fincas de la zona en donde existen pluviómetros cuyos registros son de más de diez años y de estos se obtuvo la precipitación pluvial. La información obtenida es de 4 pluviómetros. Esta información fue útil ya que es sobre esta zona en donde la mosca del Mediterráneo, tiene los mas altos índices de población. No se localizó ninguna estación con termómetro en toda el área de evaluación por lo que la temperatura no fue objeto de análisis para el estudio de las correlaciones.

5.2.2.- SEGUNDA FASE.

ANALISIS GENERAL DEL AREA SUR-OCCIDENTAL DEL PAIS.

5.2.2.1.- Variable Hospederos detectados en el área de evaluación:

A. Procedimiento:

Se obtuvo la información de los hospederos detectados en la zona y el grado de infestación, a través de los siguientes indicadores:

B. Indicadores:

B.1 Larvas detectadas por especie y por año de estudio.

B.2 Larvas detectadas por especie, por kg. de fruta y por año de estudio.

B.3 Muestras infestadas con C. capitata, por especie y por año de estudio.

B.4 Porcentaje de muestras infestadas con C. capitata, por especie y por año de estudio.

5.2.2.2.- Variable Distribución:

A. Procedimiento:

A.a La información de captura de C. capitata obtenida por km^2 (en este caso solo interesa conocer si hubo o no captura en un determinado lugar), se trasladó a un mapa para obtener las áreas de distribución de la mosca en un determinado año y comparar entre años, para

determinar posibles cambios en la distribución observada.

- A.b Para estudiar el patrón de distribución, en este estudio se probaron la distribución de Poisson y la Binomial negativa que se usan para distribuciones aleatorias y de contagio, respectivamente.

A.b.i Cálculo para la Distribución de Poisson:

Para la frecuencia ajustada se calculó el número de muestras (se consideró a un km² como unidad muestral), conteniendo x individuos (0,1,2,3,...n). Se usó la fórmula siguiente:

$$E(x) = \frac{n * e^{-u} * u^x}{x!}$$

En donde:

E(x) : valor esperado de muestras conteniendo x individuos.

e : 2.7183 que es la base de los logaritmos naturales.

n : Número total de muestras

u : Densidad media de la población en el área de estudio. Se tomó para la población en estado larval el número de larvas detectadas por año dividido dentro de 4,830 km² del área de evaluación. para la población de adultos se procedió de igual manera.

x : El número de individuos para el que se calcula su frecuencia.

Prueba de ajuste para la distribución de Poisson:

Se hizo necesario comprobar si la distribución de insectos sigue realmente esta distribución.

La prueba estadística de ajuste es χ^2 .

$$\chi^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$$

donde:

O = observado.

E = Esperado.

Posteriormente se buscó en las tablas para valores críticos de χ^2 , usando $n-1$ grados de libertad y un nivel de significancia de 0.05, se obtuvo un valor tabulado. Si el valor calculado es menor que el tabulado se dice que Poisson se ajusta satisfactoriamente a la distribución de la población.

A.b.ii Calculo para la Prueba binomial negativa:

Para el ajuste de la binomial negativa a datos de campo, se hizo calculando primeramente el número de espacios muestra con cero individuos, dada por:

$$E_{(0)} = n \left(\frac{k}{m+k} \right)^k$$

$$K = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} [x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 - \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)^2}{n}]$$

donde;

n = número total de muestras del área.

m = media de la población.

k = es un parámetro de contagio o sea, es un índice del grado de agregación.

Y luego las siguientes frecuencias esperadas para $(x+1) = 1, 2, 3, \dots, n$, por medio de:

$$E_{(x+1)} = \frac{K+K}{X+1} \cdot \frac{m}{m+K} \cdot P(A_p)$$

Ajuste para la binomial negativa:

El ajuste de la binomial negativa produjo una serie de frecuencias esperadas $E(ax)$ para cada clase de número de individuos x , homóloga a la serie de frecuencia observada Ax . Su adecuación se determinó mediante χ^2 , con un número de grados de libertad igual al número de clases menos tres; y luego se tomó el mismo criterio del grado de estrechez usado en la prueba de poisson.

B. Los indicadores a obtener son:

B.a Número de km^2 infestados por año con C. capitata.

B.b Número de km^2 infestados durante los cinco años con C. capitata.

B.c Patrón de distribución de C. capitata (aleatorio o agregado)

C. Relaciones a establecer:

La distribución de la población de C. capitata se relacionó con los factores siguientes:

- C.a Estratos altitudinales (8 estratos altitudinales de 300 msnm cada uno definidos en la figura 4).
- C.b Tipo de suelos de acuerdo a su textura y profundidad; En la figura 5 se presentan los diferentes grupos de suelo que fueron sujetos de análisis.
- C.c Zonas de vida de acuerdo al sistema de Holdridge (17); en la figura 6 se presentan las zonas de vida que fueron analizadas.
- C.d Uso actual de la tierra; en la figura 8 se presenta esta clasificación.
- C.e Precipitación media anual; se usaron las isoyetas de 1,000 mm de diferencia (figura 7).
- C.f Temperatura media anual; se usaron las isotermas de cinco grados centígrados de diferencia (figura 7).

La técnica utilizada para el análisis de estos factores (40 en total) se denomina "análisis de Cluster" (1). Para ingresar los datos al análisis se procedió de la siguiente manera:

- i. Elección de las unidades taxonómicas operativas (UTO). Las unidades aquí utilizadas fueron los 40 factores descritos anteriormente.
- ii. Elección de los caracteres. En todos los incisos en donde se desarrolló esta técnica, es lo único que cambia. Para la distribución se utilizó el número de años sobre un mismo km^2 con presencia de población; para la abundancia, el número de individuos detectados; para la permanencia, el número de años con detección; para la persistencia el número de semanas con detección; y para la dispersión el número de la semana que capturó por primera vez en un km^2 en el transcurso de un año.
- iii. El coeficiente de distancia que fue utilizado en el presente análisis está expresado

Esta técnica es descrita paso a paso en el documento: Introducción a la práctica y taxonomía numérica (5).

de la siguiente manera:

$$CD = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_i - \bar{x}_m)^2 + (s_i - s_m)^2} / \sqrt{n}$$

Donde:

$\bar{x}_i$ = media del carácter i para la OTU j ;

$\bar{x}_m$ = media del carácter i para la OTU k ;

s_i = desviación estándar del carácter i para la OTU j ;

s_m = desviación estándar del carácter i para la OTU k .

- iii. En cada sección en donde se desarrolló esta técnica, aparece la matriz básica de datos que se utilizó para el análisis de asociación el dendograma, que es el resultado del análisis de asociación.

Esto se hizo con el fin de poder analizar la asociación que existe entre los factores de evaluación y las características poblacionales que se estudiaron.

5.2.2.3.- Variable Abundancia relativa:

A. Procedimiento:

Para conocer la abundancia relativa de C. capitata se siguió el siguiente procedimiento.

La abundancia relativa se midió por el número de individuos (larvas y adultos) que un mismo Km² reportó en un año y en los cinco años de estudio, y por el número de semanas que se capturó en un mismo km² en un año y en los cinco años de estudio. Esta información se vació a un mapa, con una aproximación de 1 km², en donde se registró toda la información cuantitativa de captura. Posteriormente se trazaron líneas de isoabundancia.

iv. Los indicadores a obtener son:

- B.a Número de individuos de C. capitata por km² por los cinco años de estudio.
- B.b Densidades relativas de C. capitata sobre áreas geográficas específicas (líneas de isoabundancia).
- C. Relaciones a establecer:

La abundancia de C. capitata se relacionó con los factores que se describen en el inciso "C" de distribución.

Se realizó el análisis de cluster que se describe en el capítulo de abundancia. La diferencia estriba en que los caracteres analizados en la abundancia son los rangos de densidad siguientes: 01 de 1 a 3 capturas en un mismo km² en los cinco años de estudio; 02, de 4 a 6 capturas; 03, de 7 a 9 capturas; 04 de 10 a 24 capturas y 05, rango con mas de 24 capturas en los cinco años de estudio.

Se presenta el dendrograma en donde aparecen los grupos que presentan asociación.

De esta manera se analizó la asociación que existe entre los factores analizados y las características poblacionales.

5.2.2.4.- Variable Dispersión.

A. Procedimiento

Para determinar la dispersión y permanencia de C. capitata sobre el área de evaluación del presente estudio se siguió el siguiente procedimiento:

- A.a Se determinó para cada año, el periodo fluctuacional, para así comenzar a hacer el análisis al inicio de cada periodo. El periodo fluctuacional, fue aquel intervalo de tiempo dado entre los dos picos mas bajos de detección. La semana que reportó el pico mas bajo al inicio de la fluctuación, fue la semana número uno del ciclo fluctuacional, hasta la n semana que fue la última semana del periodo que registró la fluctuación mas baja.

A.b Seguidamente, sobre un mapa base se vació la información de captura/ Km^2 con respecto al tiempo. Para ello, en cada km^2 se anotó el número de la semana del período fluctuacional en que se realizó la primera captura. Se hicieron sobre un mapa base líneas de isodispersión tomando como línea de igual dispersión, aquellos lugares en donde se detectó C. capitata en un mismo intervalo de tiempo. Estas áreas se relacionaron con los 40 factores ya mencionados en la distribución para determinar que factores están mas asociados con esta característica de la población. Los caracteres utilizados para la dispersión fueron: 01 área en donde se detectó la población en la primera fase de la fluctuación poblacional que es de la semana 40 (primera semana de octubre) hasta la cuarta semana del año siguiente; 02: área en donde apareció la población en la 5ta semana del año; 03: área en donde apareció en la 6ta semana; 04 en la 7a. semana y 05 área en donde apareció la población después de la 7a semana. Con los resultados obtenidos se elaboró el dendrograma respectivo.

A.c. Se determinó la permanencia de la población sobre el área de estudio en base al número de semanas que en los cinco años se detectó C. capitata. Sobre un mapa base se establecieron aquellas áreas con el mismo número de semanas con detección y se relacionaron con los 40 factores ya mencionados en la distribución (inciso "C") para determinar que factores están asociados con la permanencia de la población. Los caracteres utilizados para el análisis de Cluster fueron: 01 de 1 a 2 semanas con captura; 02 de 3 a 4 semanas con captura; 03 de 5 a 7 semanas con captura; 04 de 8 a 12 semanas con captura y 05 al rango de mas de 12 semanas con captura. Con los resultados se elaboró el Dendrograma respectivo.

C. Indicadores a obtener:

C.a. Dispersión de la población en los cinco años de estudio.

Estas relaciones permitieron analizar la asociación que existe entre los factores analizados y las características poblacionales de dispersión y permanencia.

5.2.2.5.- Variable Fluctuaciones:

A. Procedimiento:

La información de la detección se analizó tomando en cuenta la detección de adultos y la detección de larvas. Para el caso de la detección de adultos, se tomó como variable dependiente la cantidad de adultos capturados por mes y el índice de MTD⁽²⁾. Para la información de larvas se utilizó la relación larvas por kilogramo⁽³⁾ y la cantidad de larvas que fueron detectadas por mes como variable dependiente. Para la información condensada se utilizó el número de brotes detectados y el número de brotes activos⁽⁴⁾. Las variables independientes son las siguientes:

- A.a El tiempo, medido en meses, desde el 1 hasta el 60, lo que hacen 5 años del estudio.
- A.b El control químico, medido por el número de hectáreas que fueron asperjadas con pesticidas.
- A.c La precipitación pluvial, medida por el número de mm que fueron reportados por mes.
- A.d La maduración del café, medida por el porcentaje de muestras que fueron recolectadas en el mes. Se tomó como el 100% el máximo número de muestras analizadas en un mes dentro del mismo año.

Todos los datos de las fluctuaciones se sometieron al análisis de correlación de Pearson. Los valores obtenidos con este análisis se sometieron a una prueba de T (Student) para determinar si estadísticamente se establecen correlaciones entre las variables independientes y dependientes. Aquellos resultados que demostraron correlación entre las variables mencionadas se sometieron al análisis de regresión con el modelo que se describe a continuación:

² El MTD es un índice relativo de las poblaciones de *C. capitata* que significa el número de especímenes capturados por trampa, por día de exposición.

³ Larvas/kg es un índice de biomasa. Significa la cantidad de larvas que fueron detectadas por unidad de biomasa muestreada que presentó infestación.

⁴ El número de brotes activos es la sumatoria de los brotes que se han detectado en las últimas 8 semanas.

$$Y_i = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_kX_k + E_i$$

Donde:

Y_i = Es una variable dependiente propuesta. pueden ser larvas, larvas/kg, adultos, MTD, o brotes activos.

B_0 = Intercepto de la curva sobre el eje Y.

$B_1 \dots B_k$ = Coeficientes de las variables a analizar. (X_1 , X_2 , X_3 , X_4).

X_1 = Mes del año contados del 1 al 60 (5 años).

X_2 = Precipitación pluvial en mm por mes.

X_3 = Control químico dado por el número de has. asperjadas por mes.

X_4 = Maduración. aquí se utilizó la maduración del café.

Para procesar los datos de las variables bajo análisis se utilizó el paquete de análisis estadístico SAS (Sistema de análisis estadístico) (21, 26, 30).

B. Los indicadores a obtener:

Se persigue obtener con este estudio:

B.1 Un modelo matemático-estadístico de la fluctuación poblacional en todo el periodo de estudio.

Con los resultados del análisis de correlación, se analizó la forma como están asociadas las variables independientes con la fluctuación de la población de C. capitata.

6. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN.

6.1. Resultados del Muestreo.

En los cuadros 1 y 2, se presentan los resultados obtenidos del muestreo realizado en el sur-occidente, sobre especies de fruta con sospechas de estar infestadas con C. capitata.

Según los cuadros mencionados, en el sur-occidente se han recolectado 235,031 muestras de 47 especies de fruta en cinco años de muestreo. De estas especies, 17 han presentado infestación (8 son de cítricos).

El análisis de los resultados del porcentaje de muestras infestadas por especie sobre el total de muestras infestadas de todas las especies, demuestra el gran peso que ha tenido el café como hospedera. En este caso, de 100 muestras infestadas, 96.37 pertenecen a muestras de fruta de este cultivo. La naranja agria también adquiere importancia ya que posee el segundo lugar con 1.08 muestras infestadas. El 2.55% restante está distribuido entre 15 especies de frutas distintas.

Es importante observar que de las 17 especies reportadas como infestadas, solo siete presentaron infestación en los cinco años analizados; estas son: café, caimito, guayaba, naranja dulce, naranja agria, mandarina y limón mandarina. Podemos inferir que cuatro de ellas son especies de cítricos, lo que conlleva a que este género de frutas sea importante en el presente estudio.

Las otras especies infestadas, no presentan infestaciones anuales y han sido infestadas muy escasamente. El caso del mango es importante, ya que se ha observado en el laboratorio que es una variedad (mango de coche) la que ha presentado las pocas infestaciones detectadas (cuatro muestras infestadas en el 86, una en el 87, una en el 88, una en el 89 y cero en el 90).

Las figuras 9, 10, 11, 12, 13 y 14, representan las fluctuaciones de la maduración de los principales hospederos detectados en la zona de evaluación y los meses en donde se ha detectado para una especie en particular, presencia de infestación.

En el caso del café, se observa que desde enero de 1,986 hasta mayo de 1,988, cada mes, se detectaron larvas sin interrupción sobre este hospedero; posteriormente se detectó continuamente desde enero de 1,989 hasta julio de 1,990. Lo anterior nos permite inferir que el cultivo del café mantiene el área con disponibilidad de alimento continuo para la etapa larval en todas las épocas del año.

Los cítricos también permanecen en maduración en el transcurso del año, sin embargo, la mayor detección en estas frutas se realizó de enero a julio de cada año.

El caimito es de particular importancia en este análisis, ya que presenta un período muy corto y definido de maduración (de enero a mayo con su pico máximo en marzo y abril). En este período, en todos los años, ha presentado relativamente altas infestaciones.

La parasitación en la guayaba, al igual que las demás frutas, se ha presentado regularmente en el primer semestre del año, aunque su maduración ha sido bastante espaciada en el tiempo.

Los resultados de la detección del Programa MOSCAMED (12) determinan que las larvas del género Anastrepha Schiner no parasitan la fruta del café, pero sí, todas las demás frutas consideradas en el cuadro 1. Además, de cada 100 larvas detectadas en estas frutas (incluyendo las que se detectan en el café), 98 pertenecen al género Anastrepha y solo 2 a C. capitata. Esta comparación de resultados es valiosa para evaluar el peso de importancia que tienen las moscas de las frutas nativas, comparado con el de la mosca del mediterráneo. La escasa parasitación en mango y guayaba mostrada por C. capitata puede estar influida por la mayor agresividad que estas moscas nativas tengan en ocupar esos nichos. En el caso del café, la parasitación exclusiva de C. capitata en el mesocarpio de este fruto, podría relacionarse evolutivamente; ya que el café y la mosca del mediterráneo tienen un mismo origen geográfico (14, 6).

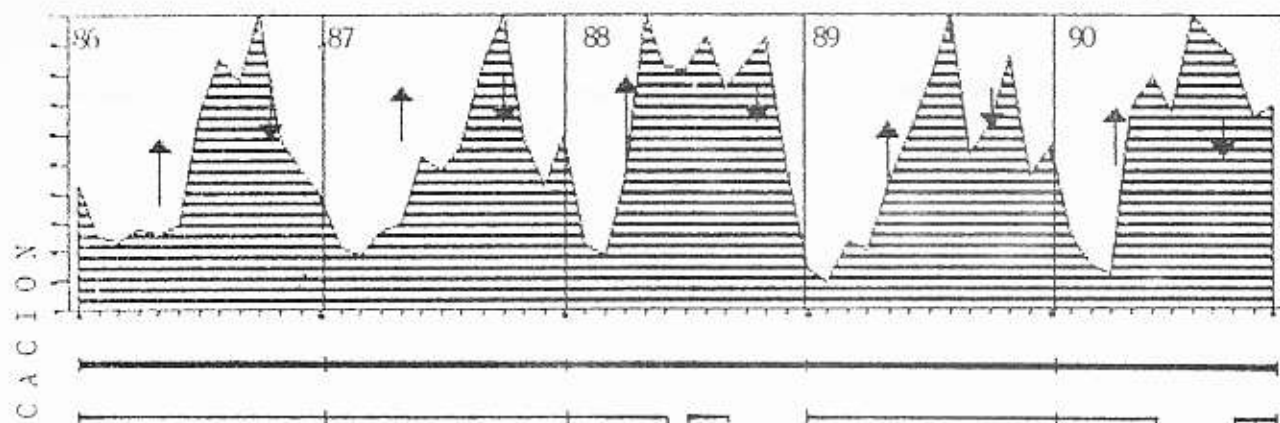


Fig. 9 Fructificación del cultivo del café en el área de evaluación. Las flechas indican los meses más altos y bajos de infestación de larvas sobre 100% de muestras analizadas. La línea superior horizontal indica presencia-ausencia de hospedero y la inferior indica presencia-ausencia de detección de *C. capitata* para ese hospedero.

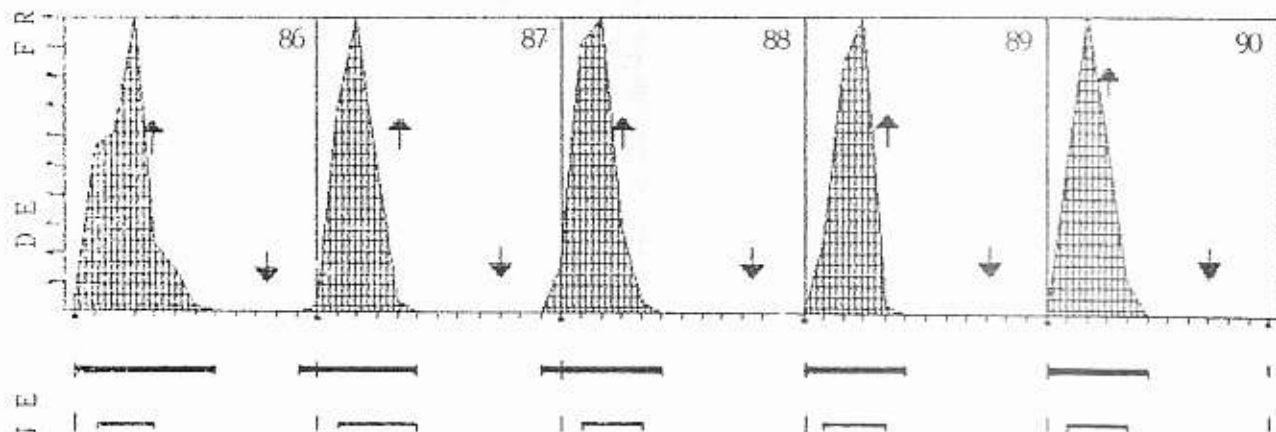


Fig. 10 Fructificación del caimito en el área de evaluación. Las flechas indican los meses más altos y bajos de infestación de larvas sobre 100% de muestras analizadas. La línea superior horizontal indica presencia-ausencia de hospedero y la inferior indica presencia-ausencia de detección de *C. capitata* para ese hospedero.

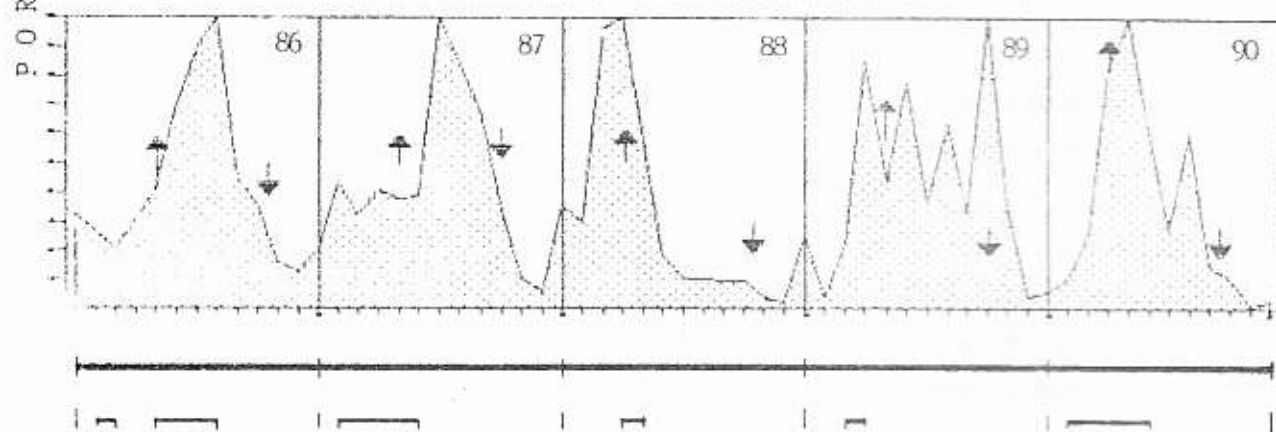


Fig. 11 Fructificación de la guayaba en el área de evaluación. Las flechas indican los meses más altos y bajos de infestación de larvas sobre 100% de muestras analizadas. La línea superior horizontal indica presencia-ausencia de hospedero y la inferior indica presencia-ausencia de detección de *C. capitata* para ese hospedero.

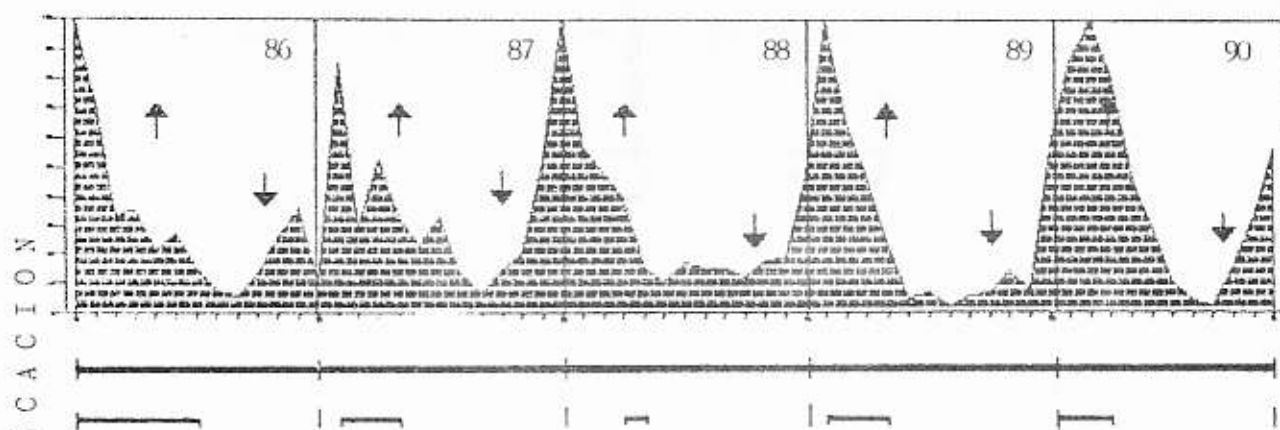


Fig. 12 Fructificación de la mandarina en el área de evaluación. Las flechas indican los meses más altos y bajos de infestación de larvas sobre 100% de muestras analizadas. La línea superior horizontal indica presencia-ausencia de hospedero y la inferior indica presencia-ausencia de detección de *C. capitata* para ese hospedero.

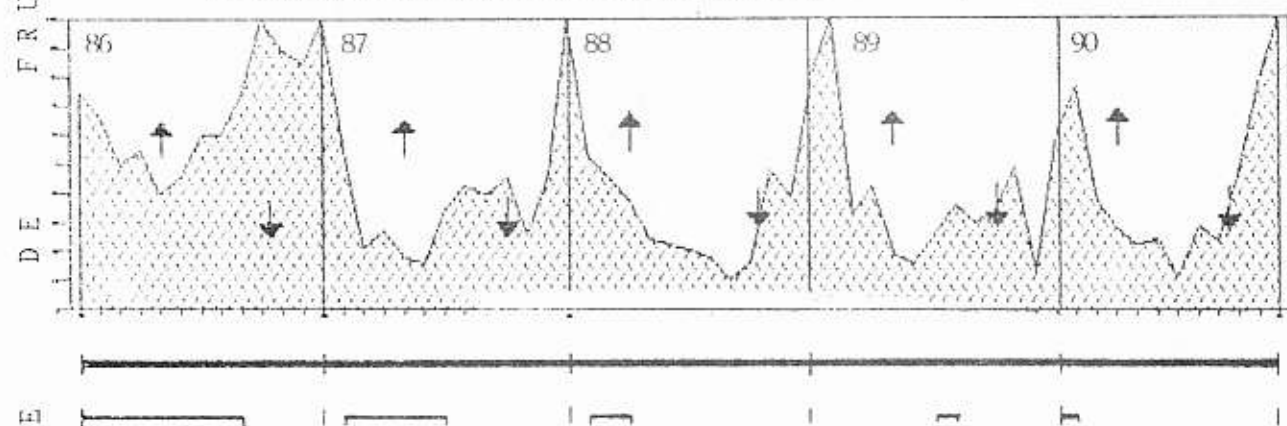


Fig. 13 Fructificación de la naranja agria en el área de evaluación. Las flechas indican los meses más altos y bajos de infestación de larvas sobre 100% de muestras analizadas. La línea superior horizontal indica presencia-ausencia de hospedero y la inferior indica presencia-ausencia de detección de *C. capitata* para ese hospedero.

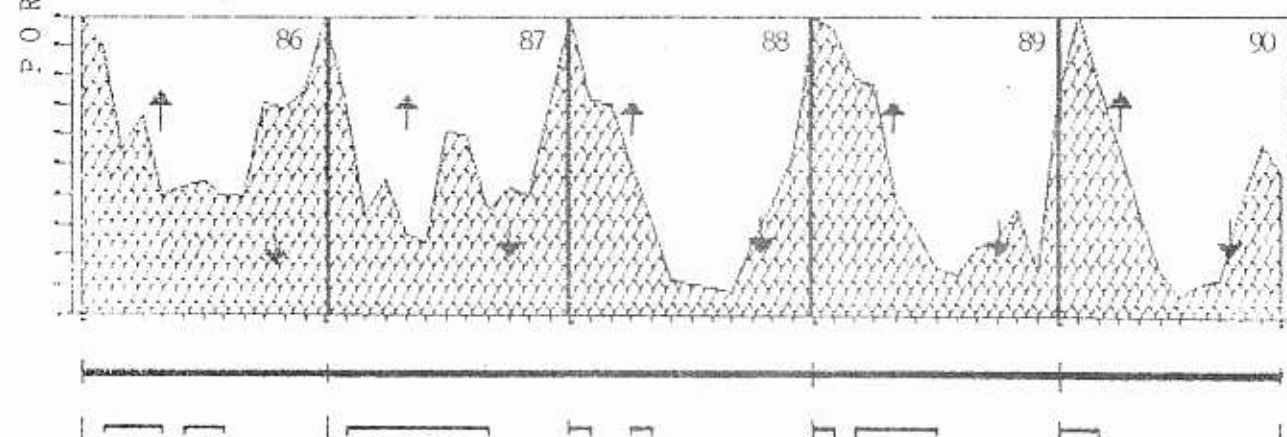


Fig. 14 Fructificación de la naranja dulce en el área de evaluación. Las flechas indican los meses más altos y bajos de infestación de larvas sobre 100% de muestras analizadas. La línea superior horizontal indica presencia-ausencia de hospedero y la inferior indica presencia-ausencia de detección de *C. capitata* para ese hospedero.

CUADRO 1.

HOSPEDEROS REPORTADOS EN EL SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA PARA *Ceratitis capitata*.
muestras recolectadas y parasitadas de 1,986 a 1,990.

No.	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	MUESTRAS INFESTADAS					TOTAL M.I.	M.R.	% M.I./SP.	% MI/ Tot. MI.
			86	87	88	89	90				
1	Cafe	<i>Coffea arabica</i>	3891	4221	510	888	500	10010	120591	8.30	96.37
2	Caimito	<i>Chrisophyllum calnitio</i>	9	16	6	12	17	60	1556	3.86	0.58
3	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	10	15	3	1	7	36	3975	0.91	0.35
4	Mango	<i>Mangifera indica</i>	4	1	1	1	0	7	11101	0.06	0.07
5	Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>	17	25	3	10	5	60	33099	0.18	0.58
6	Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>	62	44	2	1	3	112	29679	0.38	1.08
7	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	25	28	2	6	6	57	10646	0.54	0.55
8	Lima	<i>Citrus limetta</i>	4	2	0	0	0	6	2947	0.20	0.06
9	Limon mandarina	<i>Citrus sp.</i>	5	2	1	2	5	15	9173	0.16	0.14
10	Toronja	<i>paradis</i>	0	0	0	0	1	1	577	0.17	0.01
11	Limon	<i>Citrus limonia</i>	3	0	0	0	0	3	1200	0.25	0.03
12	Calamondin	<i>Sargentia gregii</i>	1	2	0	0	0	3	466	0.64	0.03
		TOTAL CITRICOS	117	93	8	19	20	257	87787	0.29	2.47
13	Jocote	<i>Spondias sp.</i>	1	1	0	0	0	2	648	0.31	0.02
14	Almendra trop.	<i>Terminalia catappa</i>	0	0	0	1	2	3	799	0.38	0.03
15	Nispero	<i>Eriobotria japonica</i>	0	2	2	0	0	4	171	2.34	0.04
16	Carambola	<i>Averhoa carambola</i>	1	0	0	0	0	1	500	0.20	0.01
17	Nance	<i>Byrsnima crassifolia</i>	0	7	0	0	0	7	609	1.15	0.07
M.I. POR AÑO			4033	4356	530	922	546	10387			
TOTAL MUESTRAS RECOLECTADAS			81740	57334	22820	28228	37615		227737		
% MUESTRAS INFESTADAS POR AÑO.			4.93	7.6	2.32	3.27	1.45			4.56	100%

referencias:

TOT. MI. = Total de muestras infestadas

% MI/Sp. = Porcentaje de muestras infestadas por especie.

M.R. = Muestras recolectadas.

% MI/TOT. MI. = Porcentaje de muestras infestadas sobre el total de muestras infestadas.

CUADRO 2

ESPECIES IMPORTANTES MUESTREADAS DE 1,986 A 1,990 SIN DETECCION DE *Ceratitis capitata*
EN EL SUR - OCCIDENTE DE GUATEMALA.

No.	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	86		87		88		89		90		TOTAL	
			M.R.	Kg.	M.R.	Kg.	M.R.	Kg.	M.R.	Kg.	M.R.	Kg.	M.L.	M.R.
1	Pera	<i>Pyrus communis</i>	1	0.62	3	1.35	0	0.00	2	1.15	0	0.00	6	3.12
2	Matasano	<i>Casimiroa edulis</i>	36	15.39	24	12.02	8	3.69	1	0.30	33	16.30	102	47.70
3	Durazno	<i>Prunus persica</i>	83	31.22	204	63.00	12	5.03	51	14.60	27	8.25	377	122.10
4	Manzana	<i>Malus communis</i>	636	165.72	286	123.89	0	0.00	394	131.20	59	14.70	1375	435.51
5	Persimon	<i>Diospyrus decanda</i>	0	0.00	0	0.00	22	177.09	2	1.50	1	0.60	25	19.19
6	Pomarroza	<i>Eugenia jambos</i>	60	28.40	15	5.36	5	1.28	8	1.72	21	50.00	109	86.79
7	Chico Zapote	<i>Achras zapota</i>	8	1.00	9	2.96	0	0.00	0	0.00	4	1.05	21	5.01
8	Papaya	<i>Carica papaya</i>	16	9.35	0	0.00	2	1.90	1	0.65	0	0.00	19	11.90
9	Limon Cidra	<i>Citrus sp.</i>	222	73.27	354	388.00	240	236.00	333	232.00	685	480.00	1834	1409.27
10	Pomelo	<i>Citrus grandis</i>	33	10.61	112	108.00	10	10.03	3	2.35	0	0.00	158	130.99
11	Cuajilote		310	99.26	213	123.42	180	92.21	154	80.45	822	444.00	1679	939.34
12	Mamey	<i>Mammea americana</i>	19	12.21	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	2.05	21	14.26
13	Maranon	<i>Anacardium occidentale</i>	570	101.25	82	31.94	102	36.74	178	46.65	428	134.50	1360	351.08
14	Cereza	<i>Eugenia uniflora</i>	5	0.89	12	2.24	0	0.00	0	0.00	7	1.10	24	4.23
15	Iscoco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	38	8.39	13	2.66	5	0.82	7	0.85	30	5.30	93	18.02
16	Tuna	<i>Opuntia tuna</i>	5	0.93	4	1.12	4	1.17	0	0.00	2	0.40	15	3.62
17	Cusbin	<i>Inga jinicuil</i>	12	5.82	3	1.33	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15	7.15
18	Anona	<i>Annona sp.</i>	5	1.52	1	0.38	2	1.07	0	0.00	8	4.90	16	7.87
19	Granadilla	<i>Passiflora sp.</i>	10	2.02	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.06	12	2.08
20	Aguacate	<i>Persea americana</i>	23	10.59	8	4.48	0	0.00	2	1.45	0	0.00	33	16.52

referencias:

M.R. = Muestras recolectadas.

6.2 Resultados y Discusión de la Distribución de *Ceratitis capitata*, en el Área de Evaluación (Sur-Occidente de Guatemala de 1,986 a 1,990).

6.2.1 Distribución:

El análisis de la distribución nos permite conocer, sobre el área de evaluación, aquellos lugares en donde se detectó *C. capitata* en el periodo de evaluación de cinco años. En este análisis, la población se estudió en su estado larvario y en su estado adulto por lo que cuando se mencione solo población se está haciendo referencia a la población de larvas más adultos. En caso contrario, se especificará si se habla de una o de otra.

La figura 15 representa el área de evaluación con aquellos km² en donde se detectó *C. capitata*. Cada km² con presencia de población está representado por un punto. En esta figura se puede observar que la población está concentrada, en términos de distribución, en un área específica, la cual asciende a 548 km² de 4,830 km² que es el área de evaluación. Esto equivale al 11.35% del área total.

El cuadro 3 presenta la distribución de acuerdo a 40 factores que están presentes en el área de evaluación. Estos factores están agrupados en 8 estratos altitudinales, 8 zonas de vida de acuerdo a Holdridge (6, 18), 6 divisiones de acuerdo al uso de la tierra, 10 tipos de suelo de acuerdo a su textura y profundidad, cuatro áreas de acuerdo a su temperatura media anual y cuatro áreas de acuerdo a la precipitación media anual.

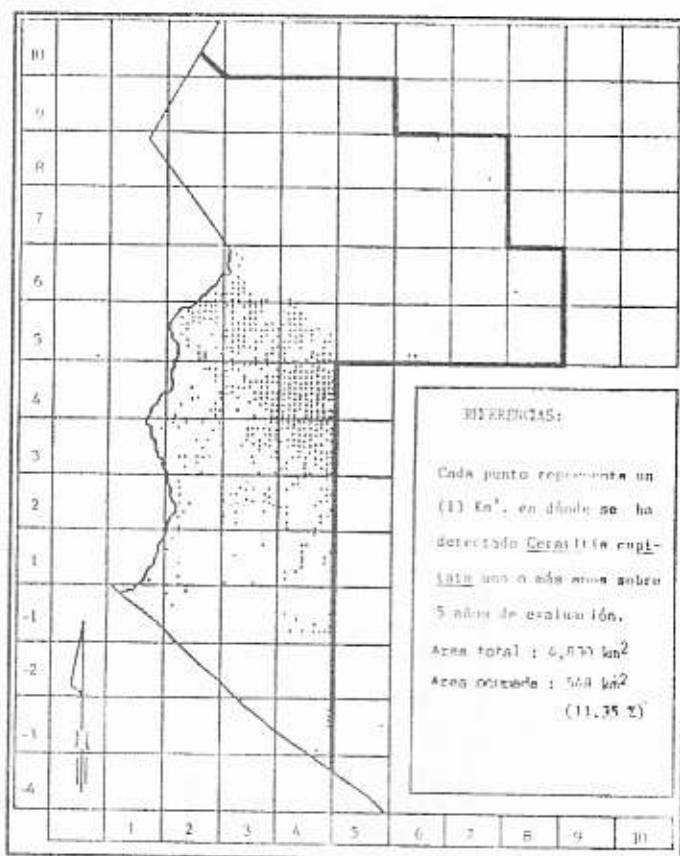


Fig. 15. Resumen. Distribución de *C. capitata* en el Sur-Occidente de Guatemala. 86 - 90.

El análisis de asociación de todos estos factores con la población, se realizó en base a los mayores porcentajes de área con población por factor. Los mas altos indices de distribución, se encontraron así: estratos 03 (de 601 a 900 msnm) y 04 (de 901 a 1200 msnm) presentaron los mayores valores de ocupación con 91.89% y 84.09% respectivamente; el suelo franco limoso presentó la mayor área ocupada con 62.8%; la zona sub-tropical pluvial fue la mas alta con 93.01%; para el uso de la tierra, el cultivo del café

presentó los mas altos valores con 54.18% de su área ocupada; el área entre las isotermas de 20°C a 25°C presentó la máxima distribución con 46.55% de área, y el área que queda entre la isoyeta de 4,000 mm fue la mas alta con el 58% de su área.

El cuadro 4 indica con detalle el área ocupada por la población desde un año hasta cinco años. Este cuadro ayuda a comprender como la población ha estado presente desde uno hasta cinco años, en función de los factores de análisis en términos de porcentaje de ocupación.

La figura 16 presenta un modelo de los lugares en donde la población se ha presentado de acuerdo al número de años presente en un mismo km². Como se observa, cada área con una misma cantidad de años es generalmente continua y las áreas con pocos años con detección están distribuidas concentricamente alrededor de el área

que presenta cinco años con detección. Es útil recordar que de acuerdo a la información del Programa MOSCAMED⁽¹⁾, el área que continúa aledaña al área de cinco años con presencia de población (columna 5 UTM), es un área totalmente infestada. Por lo anterior, la presencia, año con año, de las poblaciones de C. capitata se puede explicar por invasiones masivas de ésta área infestada al área de evaluación⁽²⁾.

La figura 17 representa un dendrograma elaborado con la técnica de "cluster de asociación" (24); en él se presentan 7 grupos definidos por la línea punteada que arbitrariamente se ha trazado sobre el dendrograma. Cada grupo está asociado por presentar similares porcentajes de área por factor, para cada año con presencia de la población.

El grupo I representa a todos aquellos factores asociados por presentar ausencia (o casi así) de detección de

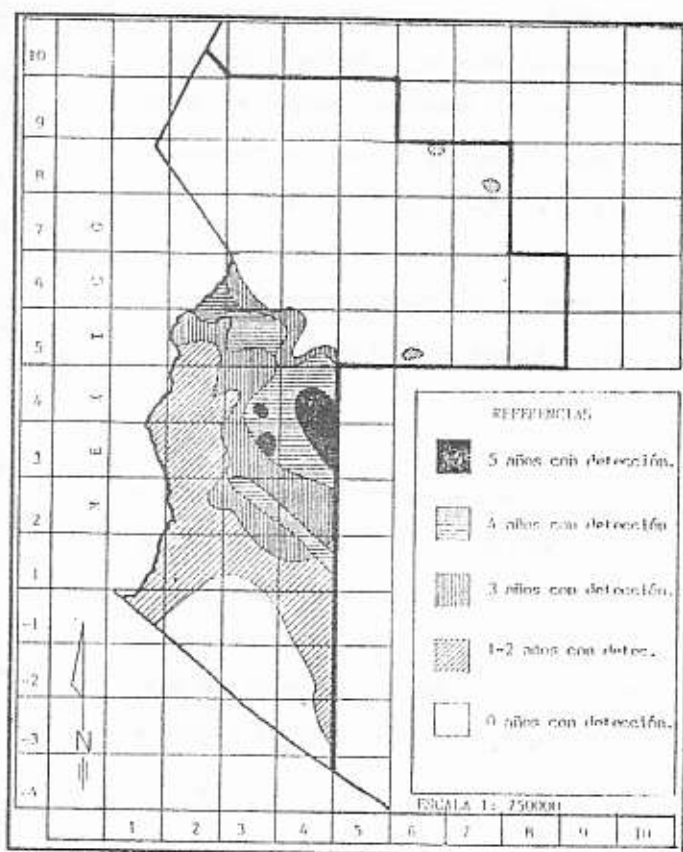


Fig. 16. Número de años con detección de C. capitata sobre cinco años de estudio, 86 - 90.

1 Programa MOSCAMED. memoria de labores 1,986, 1,987, 1,988, 1,989 y 1,990. Centro de Operaciones del Sur-occidente

2.- En el área infestada, aledaña al Área de evaluación, el Programa MOSCAMED no realiza ningún tipo de control, por el contrario, si lo hace sobre el área de evaluación y regularmente en forma masiva.

población. El grupo II representa a aquellos factores que presentan similares condiciones de infestación. Este grupo es importante porque en él se encuentran todos los factores con porcentajes relativamente altos de distribución de la población. Estos factores son: Cultivo de café; estrato de 301 a 600 msnm; suelos franco limosos; Pp arriba de 3,000 mm anuales, temperatura entre 20°C y 25°, y suelos de tipo arena franca.

Los factores que corresponden a los grupos del III al VII, presentan los mas altos porcentajes de Área ocupada; de ahí que para el presente caso se considerarán como un grupo. Los factores presentes en este grupo son: zona de vida sub-tropical muy húmeda, estrato desde 600 msnm a 1,500 msnm y la zona de vida Sub-Tropical pluvial.

El modelo general de la asociación que presentan estos factores se puede observar en la fig 31.

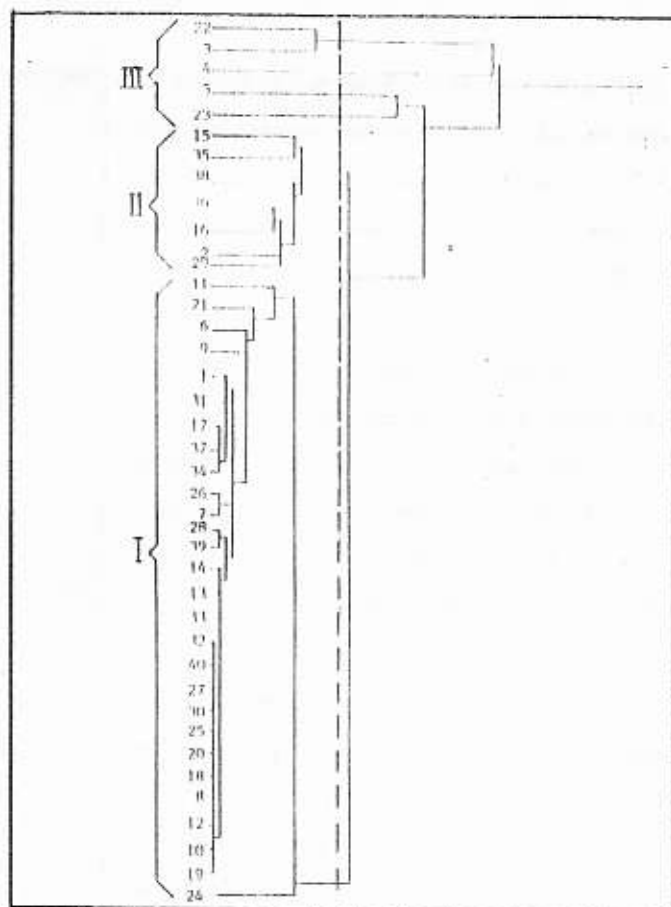


Fig. 17. Dendrograma. Asociación entre factores evaluados y la presencia de C. capitata. 86 - 90.

CUADRO 3

FACTORES DE ESTUDIO, DEL 1 AL 40. BASE PARA EL ANALISIS DE ASOCIACION Y DISTRIBUCION DE LA PLAGA EN KM^2 .
de 1,986 a 1,990.

Ceratitis capitata

No.	FACTOR DE ESTUDIO	km-PLAGA	Km-FACTOR	%
ESTRATO ALTITUDINALES				
1	01 de 0 a 300 msnm	133	1595	8.34
2	02 de 301 a 600 msnm	147	263	55.89
3	03 de 601 a 900 msnm	136	148	91.89
4	04 de 901 a 1,200 msnm	74	88	84.09
5	05 de 1,201 a 1,500 msnm	46	63	73.02
6	06 de 1,501 a 1,800 msnm	7	56	12.50
7	07 de 1,801 a 2,100 msnm	2	82	2.44
8	08 arriba de 2,101 msnm	3	2535	0.12
TOTAL		548	4830	11.35
TIPO DE CLIMA				
9	Montano bajo seco.	2	594	0.34
10	Montano muy humedo	0	1713	0.00
11	Montano bajo muy humedo	26	332	7.83
12	Sub-tropical pluvial	133	143	93.01
13	Sub-tropical muy humedo	84	145	57.93
14	Tropical humedo	276	1064	25.94
15	Paramo humedo	0	15	0.00
16	Tropical seco.	27	824	3.28
TOTAL		548	4830	11.35
USO DE LA TIERRA				
17	Bosque de coniferas y mator	2	431	0.46
18	Bosques salados	5	223	2.24
19	Cultivo de cafe	441	814	54.18
20	bosque asoc. con past./ariz.	0	12	0.00
21	tierras cult. o manejadas	96	1257	7.64
22	cult.asoc.con boeq.past.ariz.	4	2093	0.19
TOTAL		548	4830	11.35

No.	FACTOR DE ESTUDIO	PROF. cm.	km-PLAGA	Km-FACTOR	%
TIPO DE SUELO					
23	Franco arenoso	50-74	11	130	8.46
24	Franco arenoso	75-100	1	284	0.35
25	Franco arcilloso	+ de 1 m.	89	520	17.12
26	Franco	75-100	1	1638	0.06
27	Franco	+ de 1 m.	6	336	1.79
28	Arena franca	0-24	4	221	1.81
29	arena franca	+ de 1 m.	14	44	31.82
30	Franco limoso	+ de 1 m.	363	578	62.80
31	Arcilloso	+ de 1 m.	59	935	6.31
32	Franco arenoso	25-49	0	144	0.00
TOTAL			548	4830	11.35
ISOTERMA En Grados C.					
33	> 25 Grados C.		96	1379	6.96
34	20-25 Grados C.		411	883	46.55
35	15-20 Grados C.		39	1530	2.55
36	<15 Grados C.		2	1038	0.19
TOTAL			548	4830	11.35
ISOYETAS En mm anuales					
37	1000 a 2000 mm		31	2980	1.04
38	2000 a 3000 mm		50	852	5.87
39	3000 a 4000 mm		205	553	37.07
40	> 4000 mm		262	445	58.88
TOTAL			548	4830	11.35

CUADRO 4.A RELACION ENTRE EL No. DE km^2 CON INFESTACION, EL No. DE AÑO QUE PRESENTARON INFESTACION Y EL ESTRATO ALTITUDINAL
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

Ceratitis capitata

No.	ESTRATO	msnm	1 AÑO		2 AÑOS		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		TOTAL		
			km^2 PL	%/AREA	km^2 PL	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 TOT
1	1	0-300	82	5.14	27	1.69	19	1.19	5	0.31	0	0.00	133	8.34	1565
2	2	301-600	49	18.63	40	15.21	33	12.55	19	7.22	6	2.28	147	55.89	263
3	3	601-900	29	19.59	38	25.68	34	22.97	22	14.86	13	8.78	136	91.89	148
4	4	901-1200	19	21.59	30	34.09	11	12.50	9	10.23	5	5.68	74	84.09	88
5	5	1201-1500	17	28.98	15	23.81	11	17.46	3	4.78	0	0.00	46	73.02	63
6	6	1501-1800	3	5.38	2	3.57	1	1.79	0	0.00	0	0.00	6	10.71	56
7	7	1801-2100	2	2.44	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	2.44	82
8	8	>2100	2	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.08	2535
TOTAL			203	4.20	152	3.15	109	2.26	58	1.20	24	0.50	546	11.30	4830

CUADRO 4.A RELACION ENTRE EL No. DE km^2 CON INFESTACION, EL No. DE AÑO QUE PRESENTARON INFESTACION Y EL TIPO DE SUELO.
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

Ceratitis capitata

No.	SUELOS	PROF. (cm)	1 AÑO		2 AÑOS		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		TOTAL		
			km^2 PL	%/AREA	km^2 PL	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 P	%/AREA	km^2 TOT
9	frant. ar.	50-74	9	8.92	1	0.77	1	0.77	0	0.00	0	0.00	11	8.46	130
10	Frant. ar.	75-100	1	0.35	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.35	284
11	fr. arc.	+ de 1 m	40	7.69	24	4.62	17	3.27	5	0.96	3	0.58	89	17.12	520
12	franco	75-100	1	0.06	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.06	1638
13	franco	+ de 1 m	2	0.60	1	0.30	1	0.30	0	0.00	0	0.00	4	1.19	336
14	ar. fr.	0-24	3	1.36	0	0.00	1	0.45	0	0.00	0	0.00	4	1.81	221
15	ar. fr.	+ de 1 m	5	11.36	6	13.64	2	4.55	1	2.27	0	0.00	14	31.82	44
16	fr. lim	+ de 1 m	103	17.82	108	18.69	76	13.15	55	9.52	21	3.63	363	62.80	578
17	arcill.	+ de 1 m	41	4.39	11	1.18	6	0.64	1	0.11	0	0.00	59	6.31	935
18	fr. are.	24-49	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	144
TOTAL			203	4.24	151	3.13	104	2.15	62	1.28	24	0.50	546	11.30	4830

REF.: km^2 PL : km^2 EN DONDE SE DETECTO Ceratitis capitata
 %/AREA : % DE km^2 OCUPADOS POR Ceratitis capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km^2 TOT : km^2 TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

CUADRO 4.C RELACION ENTRE EL NUMERO DE KM² INFESTADOS, EL TIEMPO DE INFESTACION EN ANOS Y LAS ZONAS DE VIDA. Ceratitís capitata
1,986-1990. SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA.

No.	CLIMAS	1 AÑO		2 AÑOS		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
19	Montano bajo seco.	2	0.34	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.34	594
20	Montano muy humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1713
21	Mont. bajo muy humedo	8	2.41	7	2.11	6	1.81	3	0.90	0	0.00	24	7.23	332
22	Sub-trop. pluvial	23	16.08	42	29.37	32	22.38	21	14.69	15	10.49	133	93.01	143
23	sub-trop. muy humedo	35	24.14	32	22.07	13	8.97	4	2.76	0	0.00	84	57.93	145
24	Tropical humedo.	110	10.34	68	6.39	54	5.08	33	3.10	11	1.03	276	25.94	1064
25	Paramo humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15
26	Tropical seco	23	2.79	4	0.49	0	0.00	0	0.00	0	0.00	27	3.28	824
TOTAL		201	4.16	153	3.17	105	2.17	61	1.26	26	0.54	546	11.30	4830

CUADRO 4.D RELACION ENTRE EL NUMERO DE KM² INFESTADOS, EL TIEMPO DE INFESTACION EN ANOS Y EL USO DE LA TIERRA. Ceratitís capitata
1,986-1990. SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA.

No.	USO DE LA TIERRA	1 AÑO		2 AÑOS		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
27	Bosq. conif. y mixt.	1	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.23	431
28	Bosques salados	3	1.35	2	0.90	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	2.24	223
29	Cultivo de cafe	132	16.22	139	17.08	91	11.18	56	6.88	23	2.83	441	54.18	814
30	Bosq. asoc. pasty. arb.	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	12
31	cultivadas/manejadas	65	5.17	13	1.03	12	0.95	5	0.40	1	0.08	96	7.64	1257
32	cult. asoc. bosq. past. arb.	3	0.14	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.14	2093
TOTAL		204	4.22	154	3.19	103	2.13	61	1.26	24	0.50	546	11.30	4830

REF: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitís capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitís capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

CUADRO 4.E

RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, EL TIEMPO DE INFESTACION EN ANOS
Y LAS AREAS CON IGUAL PRECIPITACION MEDIA ANUAL
1,986-1990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA.

Ceratitiacapitata

No.	ISOYETA	1 AÑO		2 AÑOS		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
33	1,000-2,000 mm	26	0.87	4	0.13	1	0.03	0	0.00	0	0.00	31	1.04	2980
34	2,000-3,000 mm	32	3.76	9	1.06	8	0.70	1	0.12	0	0.00	48	5.53	852
35	3,000-4,000 mm	74	13.38	67	12.12	43	7.78	18	3.25	3	0.54	205	37.07	553
36	> 4,000 mm	71	15.96	72	16.18	56	12.58	42	9.44	21	4.72	262	58.88	445
TOTAL		203	4.20	152	3.15	106	2.19	61	1.26	24	0.50	546	11.30	4830

CUADRO 4.F

RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, EL TIEMPO DE INFESTACION EN ANOS
Y LAS AREAS CON IGUAL TEMPERATURA MEDIA ANUAL
1,986-1990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA.

Ceratitiacapitata

No.	ISOTERMAS	1 AÑO		2 AÑOS		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
37	> 25 Grados C.	62	4.50	16	1.16	12	0.87	5	0.38	1	0.07	96	6.96	1379
38	20-25 °	127	14.38	121	13.70	87	9.85	53	6.00	23	2.60	411	48.55	853
39	15-20 °	16	1.05	12	0.78	6	0.39	3	0.20	0	0.00	37	2.42	1530
40	< 15 °	2	0.19	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.19	1038
TOTAL		207	4.29	149	3.08	105	2.17	61	1.26	24	0.50	546	11.30	4830

REF.: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitia capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitia capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

6.2.2.- Patrón de Distribución.

Para el estudio del patrón de distribución de C. capitata se utilizaron los modelos de Poisson y binomial negativa. En el cuadro 5 se presentan los datos utilizados para hacer el análisis respectivo. El cuadro 6 presenta el resumen de los resultados obtenidos en el estudio de los patrones mencionados. Como se observa, se realizó un análisis para larvas, uno para adultos y otro para larvas mas adultos; uno para cada año de estudio.

En general, el modelo de Poisson no se ajusta en ningún caso a los datos analizados; esto significa que la población de adultos NO presenta una distribución al azar en el espacio analizado.

En el análisis de la binomial negativa, la población de adultos NO presentó ninguna relación con los datos observados, con ello se infiere que la población de adultos debería analizarse con la ayuda de otros modelos ya que no presenta distribución al azar ni en conglomerados.

El análisis del patrón de distribución para los datos de larvas mas adultos presentan un ajuste a la binomial negativa para los años 86, 88 y 90, no así para los años 87 y 89. Los datos de χ^2 calculado para estos años (89 y 90) permiten deducir que las poblaciones altas detectadas de adultos y regularmente un adulto por km^2 (cuadro 5), hacen que el análisis de larvas mas adultos no se ajuste al patrón binomial negativa.

Se asume que estos dos años no se ajustaron a ninguno de los dos modelos estudiados ya que los datos se distorcionaron por la detección de un solo adulto capturado por km^2 en muchos kms^2 (cuadro 5), alejándose con bastante significancia del valor esperado. En general se concluye que la población en su estado larvario, tiene un patrón de distribución en agregados.

La población de larvas se ajusta en todos los casos al patrón estipulado por la binomial negativa. Este resultado es muy importante porque permite inferir lo siguiente:

En primer lugar:

Que la población de C. capitata en su estado larvario se encuentra distribuida en el espacio en forma de conglomerados.

El parámetro "K" es un valor intrínseco, característico para una población de una especie particular (24, 31), y no así los datos de la media de una población, ya que sus valores fluctúan de acuerdo a la influencia de los factores externos sobre la población. En el presente estudio, el valor de "K" presentó mucha variación (c.v. = 61.51), sin embargo,

los datos se pueden asociar en dos grupos muy similares entre sí, uno representado por los años 1,987 y 1,989 (con un valor de $K = 0.0125$ y 0.124) y el otro por los años 1,986, 1,988 y 1,990, (con valores de $K = 0.0047$, 0.0021 y 0.0060 respectivamente). El primer grupo también presenta las medias mas altas de población de larvas (1.22612 y 0.7458 larvas/km²).

De acuerdo a Barfield y Ludwin (24), mientras mas grande sea el valor de "K", la población tiende a comportarse mas al azar. Así para los años 87 y 89, la población de larvas presentó mayores tendencias a comportarse de manera mas al azar, comparada, por supuesto con los otros años.

Es notorio que para los años 87 y 89, las poblaciones detectadas fueron relativamente altas (ver también figuras 28 y 29); esto fue parte también de la percepción del Programa MOSCAMED, que inició controles masivos con productos químicos después de esas fechas (ver fig 26). Es posible que los resultados de esta actividad de control, se manifiesten en las bajas detecciones relativas del 88 y del 90, como también fue planteado en la discusión del muestreo, inciso 7.1.

Como deducción general, en los cinco años, la población de larvas de C. capitata se ha presentado con dos parámetros de distribución distintos ($K = 0.0125$ para 1,987 y 1,989 y $K = 0.004266$ para los años 86, 88 y 90). Probablemente es el control químico masivo sobre la población, lo que ha hecho la diferencia, pero esta suposición debe confirmarse con estudios específicos.

En segundo lugar:

El ajuste de larvas al patrón de distribución binomial Negativa, es de valiosa ayuda para proyectar el número de muestras a tomar en un muestreo estadísticamente válido (30). Sin embargo, ese no es el objetivo del presente estudio por lo que no se profundizará en ello.

En la figura 18 se puede observar el ajuste que tiene la binomial negativa sobre los datos observados de la detección de larvas.

CUADRO 5 AREA (km²) CON PRESENCIA DE LARVAS Y ADULTOS DE
Ceratitis capitata
 BASE PARA EL ANALISIS DE PATRON DE DISTRIBUCION
 1,986 - 1,990. SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA.

Fi	1,986		1,987		1,988		1,989		1,990	
	KLAR	KAD	KLAR	KAD	KLAR	KAD	KLAR	KAD	KLAR	KAD
0	4757	4792	4616	4639	4797	4669	4634	4674	4665	4611
1	22	35	28	92	8	118	25	76	22	128
2	13	1	16	32	9	25	16	32	22	42
3	8	1	13	19	5	9	14	17	16	17
4	3	1	13	16	2	7	2	8	14	9
5	1	0	5	7	2	1	3	5	12	8
6	3	0	6	4	1	0	9	2	7	3
7	2	0	10	6	1	1	8	2	9	2
8	3	0	9	0	0	0	9	3	7	3
9	5	0	5	1	0	0	7	3	2	2
10	2	0	4	1	0	0	7	0	1	0
11	2	0	6	2	0	0	5	1	4	2
12	1	0	2	3	0	0	3	0	1	1
13	0	0	4	2	0	0	3	1	3	1
14	0	0	2	2	0	0	7	0	3	0
15	1	0	1	1	0	0	4	1	6	1
16	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0
17	0	0	3	0	0	0	2	2	2	0
18	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0
19	1	0	2	0	1	0	5	2	3	0
20	1	0	4	0	0	0	3	0	2	0
21	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0
22	0	0	2	0	1	0	3	0	2	0
23	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0
24	0	0	4	0	0	0	2	0	1	0
25	0	0	3	0	0	0	5	0	0	0
26	0	0	0	1	1	0	2	0	1	0
27	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0
28	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0
29	0	0	2	1	0	0	2	0	2	0
30	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0
31-40	3	0	16	0	1	0	9	0	5	0
41-50	1	0	8	0	0	0	4	0	5	0
51-60	1	0	10	0	0	0	5	0	1	0
61-70	0	0	8	0	0	0	4	0	2	0
71-80	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0
81-90	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
91-100	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0
+ 100	0	0	11	0	0	0	7	1	3	0
total	4830	4830	4830	4830	4830	4830	4830	4830	4830	4830

REF: Fi : Frecuencia observada de especimenes de

Ceratitis capitata

KLAR : No. de Km² en donde se detecto una Fi de larvas

KAD. : No. de Km² en donde se detecto una Fi de adultos.

CUADRO 6 RESUMEN. PARAMETROS OBTENIDOS DE ANALISIS DE DISTRIBUCION
BINOMIAL NEGATIVA Y POISSON.

Ceratitis capitata

1,986-1,990. SUR - OCCIDENTE DE GUATEMALA.

No.	PARAMETR	1,986			1,987			1,988			1,989			1,990		
		LARV.	AD.	LAR+AD.	LARV.	AD.	LAR+AD.	LARV.	AD.	LAR+AD.	LARV.	AD.	LAR+AD.	LARV.	AD.	LAR+AD.
1	VARIANZA	2.365	0.013	2.381	121.900	1.187	137.390	0.688	0.098	0.817	44.168	4.113	57.872	49.444	0.432	
2	MEDIA	0.104	0.009	0.112	1.226	0.127	1.371	0.040	0.049	0.086	0.746	0.117	0.856	0.550	0.098	0.647
3	PAR. "k"	0.005	0.004	0.005	0.013	0.012	0.014	0.002	0.016	0.010	0.012	0.003	0.013	0.006	0.018	0.008
4	POISSON															
4	Ji ² calc.	3.0E+12	7.3E+05	2.6E+12	1.7E+43	5.5E+67	1.0E+84	8.0E+48	1.7E+09	8.0E+48	6.8E+95	5.6E+31	8.4E+96	2.0E+104	3.8E+23	1.5E+92
5	Ji ² tab.	47.498	19.997	40.000	115.578	47.879	112.690	34.821	24.103	28.300	89.561	39.719	80.740	76.095	38.109	71.880
6	Acep. Ho.	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7	BIN. NEG.															
7	Ji ² calc.	11.919	42.647	33.401	75.680	42.115	56.386	25.788	82.417	116.835	58.247	376.000	39.311	65.890	51.248	206.754
8	Ji ² tab.	45.973	15.202	37.150	115.578	39.719	110.160	31.420	19.997	25.180	89.561	36.478	78.220	79.095	33.137	69.320
9	acep. Ho.	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	NO	NO

NOTA:

NO" significa que los datos no se ajustan al patron de distribucion bajo estudio

SI" significa que el patron analizado (binomial negativa o Poisson se ajusta a los datos observados.

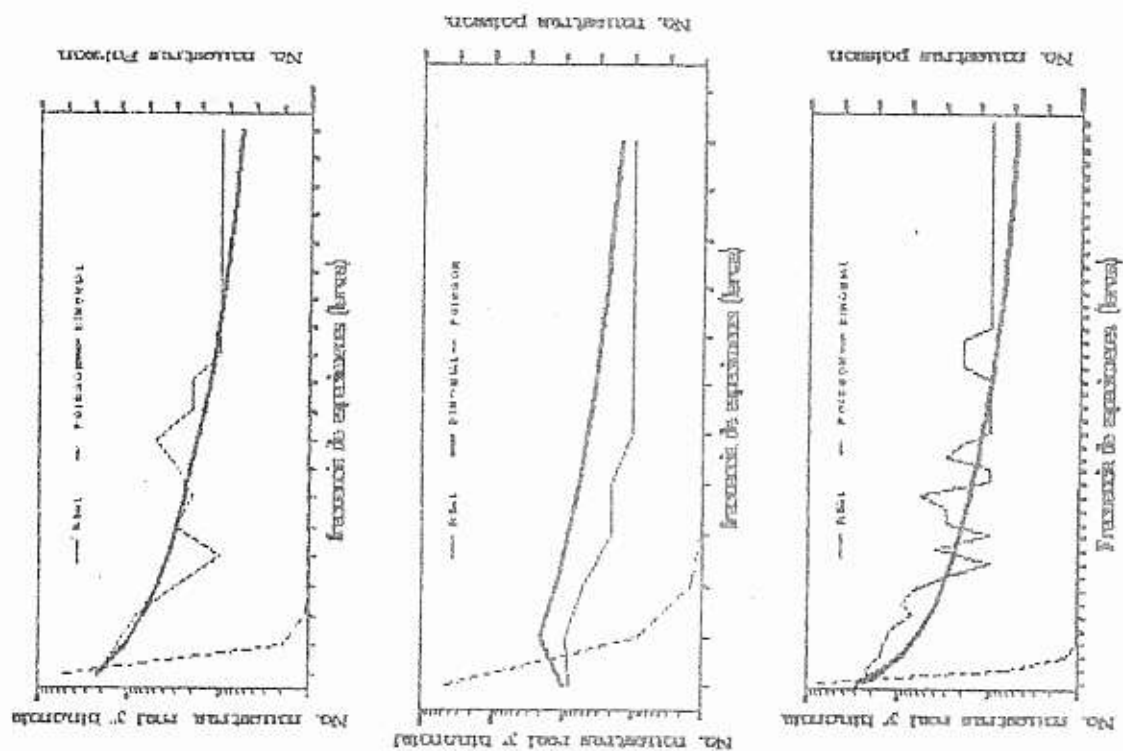


Fig. 16. Distribución observada de larvas de *C. capitata* en el área de evaluación y su comparación con el patrón dado por la Binomial Negativa y Poisson.

Todos los años se ajustan a Binomial Negativa.

6.3.- Resultados y Discusión Sobre la Abundancia Relativa de *C. capitata* en el área de Evaluación (Sur-Occidente de Guatemala).

La abundancia relativa fue estudiada en base a la densidad, medida por el número de especímenes que se detectaron por km^2 , en los cinco años de evaluación.

El cuadro 7 presenta el porcentaje de área que cada factor de análisis (40 factores descritos anteriormente) contiene de un rango de densidad de población bajo estudio.

La figura 19 representa el modelo de las áreas con igual densidad relativa. Este modelo se realizó en base a los resultados presentados por cada km^2 , en los cinco años de estudio.

De acuerdo a este modelo, la mayor densidad, expresada por aquellas áreas que han capturado mas de 24 individuos (ver cuadro 5), adultos y/o larvas, en los cinco años de evaluación,

se encuentran en tres áreas definidas. El área más importante está ubicada en los cuadrantes (4,3) y (4,4), (alredaña al área infestada denominada columna 5 UTM). Esta área es la que ha manifestado la mas alta distribución de población (fig 15) y también mayor frecuencia de detección en los cinco años (figura 16).

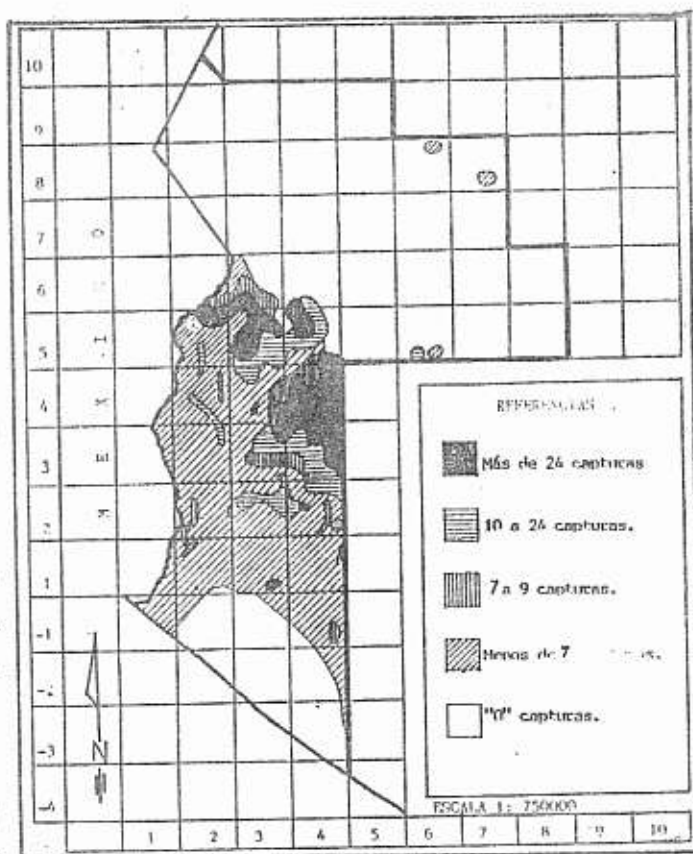


Fig. 19. Número de capturas de *C. capitata* por km^2 de 1,986 a 1,990, Sur-Occidente, Guatemala.

Entre las áreas de mayor densidad se da una división, observada por una escasa densidad poblacional que se extiende sobre los vértices de unión de los cuadrantes (3,4) y (4,5). El factor que está contribuyendo a que se de este hecho es el paso en ese lugar del río Cabuz, ya que su playa es bastante ancha y en áreas continuas se siembra pasto. Estas razones permiten que exista una pequeña interrupción en la faja cafetalera que se encuentra en esta zona, y que también se constituya en una pequeña interrupción para el libre paso de la población sobre este lugar.

Las áreas pequeñas con alta densidad están ubicadas en poblados (Pacayá, Malacatán), en donde existen especies frutales que han demostrado altas infestaciones como lo es el caso del caimito, naranja agria y guayaba. Esto mismo sucede en el caso de otras densidades menos altas, pero que se diferencian de las demás por estar ubicadas en la zona

costera (abajo de 300 msnm).

La figura 20 representa un dendrograma elaborado con la técnica de cluster de asociación (24). En él se presentan 7 grupos de asociación divididos arbitrariamente por la línea punteada.

La asociación del grupo IV, se establece en base a la ausencia de población o mínimas densidades en cada factor de análisis.

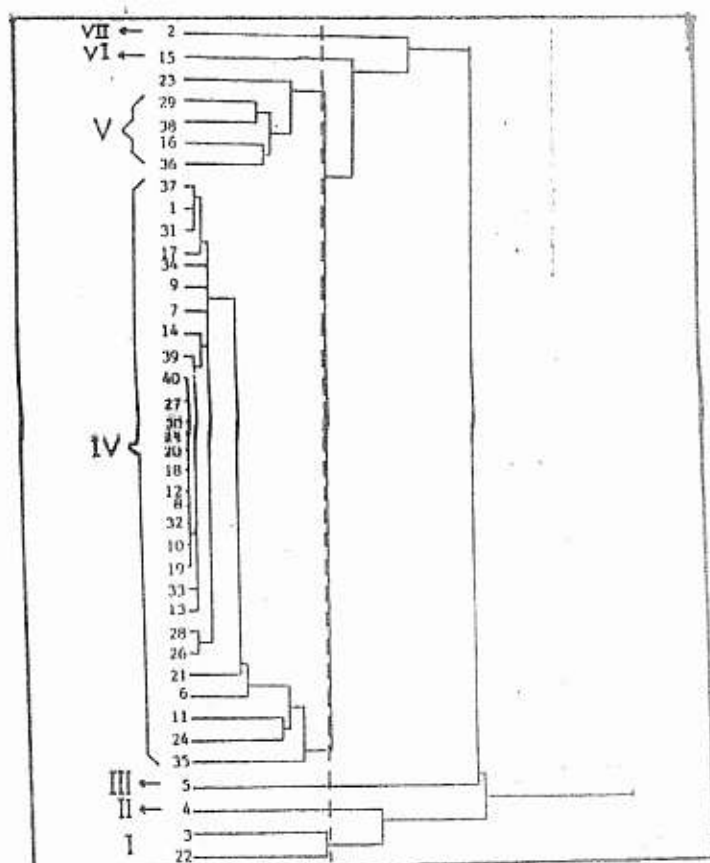


Fig. 20. Dendrograma. Asociación entre factores que están asociados con la densidad de la mosca del mediterráneo.

Los grupos I, II, III, VI y VII se caracterizan por presentar las mas altas densidades de población; en ellos se ubican el estrato de 300 a 1500 msnm; el tipo de suelo arena franca; y la zona de vida sub-tropical pluvial.

En la figura 31 se presenta el modelo general en donde interactúan todos estos factores.

CUADRO 7.A RELACION ENTRE EL No. DE KM² CON INFESTACION, EL No. DE CAPTURAS Y EL ESTRATO ALTITUDINAL
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

Ceratitis capitata

No.	ESTRATO	msnm	1-3 CAPT.		4-6 CAPT.		7-9 CAPT.		10-24 CAPT.		>24 CAPT.		TOTAL		
			km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² TOT
1	1	0-300	85	5.33	18	1.13	7	0.44	19	1.19	4	0.25	133	8.34	1595
2	2	301-600	65	24.71	20	7.60	15	5.70	27	10.27	20	7.60	147	55.89	263
3	3	601-900	25	16.89	16	10.81	10	6.76	24	16.22	61	41.22	136	91.89	148
4	4	901-1200	19	21.59	7	7.95	6	6.82	12	13.64	30	34.09	74	84.09	88
5	5	1201-1500	6	9.52	11	17.46	3	4.78	10	15.87	18	25.40	46	73.02	63
6	6	1501-1800	3	5.38	0	0.00	2	3.57	1	1.79	0	0.00	6	10.71	56
7	7	1801-2100	1	1.22	0	0.00	0	0.00	1	1.22	0	0.00	2	2.44	82
8	8	>2100	2	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.08	2535
TOTAL			206	4.27	72	1.49	43	0.89	94	1.95	131	2.71	546	11.30	4530

CUADRO 7.B RELACION ENTRE EL No. DE KM² CON INFESTACION, EL No. DE CAPTURAS Y EL TIPO DE SUELO.
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

Ceratitis capitata

No.	SUELOS	PROF.(cm)	1-3 CAPT.		4-6 CAPT.		7-9 CAPT.		10-24 CAPT.		>24 CAPT.		TOTAL		
			km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² TOT
9	fran. ar.	50-74	6	4.62	2	1.54	2	1.54	1	0.77	0	0.00	11	8.48	130
10	fran.ar	75-100	1	0.35	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.35	294
11	fr. arc.	+ de 1 m	50	9.82	11	2.12	6	1.15	18	3.46	4	0.77	89	17.12	520
12	franco	75-100	1	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.08	1638
13	franco	+ de 1 m	1	0.30	1	0.30	0	0.00	1	0.30	1	0.30	4	1.19	336
14	ar. fr.	0-24	1	0.45	2	0.90	0	0.00	1	0.45	0	0.00	4	1.81	221
15	ar. fr.	+ de 1 m	5	11.36	2	4.55	0	0.00	1	2.27	6	13.64	14	31.82	44
16	fr. lim	+ de 1 m	102	17.65	48	8.30	30	5.19	84	11.07	119	20.59	353	62.80	578
17	arcill.	+ de 1 m	44	4.71	7	0.75	2	0.21	5	0.53	1	0.11	59	6.31	605
18	fr. are.	24-49	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	144
TOTAL			211	4.37	73	1.51	40	0.83	91	1.88	131	2.71	546	11.30	4830

REF.: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitis capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitis capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

CUADRO 7.C RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, EL No. DE CAPTURAS Y LAS ZONAS DE VIDA. Ceratitis capitata
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	CLIMAS	1-3 CAPT.		4-6 CAPT.		7-9 CAPT.		10-24 CAPT.		>24 CAPT.		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
19	Montano bajo seco.	2	0.34	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.34	594
20	Montano muy humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1713
21	Mont. bajo muy humedo	4	1.20	4	1.20	2	0.60	5	1.51	9	2.71	24	7.23	332
22	Sub-trop. pluvial	23	16.08	11	7.69	9	6.29	23	16.08	67	46.85	133	93.01	143
23	sub-trop. muy humedo	24	16.55	14	9.66	7	4.83	19	13.10	20	13.79	84	57.93	145
24	Tropical humedo.	138	12.97	38	3.57	17	1.60	48	4.51	35	3.29	276	25.94	1064
25	Paramo humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15
26	Tropical seco	19	2.31	4	0.49	2	0.24	1	0.12	1	0.12	27	3.28	824
TOTAL		210	4.35	71	1.47	37	0.77	96	1.99	132	2.73	546	11.30	4830

CUADRO 7.D RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, EL No. DE CAPTURAS Y EL USO DE LA TIERRA. Ceratitis capitata
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	USO DE LA TIERRA	1-3 CAPT.		4-6 CAPT.		7-9 CAPT.		10-24 CAPT.		>24 CAPT.		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
27	Bosq. conif. y mixt.	1	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.23	431
28	Bosques salados	4	1.79	1	0.45	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	2.24	223
29	Cultivo de cafe	145	17.81	59	7.25	33	4.05	75	9.21	129	15.85	441	54.18	814
30	Bosq.asoc.pasty.arb.	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	12
31	cultivadas/manejadas	61	4.85	11	0.88	6	0.48	15	1.19	3	0.24	96	7.64	1257
32	cult.asoc.bosq.pastarb.	2	0.10	0	0.00	0	0.00	1	0.05	0	0.00	3	0.14	2093
TOTAL		213	4.41	71	1.47	39	0.81	91	1.88	132	2.73	546	11.30	4830

REF: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitis capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitis capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

6.4.- Dispersión de la población.

6.4.1.- Dispersión:

El análisis de la dispersión nos ayuda a comprender la manera como la población se moviliza ocupando nuevos espacios con respecto al tiempo.

En la fig. 28 se observa que la fluctuación de la población se inicia entre octubre y diciembre de cada año. Para el presente análisis se tomó como base que la población inicia su período fluctuacional en la primera semana de octubre, que es la semana No. 40.

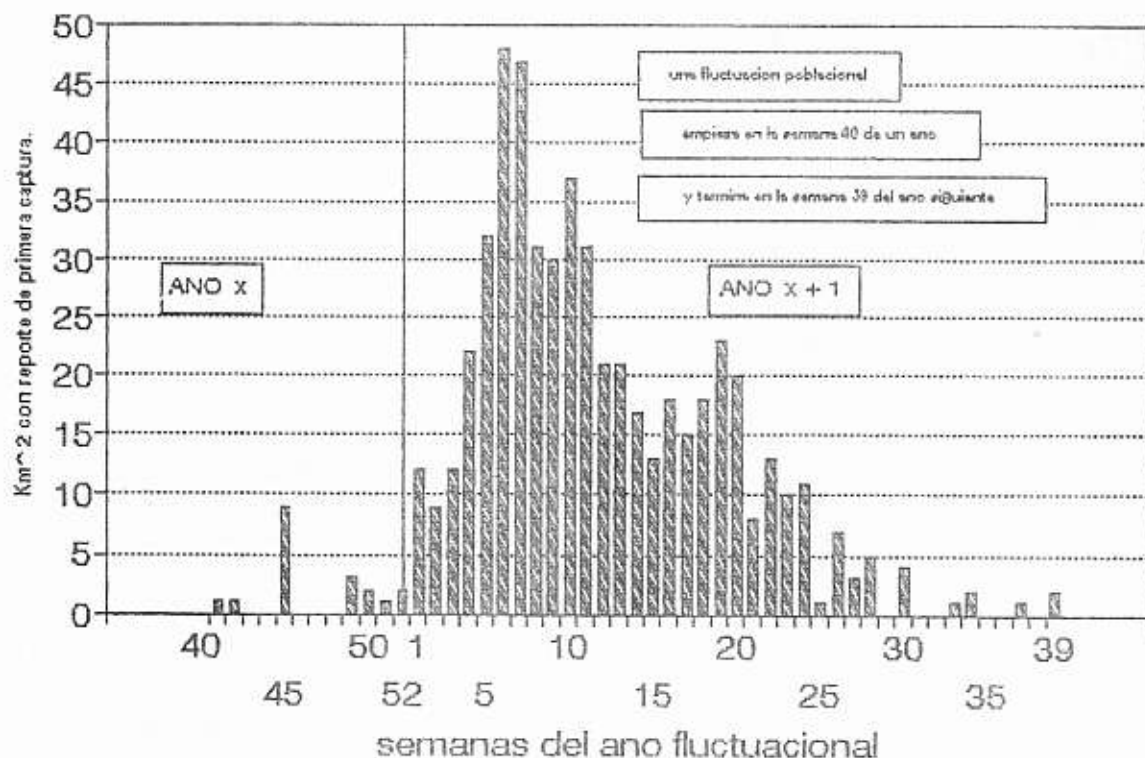


fig. 21. Semanas del año fluctuacional y km² con reporte de primera captura de C. capitata.

En el cuadro 8 y en la fig. 21 se presenta la información que relaciona la semana (a partir de la semana No. 40 de un año a la semana No. 39 del año siguiente por ser éste el período fluctuacional) y el número de km² que detectaron por primera vez C. capitata en el transcurso del período fluctuacional.

con esta información se dividió la fluctuación en cinco etapas, estas etapas están relacionadas con el desarrollo de la fluctuación. La primera corresponde desde la semana 40 de un año hasta la semana No. 4 del año siguiente; La

segunda solo la semana cinco, la tercera solo la semana 6; la cuarta solo la semana 7 y la quinta de la octava semana en adelante. El peso que tienen las semanas 5, 6 y 7 se debe a que en éstas tres semanas la población presenta la máxima pendiente positiva en todo su período fluctuacional y por lo tanto, su tasa de reproducción es la mas alta de todo el período.

El cuadro 9 presenta para cada factor de análisis, el porcentaje de su área que se reportó con detección en cada rango establecido.

En la fig. 22 se presenta un modelo de los lugares en donde se ha detectado la población con respecto al tiempo y el período fluctuacional.

Se puede observar que las áreas que primero presentan detección al inicio de la fluctuación aparecen en largas fajas (fig. 22), la mas importante de ellas es la que inicia en el límite de las columnas 4 y 5, con dos brazos, uno iniciando en la hilera 4 y otro en la hilera 5, esta faja se prolonga hasta la frontera con México.

Este hecho puede significar que la población se encuentra en esos lugares con individuos que son residuales de la fluctuación anterior. Al inicio de condiciones adecuadas, la población residual, inicia nuevamente un ciclo fluctuacional lo que determina que la población sea nuevamente susceptible de ser detectada.

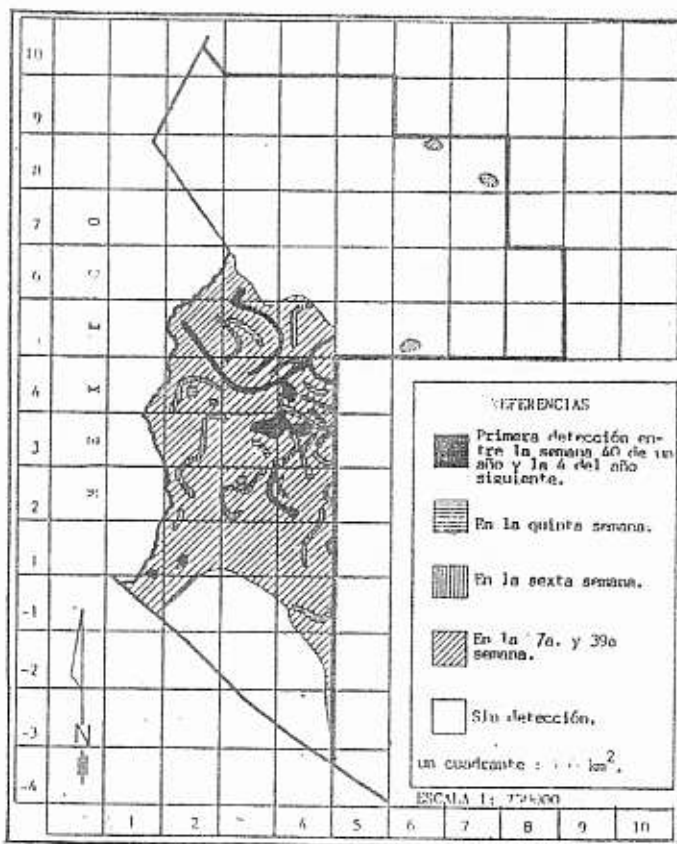


Fig. 22 Relación entre la época fluctuacional y el lugar en donde se realizó primera captura en el área de evaluación.

Es importante señalar que el modelo analizado (fig 22) varía sustancialmente con respecto

a los otros modelos analizados de distribución y abundancia, ya que las primeras detecciones se dan en forma dispersa sobre toda el área que ha presentado detección. En base a esto se infiere que el área infestada alledaña en la columna cinco ejerce una gran presión sobre el área de evaluación invadiendo en cada ciclo fluctuacional toda la zona cafetalera que se encuentra sobre la columna cuatro UTM. de esto se supone que si el área de evaluación estuviera aislada con respecto al intercambio de población con el área infestada, el área de evaluación manifestaría un comportamiento distinto

y el núcleo ubicado entre los cuadrantes (3,3) y (4,3) UTM sería el mas importante por ser un núcleo de dispersión de la población.

El reporte de estas características de invasión hacia el área de evaluación se da después de la séptima semana del año, cuando la distribución de la población en el área de evaluación casi ha cubierto el área total de distribución observada en todos los años.

En la figura 23 se presenta un dendrograma que asocia a todos los factores de análisis en tres grupos. El resultado de que solo existan tres grupos de asociación en este análisis significa que la población, cuando inicia su fluctuación, hasta antes de la cuarta semana, ya se encuentra dispersa en casi toda el área en donde se distribuirá para esa fluctuación. Después de eso período solo se observará una diferenciación de densidad.

Los principales factores están asociados en el grupo No. III por presentar detección en las primeras semanas; estos factores son: El estrato altitudinal desde 601 a 1,500 msnm y clima Sub-tropical pluvial.

Para efectos de un programa de control, se debería bloquear a la población entre la columna 4 y 5 UTM con un control fuerte y eficiente liberando mosca estéril entre la semana no. 40 de un año y la 4 del año siguiente, a partir de ésta semana hasta el inicio del establecimiento de las lluvias (en el transcurso del mes de mayo), el control debería ser preponderantemente químico.

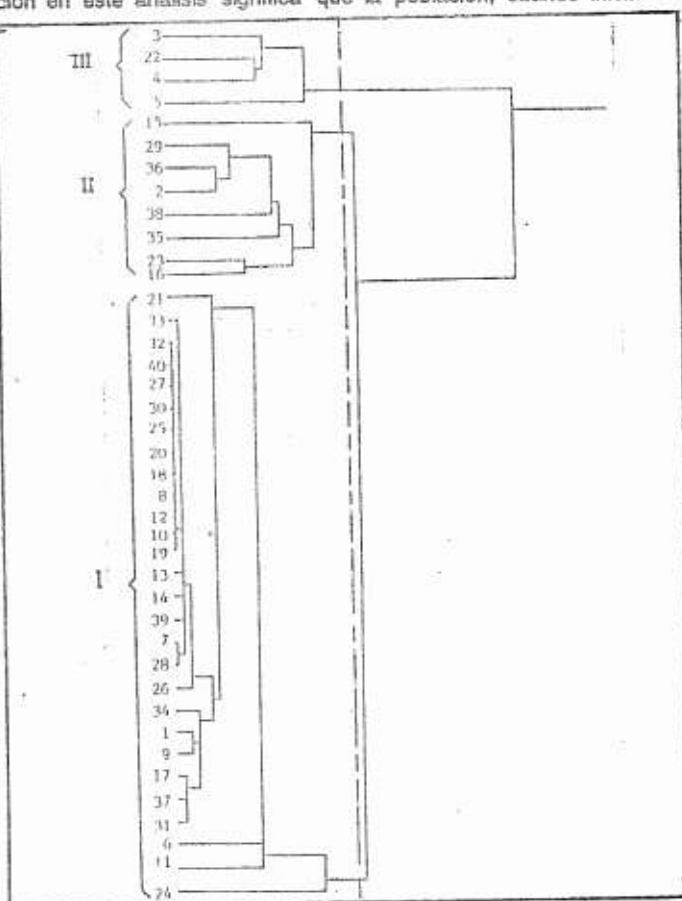


Fig. 23. Dendrograma. Asociación entre factores evaluados y el establecimiento y dispersión de *C. casate*.

6.4.2.- Permanencia de la población.

Se consideró en este capítulo a la permanencia de la población por presentar cierta relación con la población (4). El índice obtenido para determinar la permanencia de la población está dado por el número de semanas con reporte

de captura para un mismo km² en los cinco años de estudio. Estos resultados se presentan en el cuadro 10.

La fig. 24 presenta el modelo sobre la permanencia de la población con respecto al tiempo medido en semanas.

Se observa que el área ocupada por mas de 12 semanas con detección está aledaña al área infestada y las demás áreas con permanencia disminuyen a partir de ésta. Nuevamente se observa la división sobre el río cabuz.

Sobre la zona costera (menos de 300 msnm) la población no es persistente ya que ha presentado como máximo 5 semanas con detección de 260 semanas analizadas.

La fig. 25 representa el dendrograma que relaciona a los factores que representan áreas similares por el número de semanas con detección. su estructura es muy similar a los dendrogramas de distribución y abundancia pero no para el de la dispersión. El grupo IV asocia a todos los factores que presentan ausencia de población o muy pocas semanas con captura.

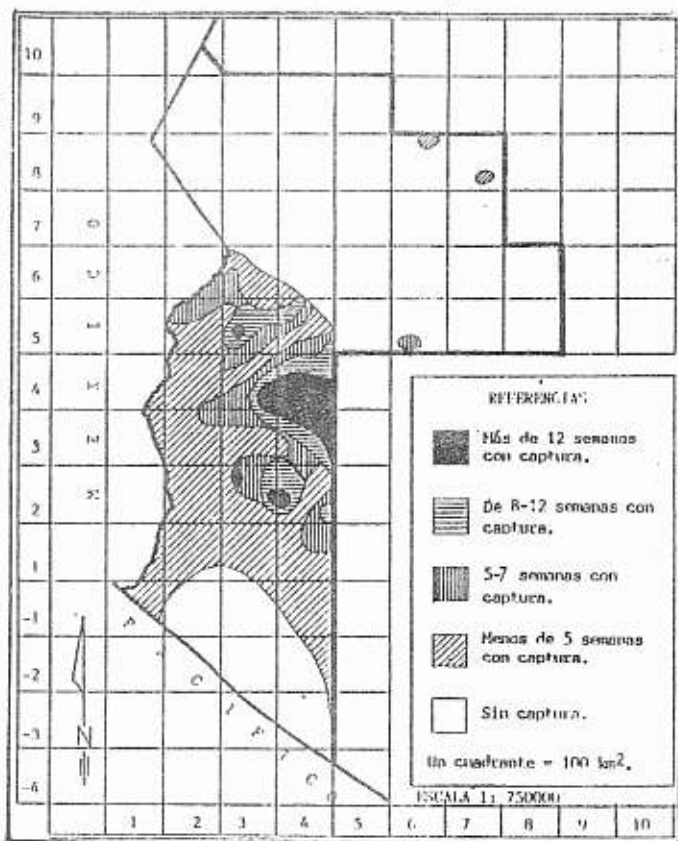


Fig. 24. Número de semanas con reporte de captura de *C. capitata* por km².

El grupo III representa a aquellos factores importantes por su participación con un número alto de semanas con captura. en este grupo están los factores siguientes: Estrato de 300 a 600 msnm, cultivo del café y suelos franco limosos.

Estos últimos factores son los mas importantes para el análisis de la permanencia de la población y su modelo gráfico se presenta en la figura 31.

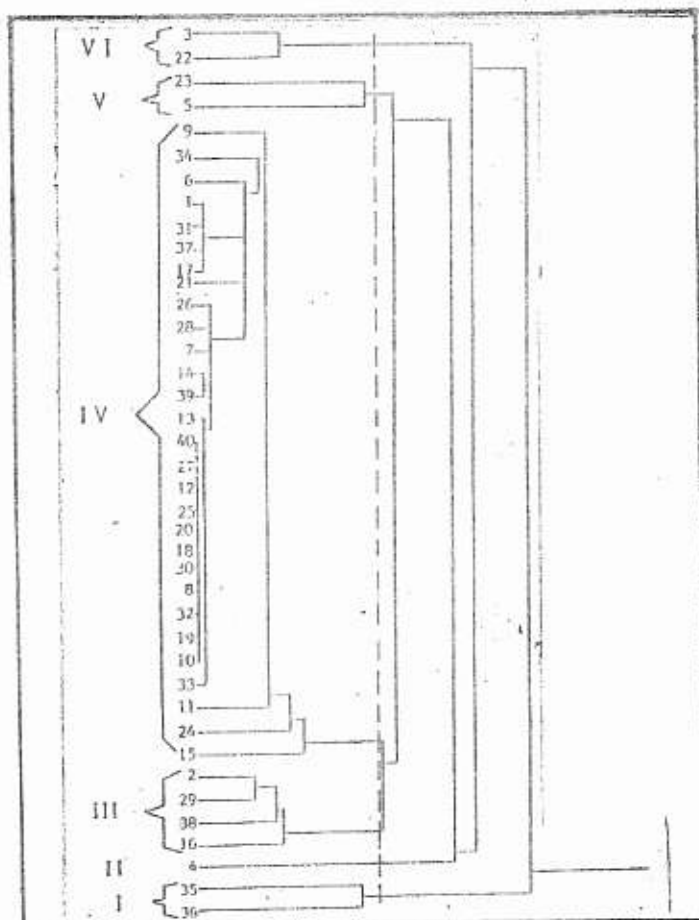


Fig. 25. Dendrograma. Asociación entre factores evaluados y la permanencia de *C. capitata*.

CUADRO 8

Relacion entre el numero de km^2 que reportan primera captura y la semana de ocurrencia.

base: ocurrencia fluctuacional de la poblacion de *Ceratitis capitata* en la region Sur-occidental del pais. 1,986 a 1,990

SEM.	KMPC	SEM.	KMPC.	SEM.	KMPC.	SEM.	KMPC.
40	0	1	12	14	17	27	3
41	1	2	9	15	13	28	5
42	1	3	12	16	18	29	0
43	0	4	22	17	15	30	4
44	0	5	32	18	18	31	0
45	9	6	48	19	23	32	0
46	0	7	47	20	20	33	1
47	0	8	31	21	8	34	2
48	0	9	30	22	13	35	0
49	3	10	37	23	10	36	0
50	2	11	31	24	11	37	1
51	1	12	21	25	1	38	0
52	2	13	21	26	7	39	2

REF.: SEM.: Semana del periodo fluctuacional.

KMPC.: No. de km^2 en donde se detecto poblacion en la semana correspondiente.

CUADRO 9.A RELACION ENTRE EL No. DE KM² CON INFESTACION, LA PRIMERA SEMANA EN EL CICLO FLUCTUACIONAL, Y EL ESTRATO ALTITUDINAL Ceratitis capitata 1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	ESTRATO	msnm	40 sem a 4. sem.		5ta. sem.		6ta. sem.		7ma. sem.		> 7ma. sem.		TOTAL		
			km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² TOT
1	1	0-300	9	0.56	12	0.75	27	1.69	9	0.56	76	4.76	133	8.34	1695
2	2	301-600	22	8.37	8	2.28	11	4.18	13	4.94	95	36.12	147	55.89	263
3	3	601-900	13	8.76	11	7.43	7	4.73	15	10.14	90	60.51	136	91.89	148
4	4	901-1200	3	3.41	4	4.55	4	4.55	8	9.09	55	62.50	74	84.09	89
5	5	1201-1500	3	4.76	0	0.00	1	1.59	3	4.76	39	61.90	46	73.02	63
6	6	1501-1800	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	10.71	6	10.71	56
7	7	1801-2100	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	2.44	2	2.44	82
8	8	>2100	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.08	2	0.08	2535
TOTAL			50	1.04	33	0.68	50	1.04	48	0.99	365	7.56	546	11.30	4830

CUADRO 9.B RELACION ENTRE EL No. DE KM² CON INFESTACION, LA PRIMERA SEMANA EN EL CICLO FLUCTUACIONAL, Y EL TIPO DE SUELO. Ceratitis capitata 1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	SUELOS	PROF. (cm)	40 sem a 4. sem.		5ta. sem.		6ta. sem.		7ma. sem.		> 7ma. sem.		TOTAL		
			km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² TOT
9	fr. ar.	50-74	1	0.77	1	0.77	2	1.54	0	0.00	7	6.38	11	8.46	130
10	fr. ar.	75-100	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.35	1	0.35	284
11	fr. arc.	+ de 1 m	12	2.31	8	1.64	12	2.31	13	2.50	44	8.46	89	17.12	620
12	franco	75-100	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.06	1	0.06	1636
13	franco	+ de 1 m	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	1.19	4	1.19	336
14	ar. fr.	0-24	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	1.81	4	1.81	221
15	ar. fr.	+ de 1 m	0	0.00	0	0.00	1	2.27	3	6.82	10	22.73	14	31.82	44
16	fr. lim	+ de 1 m	40	6.92	18	3.11	19	3.29	30	5.19	268	44.29	363	62.50	579
17	arcill.	+ de 1 m	0	0.00	6	0.84	15	1.80	4	0.43	34	3.64	59	6.31	935
18	fr. ars.	24-49	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	144
TOTAL			53	1.10	33	0.68	49	1.01	50	1.04	381	7.47	546	11.30	4830

REF.: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitis capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitis capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es al 100% de cada factor)

CUADRO 9.C RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, LA PRIMERA SEMANA CON DETECCION Y LAS ZONAS DE VIDA. Ceratitis capitata
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	CLIMAS	sem 40 a 4		5ta. sem.		6ta. sem.		7ma. sem.		>7ma. sem.		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
19	Montano bajo seco.	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.34	2	0.34	594
20	Montano muy humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1713
21	Mont. bajo muy humedo	1	0.30	0	0.00	0	0.00	1	0.30	22	6.63	24	7.23	332
22	Sub-trop. pluvial	9	6.29	9	6.29	7	4.90	15	10.49	93	65.03	133	93.01	143
23	sub-trop. muy humedo	5	3.45	3	2.07	3	2.07	8	5.52	65	44.83	84	57.93	145
24	Tropical humedo.	34	3.20	16	1.50	38	3.57	22	2.07	166	15.60	276	25.94	1064
25	Paramo humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15
26	Tropical seco	2	0.24	6	0.73	2	0.24	0	0.00	17	2.06	27	3.28	824
TOTAL		51	1.06	34	0.70	50	1.04	46	0.95	365	7.56	546	11.30	4830

CUADRO 9.D RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, EL No. DE SEMANAS INFESTADAS Y EL USO DE LA TIERRA. Ceratitis capitata
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	USO DE LA TIERRA	sem 40 a 4		5ta. sem.		6ta. sem.		7ma. sem.		>7ma. sem.		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
27	Bosq. conif. y mixt.	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.23	1	0.23	431
28	Bosques salados	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	2.24	5	2.24	223
29	Cultivo de cafe	46	5.65	21	2.58	23	2.83	39	4.79	312	38.33	441	54.18	814
30	Bosq.asoc.past.y.arb.	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	12
31	cultivadas/manejadas	5	0.40	10	0.80	26	2.07	7	0.56	48	3.82	96	7.64	1257
32	cult.asoc.bosq.past.arb.	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.14	3	0.14	2093
TOTAL		51	1.06	31	0.64	49	1.01	46	0.95	369	7.64	546	11.30	4830

REF: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitis capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitis capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

CUADRO 9.E

RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, LA PRIMERA SEMANA EN EL CICLO FLUCTUACIONAL
Y LAS AREAS CON IGUAL PRECIPITACION MEDIA ANUAL.
1,986-1990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA.

Ceratitiscapitata

No.	ISOYETA	40 sem. a 4ta. sem.		5ta. sem.		6ta. sem.		7ma. sem.		> 7ma. se		ANOS		TOTAL	
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT	%/AREA
33	1,000-2,000 mm	2	0.07	6	0.20	2	0.07	0	0.00	21	0.70	31	1.04	2980	
34	2,000-3,000 mm	1	0.12	3	0.35	16	1.88	6	0.70	22	2.58	48	5.63	852	
35	3,000-4,000 mm	15	2.71	5	0.90	14	2.53	18	2.89	155	28.03	205	37.07	553	
36	> 4,000 mm	33	7.42	19	4.27	18	4.04	26	5.84	166	37.30	262	59.98	445	
TOTAL		51	1.06	33	0.68	50	1.04	48	0.99	364	7.54	546	11.30	4830	

CUADRO 9.F

RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, LA PRIMERA SEMANA EN EL CICLO FLUCTUACIONAL
Y LAS AREAS CON IGUAL TEMPERATURA MEDIA ANUAL.
1,986-1990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA.

Ceratitiscapitata

No.	ISOTERMAS	40 sem. a 4ta. sem.		5ta. sem.		6ta. sem.		7ma. sem.		> 7ma. se		ANOS		TOTAL	
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT	%/AREA
37	> 25 Grados C.	7	0.51	10	0.73	23	1.87	7	0.51	49	3.55	98	6.96	1379	
38	20-25 °	43	4.87	20	2.27	28	2.94	32	3.62	290	32.84	411	46.55	893	
39	15-20 °	1	0.07	0	0.00	1	0.07	4	0.26	31	2.03	37	2.42	1530	
40	< 15 °	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.19	2	0.19	1038	
TOTAL		51	1.06	30	0.62	50	1.04	43	0.83	372	7.70	546	11.30	4830	

REF.: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitis capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitis capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

CUADRO 10.A

RELACION ENTRE EL No. DE KM² CON INFESTACION, EL No. DE SEMANAS QUE
PRESENTARON INFESTACION Y EL ESTRATO ALTITUDINAL
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

Ceratitís

capitata

No.	ESTRATO	msnm	1 - 2 SEM.		3 - 4 SEM.		5 - 7 SEM.		8-12 SEM.		> 12 SEM.		TOTAL	
			km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA
1	1	0-300	94	5.89	24	1.50	8	0.50	5	0.31	2	0.13	133	8.34
2	2	301-600	64	24.33	37	14.07	28	10.65	10	3.80	8	3.04	147	55.89
3	3	601-900	40	27.03	30	20.27	29	19.59	14	9.46	23	15.54	136	91.89
4	4	901-1200	32	36.36	15	17.05	12	13.64	4	4.55	11	12.50	74	84.09
5	5	1201-1500	23	36.51	9	14.29	11	17.46	2	3.17	1	1.59	46	73.02
6	6	1501-1800	4	7.14	2	3.57	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	10.71
7	7	1801-2100	1	1.22	0	0.00	1	1.22	0	0.00	0	0.00	2	2.44
8	8	>2100	2	0.08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.08
TOTAL			260	5.38	117	2.42	89	1.84	35	0.72	45	0.93	546	11.30

CUADRO 10.B

RELACION ENTRE EL No. DE KM² CON INFESTACION, EL No. DE SEMANAS QUE
PRESENTARON INFESTACION Y EL TIPO DE SUELO.
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

Ceratitís

capitata

No.	SUELOS	PROF.(cm)	1 - 2 SEM.		3 - 4 SEM.		5 - 7 SEM.		8-12 SEM.		> 12 SEM.		TOTAL	
			km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA	km ² P	%/AREA
9	iran. ar.	50-74	0	0.00	2	1.54	0	0.00	0	0.00	9	6.92	11	8.46
10	fran.ar	75-100	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.35	1	0.35
11	fr. arc.	+ de 1 m	51	9.81	19	3.95	12	2.31	6	1.15	1	0.19	89	17.12
12	franco	75-100	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.06	1	0.06
13	franco	+ de 1 m	2	0.60	2	0.60	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	1.19
14	ar. fr.	0-24	3	1.36	0	0.00	1	0.45	0	0.00	0	0.00	4	1.81
15	ar. fr.	+ de 1 m	7	15.91	2	4.55	3	6.82	2	4.55	0	0.00	14	31.82
16	fr. llm	+ de 1 m	140	24.22	85	14.71	72	12.46	26	4.50	40	6.92	363	62.80
17	arcill.	+ de 1 m	47	5.03	11	1.18	1	0.11	0	0.00	0	0.00	59	8.31
18	fr. ars.	24-49	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL			250	5.18	121	2.51	89	1.84	34	0.70	52	1.08	546	11.30

REF.: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitís capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitís capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es al 100% de cada factor)

CUADRO 10.C RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, EL No. DE SEMANAS INFESTADAS Y
LAS ZONAS DE VIDA. Ceratitis capitata
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	CLIMAS	1-2 SEM.		3-4 SEM.		5-7 SEM.		8-12 SEM.		>12 SEM.		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
19	Montano bajo seco.	2	0.34	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.34	594
20	Montano muy humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1713
21	Mont. bajo muy humedo	9	2.71	8	2.41	5	1.51	1	0.30	1	0.30	24	7.23	332
22	Sub-trop. pluvial	35	24.48	29	20.28	28	19.58	14	9.79	27	18.88	133	93.01	143
23	sub-trop. muy humedo	48	33.10	17	11.72	15	10.34	4	2.76	0	0.00	84	57.93	145
24	Tropical humedo.	144	13.53	60	5.64	40	3.76	16	1.50	16	1.50	276	25.94	1064
25	Paramo humedo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	15
26	Tropical seco	22	2.67	5	0.61	0	0.00	0	0.00	0	0.00	27	3.28	824
TOTAL		260	5.38	119	2.46	88	1.82	35	0.72	44	0.91	546	11.30	4830

CUADRO 10.D RELACION ENTRE EL No. DE KM² INFESTADOS, EL No. DE SEMANAS INFESTADAS Y
EL USO DE LA TIERRA. Ceratitis capitata
1,986-1,990, SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA

No.	USO DE LA TIERRA	1-2 SEM.		3-4 SEM.		5-7 SEM.		8-12 SEM.		>12 SEM.		TOTAL		
		km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² PL	%/AREA	km ² TOT
27	Bosq. conif. y mixt.	1	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.23	431
28	Bosques salados	5	2.24	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5	2.24	223
29	Cultivo de cafe	187	22.97	103	12.65	80	9.83	31	3.81	40	4.91	441	54.18	814
30	Bosq.asoc.past.y.arb.	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	12
31	cultivadas/manejadas	70	5.57	14	1.11	6	0.48	0	0.00	2	0.16	92	7.32	1257
32	cult.asoc.bosq.past.arb.	2	0.10	0	0.00	1	0.05	4	0.19	0	0.00	7	0.33	2093
TOTAL		265	5.49	117	2.42	87	1.80	35	0.72	42	0.87	546	11.30	4830

REF.: km² PL : km² EN DONDE SE DETECTO Ceratitis capitata
 %/AREA : % DE Km² OCUPADOS POR Ceratitis capitata SOBRE AREA DE FACTOR DE ANALISIS
 km² TOT : Km² TOTALES DE CADA FACTOR DE ANALISIS (Es el 100% de cada factor)

6.5. RESULTADOS Y DISCUSION DEL ANALISIS DE CORRELACION Y REGRESION.

En el cuadro 11 se presentan los datos que se utilizaron para hacer el análisis de correlación de Pearson (R). Se compararon (todas contra todas), las variables independientes y dependientes. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 12.

Existen altas correlaciones entre variables dependientes, pero para el presente estudio no tienen importancia (0.94 entre MTD y adulto capturado; 0.924 entre larvas y larvas/kg.; 0.837 entre brotes detectados y brotes activos).

La prueba de T (student) llevada a cabo determina que las únicas variables en donde se establece correlación es entre la variable independiente precipitación pluvial de la zona cafetalera y la variable dependiente brotes detectados ($T_{(0.05,54)} = 1.96$ y $T_c = 15.43$). Sin embargo, al analizar el modelo propuesto, se obtuvo un modelo con un comportamiento muy alejado del comportamiento fluctuacional observado. Con esto se infiere que el modelo propuesto no es adecuado para analizar estas variables. Se sugiere determinar un modelo que correlacione de mejor manera las dos variables.

Al analizar el comportamiento de la población en la zona cafetalera, este se correlaciona en forma negativa con la precipitación pluvial (-0.257 entre Pp y brotes detectados), lo que significa que a más cantidad de mm de lluvia, hay menos población presente y a menos precipitación, las poblaciones se incrementan. Esta observación es válida para toda la zona cafetalera ubicada en el área de evaluación ya que en ésta área, la precipitación es bastante homogénea. El valor de la precipitación es arriba de 3,000 mm anuales.

El comportamiento de la población correlacionado con el control químico es positivo (0.456 con brotes activos; 0.22 con los adultos capturados y 0.397 con la población de larvas). Este resultado nos indica la relación del control químico con la población y significa que el control químico se aplica en proporción directa como aparece la población. Por consiguiente, el efecto de éste control no es posible detectarlo en forma inmediata, ya que éste actúa así solo para la población en estado adulto y no para el estado larvario. Para comprender el efecto del control químico deberán hacerse estudios tomando en cuenta que causa y efecto como etapas cronológicas, están distanciadas significativamente en el tiempo.

La maduración del café presenta una correlación negativa con el comportamiento de la población. Sobre este aspecto se considera necesario hacer una mayor evaluación ya que lo que se observa es de que en los meses de enero a abril, cuando ya se han realizado las cosechas de café y solo quedan frutos residuales, es cuando se detecta la mayor población de larvas. Podría considerarse por ello que la fluctuación de la población de larvas no está limitada por la disponibilidad de alimento sino por otros factores del ambiente.

Como tendencias generales observadas también en las figuras 26 a 30 se puede deducir que:

A. El comportamiento fluctuacional de la población está ligado mas a la precipitación pluvial y no así a la disponibilidad de alimento. La precipitación pluvial se puede considerar, entonces, como un factor extrínseco natural que mantiene dentro de un patrón ciclico a la población por ser un factor de resistencia ambiental. La importancia de los hospederos radica en que mantienen el alimento necesario para que la población se manifieste y fluctúe de acuerdo a otros factores.

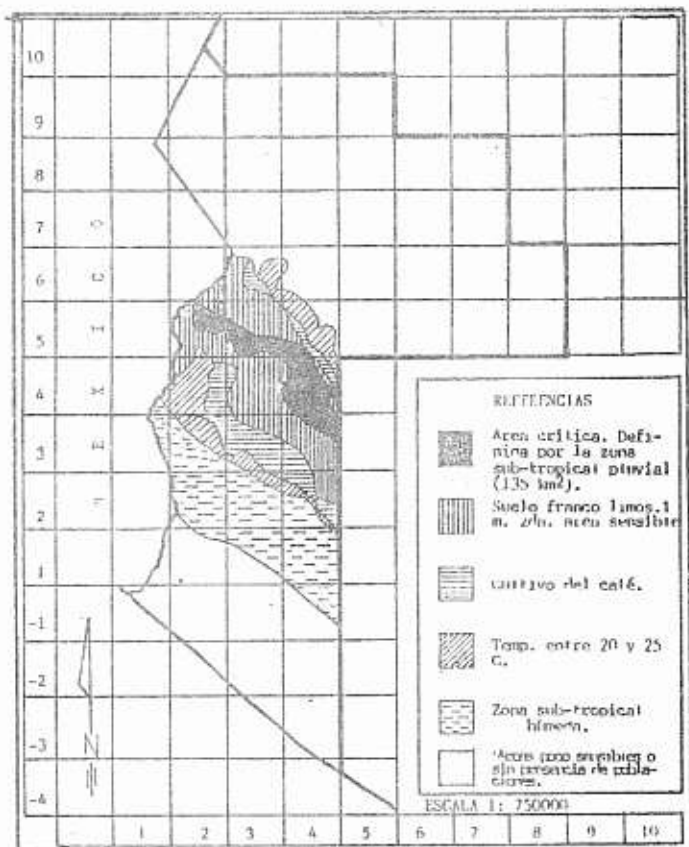


Fig. 31. Factores ambientales que están asociados al establecimiento, distribución y abundancia de *C. capitata* en el área de evaluación.

- B. La forma en que la precipitación pluvial influye en la población no se conoce en toda su magnitud; además de su influencia mecánica directa. Una forma indirecta puede ser como modificador de otros factores bióticos y abióticos como lo son: la humedad relativa, desencadenando con ello una serie de fenómenos biológicos como el aumento de hongos que podrían también controlar a la población convirtiéndose en un elemento sinérgico para el control (16). Lo expuesto anteriormente implica que los cambios muy marcados que se den en el patrón de precipitación de la zona incidirá significativamente en los cambios fluctuacionales de la población.
- C. Se podría considerar que el control químico tiene efectos sobre la población del próximo período fluctuacional y no en el período fluctuacional en donde se lleva a cabo. Esto se observa mejor en los años 87 y 88 y en los años 89 y 90. En estos dos períodos, en el primer año, se realizó control químico en forma masiva lo que repercutió en el próximo año, cuando las poblaciones fueron relativamente bajas.
- D. Los picos mas altos de la población, principalmente larvas, se han dado entre Abril y Junio y los mas bajos entre Agosto y Noviembre.

Es conveniente hacer estudios específicos sobre este tema, para determinar la influencia entre los factores de resistencia ambiental y el comportamiento de la población.

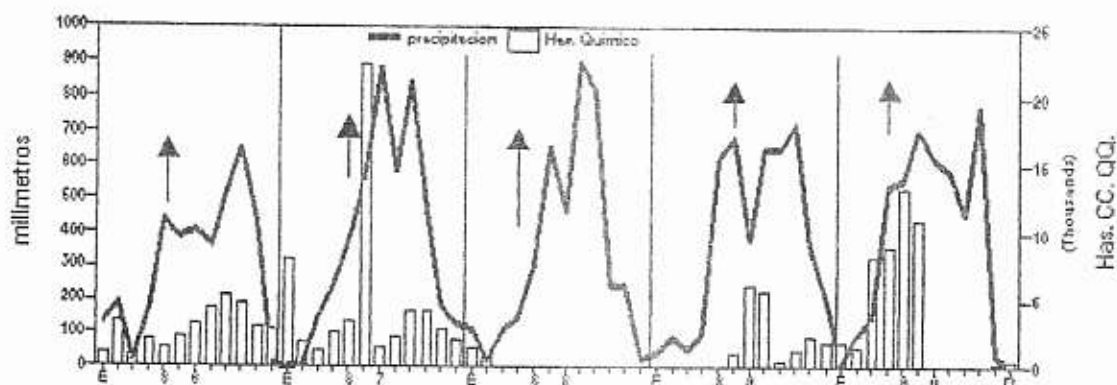


Fig. 26 Precipitación pluvial en mm por mes, y Has. de control químico aplicado por mes en el área de evaluación. Las flechas están sobre el mes que reportó los valores más altos de captura de larvas.

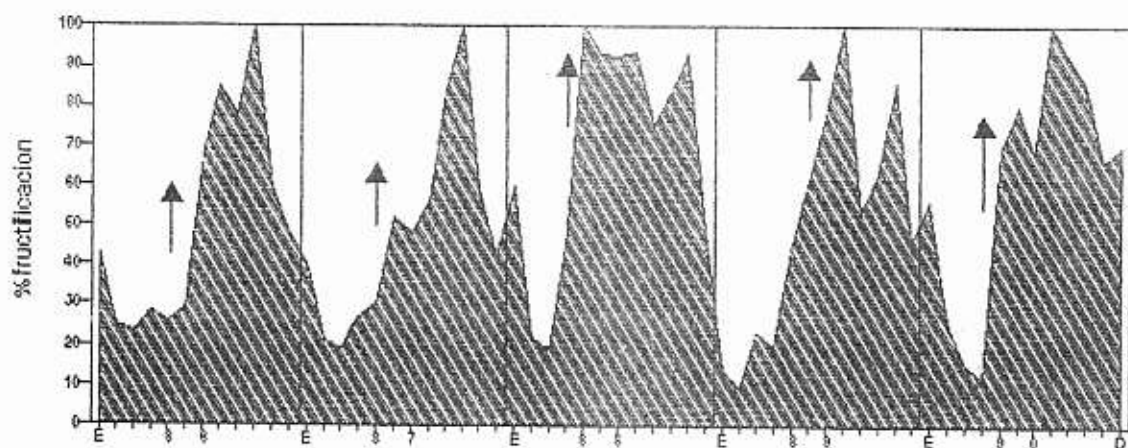


Fig. 27 Fructificación del café en el área de evaluación. las flechas están sobre el mes que reportó los valores más altos de captura de larvas.

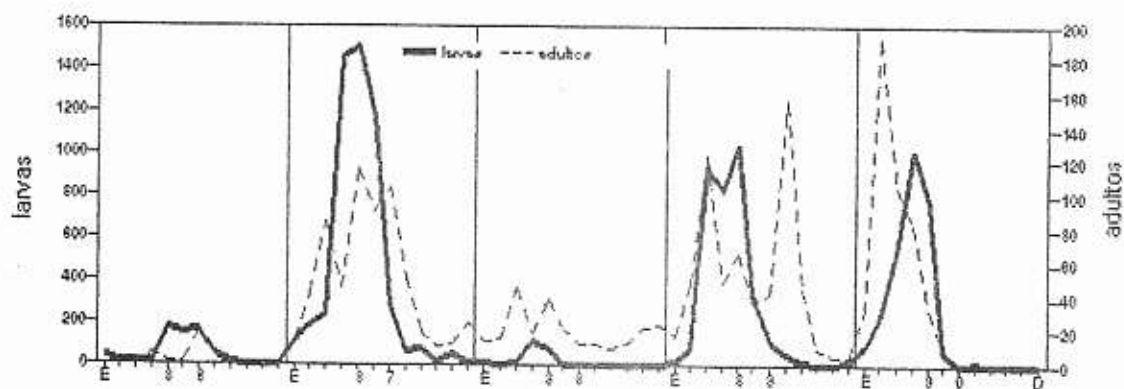


Fig. 28 Larvas y adultos de *Ceratitis capitata* W. capturados en el período de evaluación, 1,986 - 1,990.

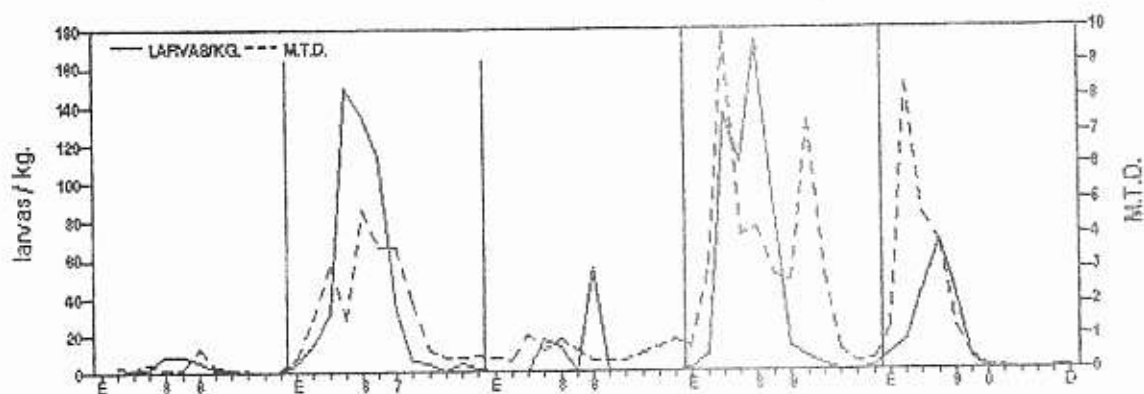


Fig. 29 Relación larvas/Kg. y MTD (moscas capturadas por trampas por día) en el área de evaluación. El MTD está multiplicado por 1,000 y la relación larvas/Kg. está multiplicado por 100.

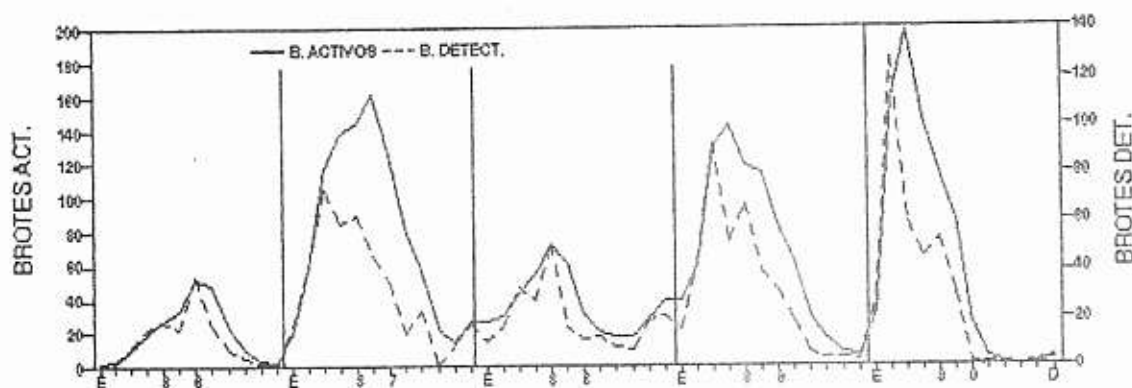


Fig. 30 Brotes activos y brotes detectados en área de evaluación de 1,986 a 1,990. Sur - Occidente de Guatemala.

CUADRO 11 DATOS DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES mosca por trampa por día (MTD),
larvas por kg. (L/KG), adultos (AFC), larvas, brot. act. (B.A.) y brot.
detec. (BR. DET.), Y DE LAS INDEPENDIENTES: tiempo en meses,
prec. pluv. en mm por mes (P.p), has de control químico (C.Q.) y maduración del fruto
de café (FRUCT.); UTILIZADAS PARA LA MATRIZ DE CORRELACION DE PEARSON.

MES	Pp (mm)	MTD	L/KG	C.Q.	AFC	B.A.	LARVAS	FRUCT.	BR.DET.
ENERO	136.00	0.00	0.22	943	0	1	30	43	1
	187.60	0.14	0.35	3330	3	3	11	26	1
	14.60	0.08	1.20	845	2	9	12	23	8
	166.60	0.23	0.97	1927	6	18	12	28	16
	436.00	0.05	8.70	1295	1	27	180	26	19
	361.00	0.04	8.20	2200	1	33	166	29	16
	406.60	0.69	5.20	3077	19	62	186	67	37
	368.00	0.18	1.50	4396	4	48	48	65	18
	625.00	0.05	0.87	5345	1	24	12	78	7
	661.00	0.07	0.08	4826	2	8	0	100	3
	427.00	0.00	0.00	2580	0	3	0	62	1
	10.00	0.05	0.07	2720	1	2	1	48	0
	1.00	0.43	4.50	7940	14	18	105	40	16
	6.00	1.59	14.00	1870	42	69	188	21	42
ENERO	146.00	3.16	31.00	1237	86	118	237	19	73
	240.60	1.60	150.00	2677	46	138	1449	27	69
	367.00	4.75	136.00	3346	116	144	1607	30	62
	562.50	3.65	114.00	22270	91	161	1173	62	46
	889.00	3.68	33.00	1421	105	126	278	48	35
	578.60	2.04	5.60	2099	61	82	87	66	13
	846.60	0.69	4.30	4110	18	68	72	84	23
	471.60	0.42	0.63	4070	11	21	7	100	0
	182.00	0.37	4.60	2786	12	14	64	69	9
	124.60	0.47	0.79	1876	26	27	14	42	18
	109.60	0.36	0.64	1346	14	26	8	60	10
	16.00	0.35	0.00	640	16	29	0	22	16
	110.00	1.09	0.63	0	46	44	0	19	33
	139.60	0.69	17.00	65	19	66	107	45	27
ENERO	302.00	0.95	12.00	0	39	72	70	100	60
	660.00	0.64	0.00	0	21	61	0	93	17
	466.00	0.34	66.00	0	12	31	6	92	11
	902.60	0.32	0.47	0	13	20	1	94	12
	819.60	0.34	0.00	0	9	17	0	76	8
	240.00	0.66	0.00	0	12	17	0	84	7
	246.60	0.73	0.00	0	21	28	0	93	19
	22.60	0.93	0.00	0	23	40	0	49	21
	42.60	0.69	1.00	0	17	39	8	14	16
	89.60	3.16	7.80	0	49	60	78	9	43
	46.00	9.87	135.00	0	124	128	941	23	92
	91.00	3.97	110.00	0	49	143	830	20	62
	619.00	4.22	173.00	0	66	119	1045	44	67
	680.60	2.79	84.00	1039	37	114	337	60	40
	376.60	2.67	13.00	6082	43	83	106	78	32
ENERO	662.60	7.29	7.20	5994	166	63	62	100	19
	661.60	2.83	2.20	340	46	30	10	63	6
	718.60	0.62	0.18	1164	10	16	1	63	3
	367.60	0.24	0.37	2216	6	8	3	86	3
	186.60	0.31	1.90	1660	6	7	7	46	2
	9.00	1.27	7.80	1660	33	31	89	66	29
	96.00	8.37	15.00	1383	150	166	217	26	127
	143.60	4.63	42.00	8309	106	197	641	16	69
	644.00	3.76	69.00	9026	83	146	1018	12	46
	666.00	1.28	40.00	13287	33	112	764	69	63
	709.60	0.42	5.90	10977	10	88	66	80	30
	617.60	0.09	0.36	66	2	26	2	68	1
	589.60	0.11	0.00	76	3	4	0	100	1
	460.00	0.00	0.00	0	0	1	0	93	0
	773.60	0.00	0.00	0	0	0	0	86	0
DIC.	33.00	0.06	0.00	146	1	1	0	68	1
	0.00	0.08	1.20	293	1	3	1	70	3

CUADRO 12

MATRIZ DE CORRELACION DE PEARSON.

Para este analisis se utilizaron los datos del cuadro 11

Las variables dependientes se analizaron con las variables independientes mediante la prueba de "t" para determinar correlaciones significativas.

Solo se obtuvo correlacion entre la prec. pluv. y los brotes detectados.

	MES	MTD*1000	AFC	LARVA	LARVA/KG	CC.QQ.	BROT.DET	MAD.CAFE	P.PLUV.	BROT.ACT
MES	1.000									
MTD*1000	0.226	1.000								
AFC	0.169	0.941	1.000							
LARVA	0.015	0.557	0.533	1.000						
LARVA/KG	0.041	0.582	0.496	0.924	1.000					
CC.QQ.	-0.056	0.148	0.221	0.397	0.211	1.000				
BROTDET	-0.144	0.783	0.792	0.628	0.613	0.196	1.000			
MAD.CAFE	0.232	-0.277	-0.273	-0.327	-0.333	0.075	-0.467	1.000		
P.PLUV	0.193	-0.055	-0.041	-0.037	-0.008	0.047	-0.257	0.471	1.000	
BROT.ACT	-0.164	0.727	0.762	0.772	0.711	0.456	0.837	-0.462	-0.043	1.000

REF.: MES= Meses desde el 1 hasta el 60 de los cinco años de estudio.

MTD*1000 indice mosca atrapada por trampa por dia por 1000

AFC= adultos capturados por mes

LARVA= numero de larvas detectadas por mes

LARVA/KG larvas por kg. de fruta infestada.

CC.QQ.= Has. cubierta de control quimico

BROTDET Numero de brotes que fueron detectados por mes.

MAD.CAFE Porcentaje de cafe maduro por mes.

P.PLUV.= mm. de precipitacion pluvial en el mes.

BROT.ACT Numero de brotes acumulados en las ultimas 8 semanas

CUADRO 13

FACTORES DE ANALISIS QUE DEMOSTRARON TENER ASOCIACION CON EL
ESTABLECIMIENTO Y DESARROLLO DE
EN EL SUR-OCCIDENTE DEL PAIS.

Ceratitis
1,986 - 1,990.

capitata

INTERPRETACION	FACTOR DE ANALISIS.					
	ESTRATO	SUELO	CLIMA	USO-TIERRA	ISOYETA	ISOTERMA
DISTRIBUCION DE LA POBLACION	03	Fco. limoso	S.T. Pluv.	Cafe	>3,000 mm	20-25 G.C.
DISPERSION DE LA POBLACION	02-03	Fco. limoso	S.T. Pluv.	Cafe	>3,000 mm	20-25 G.C.
PERMANENCIA DE LA POBLACION	03	Fco. limoso	S.T. Pluv.	Cafe	>3,000 mm	20-25 G.C.
ABUNDANCIA DE LA POBLACION	03	Fco. limoso	S.T. Pluv.	Cafe	>3,000 mm	20-25 G.C.
CONDICIONES IDEALES	03	FCO. LIMOSO	S.T.PLUV.	CAFE	>3,000 mm	20-25 G.C.

7. CONCLUSIONES GENERALES.

- 1.- De las 47 especies que se muestrearon y analizaron en el periodo de 1,986 a 1,990, 17 presentaron infestación (cuadros 4 y 5). La especie más importante como hospedera, en términos relativos como absolutos, es el café ya que el 96% de las muestras que presentaron infestación pertenecen a esta especie. Las otras especies importantes son: el caimito, la naranja agria, la naranja dulce, la guayaba, la mandarina y el limón mandarina.
- 2.- El cultivo del café y los cítricos de importancia, mencionados anteriormente, presentan disponibilidad de fruta todo el tiempo, pero solo es en el café en donde se han detectado larvas en los doce meses del año.
- 3.- De los 4,830 km² del área de evaluación, 548 km² fueron ocupados por C. capitata uno o los cinco años del periodo de estudio. Esto equivale al 11.35 % del área evaluada.
- 4.- La población de adultos de C. capitata no se encuentra distribuida en agregados ni al azar en el área de evaluación. La población de larvas presenta un patrón de distribución en agregados. Y, tomando en cuenta la población de larvas más adultos, ésta se ajusta a la distribución en agregados en los años 86, 88 y 90; pero no así en el 87 y el 89.
- 5.- El parámetro "K", como un índice intrínseco de agregación para la población de larvas presentó cierta variación (cuadro 14), pero se pudo establecer dos grupos de similitud, uno conformado por las poblaciones de los años 86, 88 y 90 ("K" = 0.004266) y otro por la de los años 87 y 89 ("K" = 0.0125). Se estima que el parámetro "K" de los dos grupos mencionados está influenciado por el control químico llevado a cabo en forma masiva en los años 87 y 89.
- 6.- Las más altas densidades de población (más de 24 larvas y adultos por km², en los cinco años de estudio), y las áreas que presentaron los cinco años con detección están aledañas al área infestada denominada columna 5, sobre los cuadrantes (4,3) y (4,4) de las coordenadas UTM. La población disminuye en forma de gradiente conforme se acerca a territorio de México.
- 7.- Un periodo fluctuacional de la población comienza en octubre de cada año (semana número 40) y termina en septiembre del año próximo. La curva de crecimiento de la población es del tipo "J". La primera fase de la fluctuación (fase de establecimiento o de adaptación) ocurre de la semana 40 a la No. 4 del año siguiente. En esta fase, la población, principalmente de adultos, aparece prácticamente en toda el área donde ha demostrado su distribución. Entre la semana cuatro y siete del año, la población crece en forma exponencial causada por la alta detección de larvas y de adultos. Inmediatamente después de la octava semana del año, la población llega a su pico máximo, lo que equivale a la fase de equilibrio.

- 8.- La permanencia de la población se estableció por el número de semanas con captura en un mismo espacio de muestreo (km^2). Una alta permanencia se consideró en aquellos lugares en donde se detectó población por más de 12 semanas en los cinco años evaluados.
- 9.- La máxima expresión de la población en términos de su mejor distribución y abundancia (características poblacionales) está dada en aquellos lugares en donde se asocian los factores siguientes: el clima sub-tropical pluvial con un área de 135 km^2 , el suelo franco limoso, el área con precipitación arriba de $3,000 \text{ mm}$; El cultivo del café y el área con temperatura media anual entre 20°C y 25°C . La distribución y abundancia disminuyen a medida que estos factores se disocian.
- El área en donde se manifiesta el clima tropical Húmedo es importante por el nivel de detección que ha presentado. En ésta área se encuentran la mayoría de frutas tropicales.
- 10.- De acuerdo a la prueba de T (student) a la que se sometieron los resultados de correlación, solo se encontró correlación entre las variables precipitación pluvial de la zona cafetalera y los brotes que en la misma zona se detectaron. Sin embargo, el modelo de regresión propuesto no se ajusta a los datos observados de estas variables. De acuerdo a lo anterior, la precipitación es el principal factor extrínseco de resistencia ambiental (de los analizados en este trabajo), que mantienen dentro de un patrón cíclico a la población.

8. RECOMENDACIONES.

8.1. En los últimos años, el Programa Moscamed ha desarrollado un extenso e intenso trabajo de detección y control de la mosca del Mediterráneo en el área de evaluación. Dentro de esa estrategia se plantean las siguientes recomendaciones generales.

A. Tomar con prioridad al calendario de la plaga en las estrategias generales y por lo tanto para la planificación anual. Este calendario debe comenzar en Octubre de un año y terminar en Septiembre del año próximo, dividiendo al mismo en tres fases por las características de la fluctuación poblacional. La primera fase es de Octubre a Diciembre, la segunda de Enero a Mayo y la tercera de Junio a Septiembre.

B. ACTIVIDADES DE MUESTREO (Incluye el trapeo y muestreo de fruta).

Para la primera fase se deberá mantener un muestreo regularmente intensivo en la columna cuatro y en la columna cinco UTM para detectar tempranas invasiones al área de control. El resto del área de control deberá muestrearse en forma extensiva para determinar el área de distribución de la plaga.

En la segunda fase, el objetivo del muestreo debería ser detectar el avance de las altas densidades de la plaga por lo que deberá hacerse muy preferencial sobre el cultivo del café; así como deben muestrearse el caimito, la guayaba y los cítricos de la zona tropical húmeda.

El propósito del muestreo en la tercera fase deberá ser establecer el abatimiento de la curva de crecimiento poblacional motivado por los factores endógenos y exógenos.

C. ACTIVIDADES DE CONTROL.

Los resultados del muestreo deben establecer las estrategias particulares del control, sin embargo, para cada fase deberían seguirse los lineamientos siguientes:

En la primera fase el principal control debe realizarse con insecto estéril debido a que el nivel de población es bajo y su crecimiento lento. Este control debe realizarse en aquellas áreas en donde la población a mostrado sus más altos niveles poblacionales.

Para la segunda fase se deberá sustituir el control autocida por el control químico en aquellos lugares

con altas densidades poblacionales. El control autocida debe establecerse más hacia el oeste por presentar allí los más bajos niveles poblacionales.

En la tercera fase, el control debería realizarse sobre focos específicos con altas incidencias de población.

8.2. De acuerdo a los resultados del presente trabajo y para tener un mayor conocimiento sobre la mosca del Mediterráneo, se recomienda realizar investigaciones sobre los aspectos siguientes:

- A. Investigar, en base a la información que se tiene en el banco de datos del Programa MOSCAMED, el patrón de distribución que presenta la población de adultos para que pueda dirigirse en mejor forma el control autocida y el control químico
- B. Hacer estudios de población de la mosca del mediterráneo y su relación con las otras moscas de las frutas del género Anastrepha orientado a territorialidad. Este factor puede estar ocasionando bajas infestaciones de C. capitata en frutas tropicales donde el género Anastrepha se encuentra en altas densidades.
- C. Hacer estudios sobre el impacto ambiental que pueda ocasionar el control químico al utilizarse como mecanismo para abatir la mosca del Mediterráneo.
- D. Investigar el patrón de dispersión de la población de mosca estéril para poder garantizar los mecanismos más eficientes de liberación en el campo.
- E. En base a la correlación que se establece entre la precipitación y el crecimiento poblacional, debe establecerse el modelo que permita predecir el surgimiento o abatimiento de la población con fines de programar el control.
- F. Investigar la tabla de vida de la mosca del Mediterráneo en condiciones de campo y establecer asociaciones entre los parámetros obtenidos y la fluctuación anual que presenta.
- G. Investigar la presencia de enemigos naturales y su influencia en el comportamiento de la población.

10. BIBLIOGRAFIA

- 1.- BARFIELD, C.S. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en Centro América; estado actual y futuro. Editado por K. L. Andrews y José Rutilio Quezada. Honduras, Escuela Agrícola El Zamorano. p. 46-67.
- 2.- BERG H., G. 1964. Moscas de las frutas; manual entomológico para los inspectores de cuarentena vegetal. San Salvador, El Salvador, Organización Internacional Regional de Sanidad Animal. s.p.
- 3.- BRITANICA BOOK OF THE YEAR (UK). 1987. Enciclopedia británica. Chicago, Estados Unidos. Tomo II.
- 4.- CAVALLORO, R. 1982. Populations' dynamics parameters estimation in fruit fly pest systems. In *Fruit Flies of Economic Importance*. Luxemburgo, Bélgica, Comisión of the European Communities. p. 307-315.
- 5.- CRISCI, V.; LOPEZ, M. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, D.C., Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 132 p. (Serie de Biología. Monografía no. 26).
- 6.- CURSO INTERNACIONAL SOBRE MOSCAS DE LA FRUTA. (4., 1990, México). Biología, ecología y sistemática. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 28 p.
- 7.- CRUZ S, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
- 8.- DOWNIE, N. M.; HEARTH, R.W. s.f. Métodos estadísticos aplicados. Trad. J.P. Vilaplana. 3 ed. México, Harla. 373 p.
- 9.- ESCAFI, F.M.; CUNNINGHAM, R.T. 1987. Host plants of fruits flies (Diptera: Tephritidae) of economic importance in Guatemala. *Flr. Entomol. (EE.UU)* 70:116-121.
- 10.- FLETCHER, B.S. 1989. Life history strategies of tephritid fruit flies. In *Fruit Flies, Their Biology, Natural Enemies and Control*. Ed. A.S. Robinson and G. Hooper. Amsterdam, Holanda, Elsevier. V. 38, p.195-208.
- 11.- GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1981. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala 4 tomos.
- 12.- _____. PROGRAMA MOSCAMED. 1990. Memoria de labores; años 1986, 1987, 1988, 1989 y 1990; Centro de Operaciones del sur-occidente. Guatemala. s.p.
- 13.- _____. SECRETARÍA GENERAL DEL CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACIÓN ECONÓMICA. 1985. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra. Memoria Explicativa. Guatemala. 24 p.
- 14.- GUTIERREZ SAMPERIO, J. 1976. La mosca del mediterráneo, *Ceratitidis capitata* (WIED) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. p. 2-26.
- 15.- HARRIS, E. J.; LEE, L.Y.L. 1987. Seasonal and anual distribution of the mediterranean fruit fly (Diptera: tephritidae) in Honolulu and suburban área of Oahu, Hawai. *Environ. Entomol. (EE.UU)* 16:1273-1282.
- 16.- HEDSTROM, I. 1991. Population dynamics and host relationships of tephritid fruit flies in seasonal and non-seasonal neotropical environments. In *The Guava fruit fly, Anastrepha striata* Schiner (Tephritidae) in Seasonal and Non-seasonal Neotropical Forest. Austria, Sweden Uppsala University, Faculty of Science. p. 14-35.
- 17.- HOLDRIDGE, L. 1975. Taller sobre mapificación ecológica en el nivel de reconocimiento de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 26 p.
- 18.- INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FRUIT FLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE(1990, Antigua Guatemala, Gua.). Abstracts. Guatemala, Programa Moscamed. 121 p.
- 19.- KANESHIRO, K. 1991. Quality control of mass-reared strains of fruit flies. In *The International Symposium on the Biology and Control of Fruit Flies*. (1991, Okinawa, Japan). Japón, s.n. p. 137.
- 20.- KIMBALL, J.W. 1982. Biología. Trad. por Luis Mora-Ocejo y Manuel Rojas Garcidueñas. 4 ed. México, Fondo Educativo Interamericano. p. 750-751.
- 21.- KLEINBAUM, D., et al. s.f. Applied regression analysis and other multivariable methods. Ed. PWS-Kent. Estados Unidos, The University of North Carolina at Chapel Hill. p. 102-163.

- 22.- KREBS, CH. 1985. Ecología; estudio de la distribución y la abundancia. México, Harla. p. 15-225.
- 23.- LINARES P., F.A. 1991. Medfly program in Guatemala and México: current situation. *In* The International Symposium on the Biology and Control of Fruit Flies. (1991, Okinawa, Japan). Japón, s.n. p. 45-50.
- 24.- LUDWIG, J.; REINOLDS, J. 1988. Statistical ecology; a primer on methods and computing. Estados Unidos, Wiley Interscience. 337 p.
- 25.- McCUEN, R.; SNYDER, W. 1986. Hidrologic modeling, statistical methods and applications. Estados Unidos, Prentice-Hall. p. 363-402; 442-507.
- 26.- MENDENHALL, W. 1987. Introducción a la probabilidad y a la estadística. México, Grupo Editorial Iberoamericano. 619 p.
- 27.- ODUM, E.P. 1986. Ecología. Trad. por Gerhard Ottenwaelder. 3 ed. México, Interamericana. p. 6-317.
- 28.- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. 1970. Erradicación de mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wied.) RLA/65/062; Informe final a los gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá; Representados por OIRSA. El Salvador. s.p.
- 29.- RABINOICH, J.E. 1978. Ecología de poblaciones animales. Washington, D.C., Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. p. 23-38. (Serie de Biología. Monografía no. 21).
- 30.- REYES, L.M. 1981. El análisis de regresión y sus métodos de cómputo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 149 p.
- 31.- ROJAS, B.A. 1964. La binomial negativa y la intensidad de plagas en el suelo. Fitotecnia Latinoamericana (Méx.). 1:27-35.
- 32.- SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado-Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 141-174; 203-235.
- 33.- SOTA, E.R. DE LA. 1982. La taxonomía y la revolución en las ciencias biológicas. 3 ed. Washington, D.C., Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. 90 p. (Serie de biología. Monografía no. 3)
- 34.- WOLFER, H. 1982. Life systems and strategies of resource exploitation in Tephritids. *In* Fruit flies of Economic Importance. Luxemburgo, Bélgica, Comisión de the European Communities. p. 16-30.

16-30
P. P. P. P. P.





LA TESIS TITULADA: "ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE POBLACION DE MOSCA DEL MEDITERRANEO Ceratitis capitata (Wiedeman). REGION SUR-OCCIDENTAL DE GUATEMALA. QUINQUENIO 1986-90".

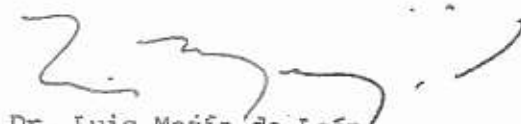
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ELMER ALBERTO LOPEZ RODRIGUEZ

CARNET NO: 85-10153

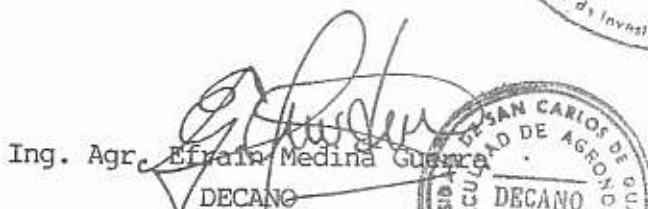
Ha sido evaluada por los profesionales: Ingeniero Agrónomo Ariel Ortiz y Doctor José de Jesús Castro.

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Negri Gallardo
ASESOR


Dr. Luis Mejía de León
DIRECTOR DEL IIA

IMPRIMASE


Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
DECANO





/sler.