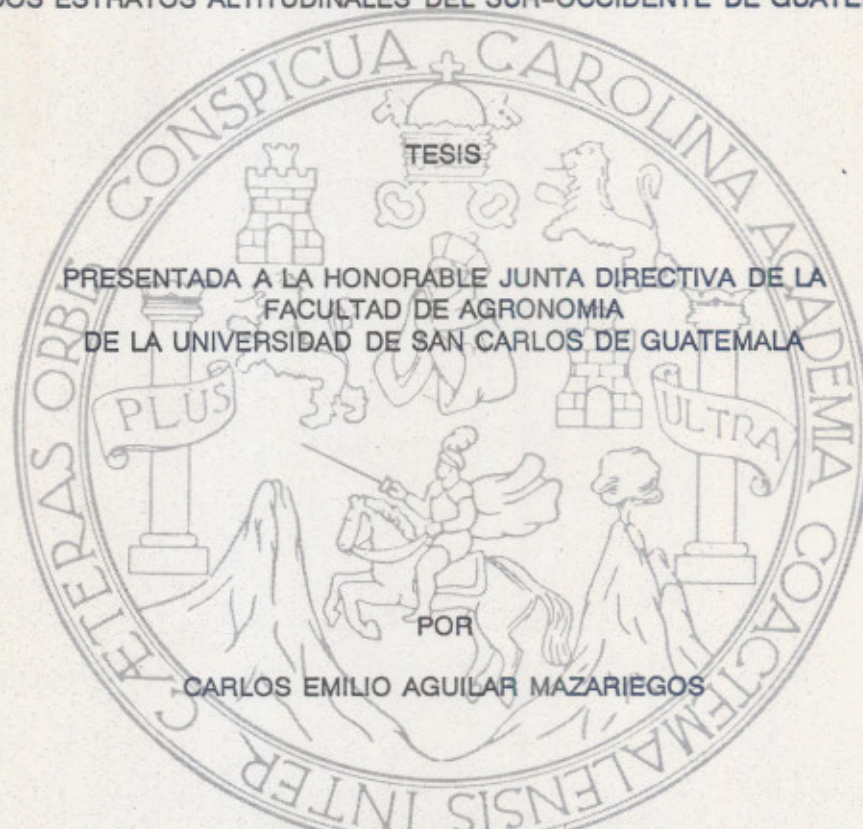


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

TABLA DE VIDA DE LA MOSCA DEL  
MEDITERRANEO (*Ceratitis capitata* Wied)  
EN EL CULTIVO DEL CAFE (*Coffea arabica* L)  
EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DEL SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA\*



EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

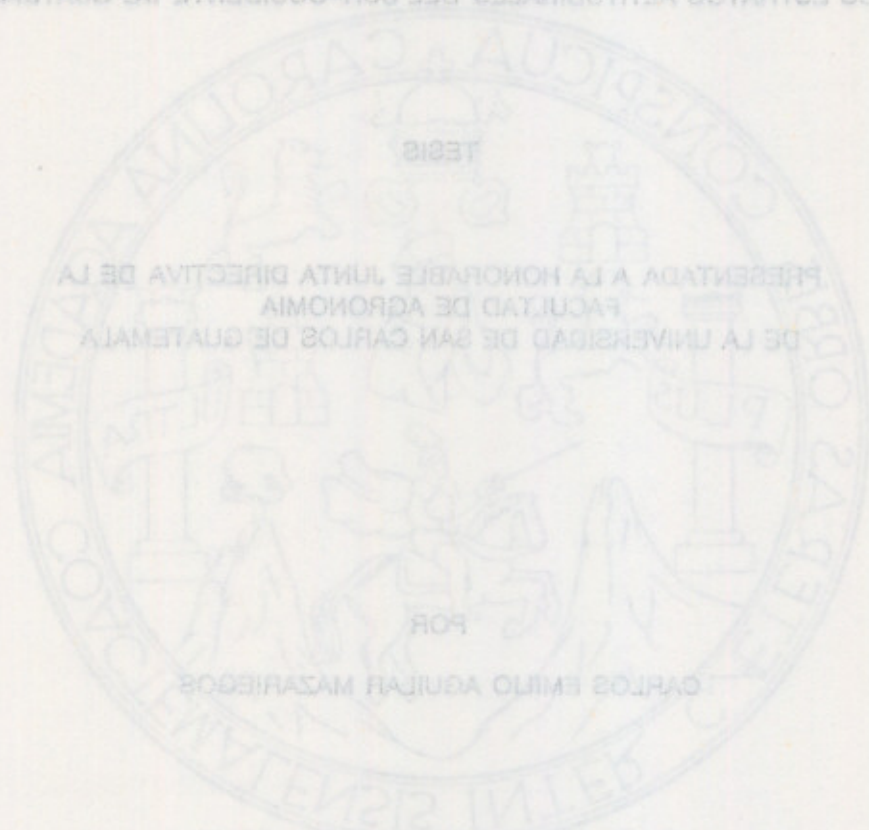
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, MARZO DE 1993.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

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

EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DEL SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA,  
EN EL CULTIVO DEL CAFE (*Coffea arabica* L.)  
MEDITERRANEO (*Coffea arabica* Wied.)  
TABLA DE VIDA DE LA MOSCA DEL



INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE

GUATEMALA, MARZO DE 1993.



PL  
01  
T(1457)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**RECTOR:**

**Dr. ALFONSO FUENTES SORIA**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA:**

**DECANO: Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA**

**VOCAL I: Ing. Agr. MYNOR ESTRADA R.**

**VOCAL II: Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES.**

**VOCAL III: Ing. Agr. CARLOS MOTA DE PAZ**

**VOCAL IV: Br. ELIAS RAYMUNDO RAYMUNDO**

**VOCAL V: Br. JUAN GERARDO DE LEON MONTERROSO.**

**SECRETARIO: Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY.**



Guatemala, marzo de 1,993.

Señores:

Honorable Junta Directiva.

Honorable Tribunal Examinador.

Facultad de Agronomía.

Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

**"TABLA DE VIDA DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO  
(Ceratitis capitata Wied) EN EL CULTIVO  
DEL CAFE (Coffea arabica L) EN DOS ESTRATOS  
ALTITUDINALES DEL SUR-OCCIDENTE DE GUATEMALA"**

Investigación presentada como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente:

P. Agr. Carlos Emilio Aguilar Mazariegos.



**ACTO QUE DEDICO**

A: Dios, fuente de todo conocimiento

A mi madre: Margarita Mazariegos de Escriba por todo su amor y apoyo.

A todas las personas que han contribuido en mi formación como persona:

Arturo Mazariegos Dardon.  
Hector Joaquín Enriquez.  
Dr. Arturo Mazariegos Enriquez (Q.E.P.D.)  
Lic. Lidia Marina Mazariegos de Celada.  
Olga Marina Enriquez de Mazariegos (Q.E.D.P.)  
Alvin Ariel Escribá Vela.

A mis hermanos: Alejandra, Eleonora y Alvin Ariel.

A mis tíos y primos, en especial a:

Rudy José, Aurora Iracema, Julio Dagoberto, Maria Cristina.

A las familias: Escriba Vela.  
Turcios Escriba.  
Mejia Orozco.



## TESIS QUE DEDICO.

A: Guatemala.

A: Totonicapán.

A los centros que me formaron académicamente:

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Facultad de Agronomía.

Instituto Técnico de Agricultura, Barcena, Villa Nueva.

Colegio Pedro de Bethancourt, Totonicapán.

A: La Coordinadora de Profesores Auxiliares 1990 de la Facultad de Agronomía.

A: La Coordinadora Social.

Al: Club Superación de Totonicapán.

A: Mis compañeros de la Promoción 84-86 del Instituto Técnico de Agricultura y de la promoción 87 de la Facultad de Agronomía.

A: Mis compañeros de trabajo del Centro Universitario de Sur Occidente, con sede en Mazatenango.

A: A mis compañeros de trabajo del PROGRAMA MOSCAMED, en especial al personal técnico y operativo de la Región Sur Occidental.

A: Edwin Ramirez por los esfuerzos que juntos realizamos durante el desarrollo de nuestras investigaciones.



### AGRADECIMIENTOS.

Al Ing. Agr. M. Sc. Flavio Linares y al Ing. Agr. Arnulfo Montoya por la invaluable asesoría y orientación que me brindaron en el desarrollo de la presente investigación.

Al personal de campo de colaboro en el desarrollo del trabajo, en especial al P. Agr. Pedro Saldaña.

A las autoridades del Programa MOSCAMED por el financiamiento proporcionado para el desarrollo del trabajo.

A José Manuel Bautista por su apoyo en la impresión del presente trabajo.

A los Ingenieros Agrónomos Leonel Carrillo, Carlos Mas, Byron Millian, Elmer Lopez, Mynor Otzoy, Pedro Rendón, Luis Alfredo Tobar y Fernando Mazariegos por la amistad y el apoyo que me han brindado.

A la administración de las fincas San Carlos Miramar, Coatepeque y San Jerónimo, Colomba; en especial al Ing. Agr. Carlos Holtmann.



## I N D I C E.

	Página.
1. INTRODUCCION .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ....	2
3. MARCO TEORICO .....	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL .....	4
3.1.1. Tabla de vida .....	4
3.1.2. Clases de tabla de vida .....	5
3.1.3. Curva de sobrevivencia .....	6
3.1.4. Parámetros demográficos derivados de la tabla de vida .....	7
3.2. MARCO REFERENCIAL .....	9
3.2.1. Importancia de la mosca del Mediterráneo	9
3.2.2. Biología y Ecología de <i>C capitata</i> Wied .	10
3.2.3. Estudios demográficos de la mosca del Mediterráneo y otros tefrítidos .....	12
4. OBJETIVOS .....	15
4.1. GENERAL .....	15
4.2. ESPECIFICOS .....	15
5. HIPOTESIS .....	16
6. METODOLOGIA .....	17
6.1. LOCALIZACION .....	17
6.2. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	17
6.2.1. Selección de plantas y bandolas .....	17
6.2.2. Instalación y desarrollo del experimento	18
6.2.3. Variables de respuesta .....	21
6.2.4. Análisis de la información .....	22
7. RESULTADOS Y DISCUSION .....	27
7.1. TABLAS DE VIDA .....	27
7.2. TASAS DE MORTALIDAD .....	37



7.3.	CURVAS DE SOBREVIVENCIA .....	38
7.4.	PARAMETROS DEMOGRAFICOS .....	43
7.4.1.	Tasa neta de reproducción .....	45
7.4.2.	Tasa intrínseca de crecimiento natural .	45
7.4.3.	Tasa finita de multiplicación .....	46
7.4.4.	Tiempo de duplicación .....	46
7.4.5.	Tiempo generacional .....	46
8.	CONCLUSIONES .....	48
9.	RECOMENDACIONES .....	51
10.	BIBLIOGRAFIA .....	53
11.	ANEXO .....	55

#### L I S T A   D E   F I G U R A S .

	Pág	
1.	Humedad relativa media registrada a 550 msnm y 1050 msnm	39
2.	Temperatura media registrada a 550 msnm y 1050 msnm	40
3.	Curva de sobrevivencia de los progenitores de la mosca del Mediterráneo en la localidad ubicada a 550 msnm	41
4.	Curva de sobrevivencia de los progenitores de la mosca del Mediterráneo en la localidad ubicada a 1050 msnm	42
5.	Curva de sobrevivencia de la F1 de la mosca del Medite - rráneo en la localidad ubicada a 550 msnm	43
6.	Curva de sobrevivencia de la F1 de la mosca del Medite - rráneo en la localidad ubicada a 1050 msnm	44
7a.	Localización del estudio en la república de Guatemala	56
8a.	Ubicación cartográfica del estudio. Mapa escala 1:50000	57



## LISTA DE CUADROS.

No.	Título	Página
1.	Descripción y fórmulas de las variables de la tabla de vida de la mosca del Mediterráneo ( <u>Ceratitis capitata</u> Wied).	22
2.	Fórmulas de cálculo de los parámetros demográficos investigados en el estudio.	26
3.	Tabla de vida de los progenitores macho de mosca del Mediterráneo a 550 msnm a partir del sexto día de la emergencia de los adultos.	27
4.	Tabla de vida de los progenitores hembra de mosca del Mediterráneo a 550 msnm a partir del sexto día de la emergencia de los adultos.	28
5.	Tabla de vida de los progenitores macho de mosca del Mediterráneo a 1050 msnm a partir del sexto día de la emergencia de los adultos.	39
6.	Tabla de vida de los progenitores hembra de mosca del Mediterráneo a 1050 msnm a partir del sexto día de la emergencia de los adultos.	30
7.	Tabla de vida de la F1 de la mosca del Mediterráneo a 550 msnm con 8 días de oviposición.	31
8.	Tabla de vida de la F1 en de mosca del Mediterráneo a 1050 msnm con 9 días de oviposición.	32
9.	Fecundidad y fertilidad de la mosca del Mediterráneo durante trece días de oviposición a 550 msnm y veinticuatro días a 1050 msnm.	33
10.	Resumen cuantitativo de individuos por estado biológico de la mosca del Mediterráneo registrados a 550 msnm y 1050 msnm.	34
11.	Comparación de medias y estadísticos por estado biológico de la mosca del Mediterráneo en las localidades situadas a 550 msnm y 1050 msnm.	35
12.	Cantidad de adultos de mosca del Mediterráneo emergidos por sexo y resultados de la prueba chi-cuadrado en las localidades situadas a 550 msnm y 1050 msnm.	36
13.	Tasas de mortalidad por estado biológico de la mosca del Mediterráneo en las localidades situadas a 550 msnm y 1050 msnm.	37
14.	Parámetros demográficos de la mosca del Mediterráneo en las localidades ubicadas a 550 msnm y 1050 msnm basado en el estudio de Carey	44
15A.	Días de sobrevivencia de los progenitores por sexo y bandola en las distintas altitudes	60
16A.	Conteo de huevos hasta el día ocho a 550 msnm y hasta el día nueve a 1050 msnm.	61
17A.	Conteo de larvas a 550 y 1050 msnm.	61



18A.	Conteo de pupas a 550 y 1050 msnm.	62
19A.	Conteo de adultos a 550 y 1050 msnm.	62
20A.	Conteo de individuos después de la primera semana de sobrevivencia a 550 y 1050 msnm.	62
21A.	Tabla de oviposición de la mosca del Mediterráneo ( <u>Ceratitis capitata</u> Wied) a 25°C.	63



TABLA DE VIDA DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (*Ceratitis capitata* Wied) EN EL CULTIVO DEL CAFE (*Coffea arabica* L) EN DOS ESTRATOS ALTITUDINALES DEL SUR OCCIDETE DE GUATEMALA.

LIFE TABLE OF THE MEDITERRANEAN FRUIT FLY (*Ceratitis capitata* Wied) IN COFFEE PLANTATIONS (*Coffea arabica* L) AT TWO ALTITUDINAL LEVELS IN THE SOUTHWEST OF GUATEMALA.

RESUMEN.

La mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied), es una plaga capaz de parasitar hasta 200 especies de frutales (5), y que ha sometido a los países infestados, a fuertes cuarentenas por parte de los países libres de la misma, causando de esa forma, cuantiosas pérdidas económicas. Para su control, manejo y erradicación, es necesario contar con información de su dinámica poblacional, la cual se ha desarrollado en otros países y, en la mayoría de los casos a nivel de laboratorio.

La investigación se realizó con los objetivos de determinar la tabla de vida de *C. capitata* en dos altitudes, determinar la tasa de mortalidad por estado biológico, elaborar la curva de sobrevivencia y determinar la tasa neta de reproducción, la tasa intrínseca de crecimiento, la tasa finita de multiplicación, el tiempo de duplicación y el tiempo generacional. Para lograrlos se procedió a realizar una tabla de vida horizontal mediante el conteo periódico del número de individuos vivos y muertos en los diferentes estados del ciclo de vida del insecto.

El estudio se llevó a cabo en el período de noviembre/91 a enero/92 en las altitudes de 550 y 1050 msnm, en los municipios de Coatepeque y Colomba, respectivamente. Ambas localidades están situadas en la faja cafetalera con zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido. Históricamente es el área de mayor infestación de la plaga a nivel nacional (8).

Durante la realización del experimento se llevaron registros de humedad relativa y temperatura medias. A 550 msnm se registró una humedad relativa media de 55 a 65% y temperatura media entre 22 y 24°C. A 1050 msnm las condiciones fueron distintas, pues en esta altitud se registró de 65 a 75% de humedad relativa y de 16 a 18°C de temperatura.

En la investigación se determinó que los progenitores sobrevivieron trece días en el campo a 550 msnm y veinticuatro a 1050 msnm; en ésta última localidad, la esperanza de vida de los progenitores fue superior en un promedio de siete días a la obtenida a 550 msnm, lo que hace pensar que el control autocida puede tener mejor resultado en localidades con condiciones de humedad y temperatura similares a las registradas a 1050 msnm.

Mediante la prueba de "t" de Student con un 95% de confianza se determinó que no existen diferencias significativas en la fecundidad y fertilidad reportadas para las distintas localidades, sin embargo, en la cantidad de pupas y adultos se presentaron diferencias significativas, debido a la elevada tasa de



mortalidad que sufrió el estado larvario a 550 msnm, la cual fue de 81%.

Utilizando la prueba de bondad de ajuste con chi-cuadrado con 5% de significancia se determinó que en ambas localidades el número de individuos hembra y adultos emergidos se ajusta a la proporción 1:1.

Las tasas de mortalidad obtenidas de la tabla de vida se utilizaron para determinar que para que emerja un adulto en la altitud de 550 msnm se necesitan 15.5 larvas, mientras que para la altitud de 1050 msnm la proporción es de cinco larvas a un adulto.

La emergencia de los adultos de la primera generación ocurrió a los 28 y 38 días de introducir los progenitores a las jaulas de campo a 550 y 1050 msnm, respectivamente, debido sobre todo a las condiciones de temperatura que imperaron en las distintas localidades, y que trajo como resultado un tiempo generacional de 32.5 días a 550 msnm y 45.3 días a 1050 msnm.

A 550 msnm la población experimentó un descenso natural, pues su tasa neta de reproducción fue de 0.577; a 1050 msnm, la población expresó una tasa neta de reproducción de 2.1085 y un tiempo de duplicación de 42 días.



## 1. INTRODUCCION.

La mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wied) es una de las plagas más importantes que actualmente afectan los productos hortofrutícolas. Gutiérrez (5) indica que se han reportado más de 200 hospederos y que los países que están infestados de la plaga, como Guatemala son sometidos a programas cuarentenarios que limitan la venta de éstos productos en los mercados internacionales.

A nivel nacional, el organismo que trabaja en la detección y control de esta mosca es el Programa MOSCAMED, el cual mantiene una barrera de control para evitar el avance de la plaga hacia las zonas libres del territorio de Guatemala, México y Estados Unidos (11).

A pesar de la importancia de la plaga en nuestro país, no se han efectuado estudios de campo sobre la tabla de vida de la C. capitata. Los estudios disponibles se han desarrollado en otros países y en su mayoría a nivel de laboratorio; los conocimientos que los mismos han generado se utilizan en la planificación y desarrollo de las estrategias de control.

El presente estudio se desarrolló con la finalidad de elaborar la tabla de vida de C. capitata, en el cultivo del café en dos altitudes sobre el nivel del mar, para determinar el estado biológico donde ocurre la mayor mortalidad, elaborar la curva de sobrevivencia y obtener indicadores demográficos tales como la tasa neta de reproducción, la tasa intrínseca de crecimiento natural, el tiempo generacional, la tasa finita de multiplicación, y el tiempo de duplicación.

La investigación se realizó en los niveles altitudinales de 550 msnm y 1050 msnm, en los municipios de Coatepeque y Colomba, respectivamente. Ambas áreas se encuentran en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido. Durante su desarrollo (noviembre 91 – enero 92) se realizaron muestreos periódicos del número de individuos vivos y muertos a diferentes edades (en días) durante el período de maduración de los frutos café, datos que se utilizaron para construir una tabla de vida horizontal.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wied) es una plaga exótica que parasita más de 200 especies frutales, tanto silvestres como cultivadas; sus efectos causan pérdidas económicas a los fruticultores y al país, además de someter la producción nacional a efectos cuarentenarios (5). En Guatemala, se le ha detectado parasitando a nivel de campo 33 especies de árboles frutales (7). Dado a la magnitud del problema, desde 1975 el Programa MOSCAMED trabaja sobre la base de un control integrado de plagas, cuyo principio es detectar y controlar la plaga para evitar su emigración hacia zonas no infestadas (7,11).

Para resaltar la importancia económica de la plaga, cabe mencionar que en 1990 dicho programa para cumplir con sus objetivos invirtió aproximadamente U.S. 3.78 millones de dólares cubriendo un área de 72,000 Km<sup>2</sup> (11).

En la actualidad, en América Latina no existen estudios de campo sobre el comportamiento de la mortalidad en el ciclo de vida de C. capitata Wied. De la misma manera, tampoco se cuenta con información de campo sobre los parámetros demográficos, datos de vital importancia para la planificación y desarrollo de estrategias de detección y control.

El conocimiento de la forma en que se presenta la mortalidad, la supervivencia y los indicadores demográficos, es necesario para comprender la dinámica poblacional del insecto y generar estrategias de control con un fundamento más objetivo, utilizando estadísticas biológicas típicas de C. capitata en Guatemala.

El presente trabajo persiguió la adquisición de conocimientos sobre la tabla de vida de la mosca del Mediterráneo a nivel de campo, con el fin de generar información sobre la dinámica poblacional de la plaga y aplicarse en la orientación de las actividades de detección y control, así como generar e incrementar el conocimiento científico-tecnológico.

En lo que se refiere a la utilidad del trabajo en el control integrado de la plaga, se mencionan las razones siguientes:

- a. Complementar la información obtenida por Morales (9) sobre las densidades de mosca estéril a liberar en los brotes de la plaga al considerar los parámetros de incremento natural de población y la proporción de estados inmaduros que llegan al estado adulto, cuando se detectan los mismos. En el modelo de Knipling, el valor de la tasa neta de reproducción de la población, es fundamental para pronosticar a qué número de generaciones la población objetivo será controlada cuando se liberan moscas estériles (18).
- b. La obtención de un tiempo generacional en el campo, es importante para establecer el tiempo necesario de aspersión del cebo tóxico para interrumpir el ciclo biológico y evitar su reproducción.

El comportamiento de C. capitata en el sur-occidente de Guatemala, analizado por López (8) indica que el principal hospedero de la plaga, es el cultivo del café (Coffea arabica L), ya que del 96% de las muestras con infestación durante el quinquenio de 1986-90 pertenecen a esta especie; por esta razón, el presente estudio se realizó en este cultivo. El análisis de López también reveló que la plaga tiene un mayor desarrollo en la zona de vida subtropical cálida donde se encuentra la faja cafetalera, entre las alturas de 600 a 900 msnm. Las fincas seleccionadas para el estudio se encuentran en esta zona de vida y similar rango de altitudes, es decir, la selección de las fincas cubrió las condiciones de mayor infestación de la plaga.

### 3. MARCO TEORICO.

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL.

##### 3.1.1. Tabla de vida.

Las tablas de vida, también llamadas cuadros estadísticos de esperanza de vida, son un resumen de los índices de mortalidad de una población por edades. En su elaboración se siguen los patrones de las tablas actuariales de las compañías de seguros en los que se establece la probabilidad de muerte y por lo tanto de esperanza de vida, para una serie de intervalos de edades de la población (6,14).

Según Rabinovich (12), las tablas de vida son una manera sinóptica y abreviada de expresar con números la mortalidad específica por edades de una población, además, de ser el punto de partida para establecer parámetros poblacionales, lo que permite evaluar las características de la población en estudio.

Una tabla de vida se compone de los datos básicos siguientes: (6,12)

- a. Edad. En la elaboración de la tabla es necesario decidir los intervalos de edad.
- b. Proporción de sobrevivientes a una edad determinada.
- c. Número de individuos que mueren entre dos edades consecutivas.
- d. Probabilidad de morir entre dos edades consecutivas.
- e. Media de la probabilidad de sobrevivencia entre dos edades sucesivas.
- f. Número total de unidades del intervalo de edad seleccionado (minutos, días, meses, etc) que le quedan de vida a los sobrevivientes que han alcanzado una edad específica.
- g. Esperanza de vida en las unidades de tiempo en que están expresados los intervalos de edad.

### 3.1.2. Clases de tabla de vida.

#### A. Vertical.

La tabla de vida vertical se le conoce como estática, estacional, específica por edades, temporal o actual. Se basa en una cohorte (grupo de individuos con una misma edad cronológica) imaginaria obtenida a partir de la estructura por edades de la población en un momento dado en base a una estimación censal o muestral, y con el supuesto que la población se encuentra estacionaria y con una considerable superposición de generaciones.

El requisito fundamental de este tipo de tabla de vida, es el reconocimiento e identificación de las edades de los individuos de la población. El tipo se adapta al estudio de las poblaciones de artrópodos en las cuales es muy difícil evaluar la edad de una manera directa (6,12).

#### B. Horizontal.

La tabla de vida horizontal conocida como de generaciones o de grupos, se basa en los sucesos que le ocurren a una cohorte real; en ella se sigue a lo largo del tiempo, el destino de los individuos que han nacido en la misma época a medida que van siendo afectados por la mortalidad. En la tabulación de los datos se obtiene un registro directo del número de muertos.

El requisito fundamental para su elaboración, es disponer de una serie de muestreos de la población tomados en tiempos distintos, de manera que se conozca el número de individuos vivos y muertos a diferentes edades, es decir, el grupo de individuos se estudia toda su vida (6,12).

### 3.1.3. La curva de sobrevivencia.

La mortalidad puede expresarse también como una curva de sobrevivencia. Empleando los datos proporcionados por la tabla de vida, la curva de sobrevivencia expresa el número de sobrevivientes estimados en la densidad de una población determinada a varios intervalos de edad; proporciona información acerca del ciclo biológico de los organismos (14).

De acuerdo a Rabinovich (12), si se representan los valores de individuos vivos a una cierta edad en relación con la población inicial, en función del tiempo o la edad, se obtiene la llamada curva de sobrevivencia.

Existen cuatro tipos según las características de sobrevivencia de la población en estudio: (12)

1. La curva que refleja la mortalidad concentrada en los individuos viejos.
2. La curva en la que se observa que la mortalidad afecta fundamentalmente a los individuos jóvenes de la población.
3. Curva en la que el número de animales que muere a medida que la población envejece es menor, dado que el número de sobrevivientes va disminuyendo con la edad. En ella existe una fracción constante de animales vivos que mueren en cada uno de los intervalos de edad.
4. La curva de sobrevivencia caracterizada por ser una recta, significa que al aumentar en una unidad el número de individuos que mueren, es el mismo para un incremento en edades jóvenes y para un incremento en edades avanzadas.

Por lo general, la curva que se obtiene en este tipo de estudios suele ser una mezcla de las curvas descritas (12).

### 3.1.4. Parámetros demográficos derivados de la tabla de vida.

A partir de las funciones de sobrevivencia y fecundidad, pueden obtenerse parámetros demográficos de gran utilidad para explicar las características de una población animal, sin embargo, estos datos iniciales se refieren únicamente al sector femenino de una población, o sea, la sobrevivencia debe reflejar únicamente la sobrevivencia de las hembras y la fecundidad debe ser afectada por la proporción de sexos al momento del nacimiento o de la postura de huevos según el caso (6,12).

A continuación se describen los parámetros principales que pueden obtenerse:

#### A. Tasa neta de reproducción.

La tasa neta de reproducción conocida también como la tasa de reemplazo, es el número promedio de progenie hembra capaz de ser producido por cada hembra de la población durante toda su vida. Para calcularla se toma la fracción de hembras que viven hasta una edad (sobrevivencia) y se multiplica por el promedio de progenie hembra que produce a esa misma edad (fecundidad específica por edades). Luego se suman los resultados para todas las edades, o sea, para la duración completa de vida de la cohorte. Este parámetro, en otras palabras, indicará por cuántas hembras será reemplazada una hembra madre en el lapso de una generación (6,12).

Cuando este valor es menor que uno (1) significa que la población está en decrecimiento, si es mayor que uno (1) la población está aumentando y si es igual que uno (1), significa que la población se reemplaza a sí misma de generación en generación (12). En la técnica del insecto estéril (TIE) se utiliza para estimar en qué generación puede ser erradicada una población silvestre al ser tratada con insectos estériles de la misma especie (18).

B. Tiempo generacional.

El tiempo generacional se define como el tiempo que transcurre entre dos generaciones sucesivas, es decir, es el tiempo que transcurre entre el nacimiento de los padres y la descendencia, o bien el intervalo de tiempo comprendido entre la puesta de un huevo por una hembra de la población y la puesta de otro por parte de la hembra procedente del primero (12).

C. Tasa intrínseca de crecimiento natural.

La tasa intrínseca de crecimiento natural se conoce también como la tasa de multiplicación y demuestra el crecimiento de la población como si fuera una tasa de interés. Su cálculo considera los valores de sobrevivencia y fecundidad específica por edades (12).

El parámetro es genéticamente determinado y refleja la capacidad potencial de multiplicación poblacional, sin embargo, si las condiciones ambientales o de la población no permiten el crecimiento de la misma de acuerdo a una tasa máxima, es evidente que ella no crecerá de acuerdo a esta tasa potencial; podrá aumentar de acuerdo a una tasa real, menor que la potencial (6).

Se ha demostrado que los valores más bajos de esta tasa se encuentran entre los vertebrados de mayor tamaño, mientras que los valores más grandes corresponden a los insectos más pequeños (12).

D. Tasa finita de multiplicación.

La tasa finita de multiplicación es una tasa finita de crecimiento poblacional y no instantánea. Se interpreta como el número de individuos que se agrega a la población por individuo y por unidad de tiempo (12).

E. Tiempo de duplicación.

Se define como el intervalo de tiempo necesario para que la población se duplique en número; su cálculo se basa en el valor de la tasa intrínseca de crecimiento natural (12).

### 3.2. MARCO REFERENCIAL.

#### 3.2.1. Importancia de la mosca del Mediterráneo.

La mosca de la fruta del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wied) es un insecto originario del continente africano y detectado en nuestro país en 1975. Se considera como una de las plagas agrícolas más destructiva del mundo por afectar más de 200 especies hortofrutícolas, situación que la ubica como plaga de carácter cuarentenario para los países libres de ella. En la actualidad este insecto se encuentra en los cinco continentes y ha invadido regiones inaccesibles por las barreras geográficas debido al incremento del transporte aéreo de los productos vegetales e intercambio turístico entre los pueblos (5,10).

Gutiérrez (5) estimó que para la década de 1970 en el área centroamericana los daños ascendieron a once millones de dólares por año. En Guatemala, para 1990 los gobiernos de México y Estados Unidos invirtieron un total de 3,784,830 dólares a través de acciones ejecutadas por el Programa MOSCAMED en un área de 72,000 Km<sup>2</sup>, con el fin de evitar que la plaga se trasladara a las zonas no infestadas. El hecho que durante dicho año se mantuvieran 12,903 trampas Jackson en operación con revisión semanal, se recolectaran 38,535 Kg como muestras de fruta, se asperjaron 78,438 Ha. con cebo tóxico vía terrestre, se instalaran y revisaran 411,005 estaciones de olote cebo, se liberaran 21,417 millones de moscas estériles voladoras y se procesaran 831,229 Kg de fruta en acciones de control mecánico, demuestra las

intensas actividades de control integrado y los esfuerzos que se llevaron a cabo en el Programa MOSCAMED para detectar y controlar la plaga en Guatemala, manteniendo la barrera de contención (11). El valor perdido en producto, el gasto incurrido en el país y el trabajo realizado, son indicadores de la importancia que tiene la plaga en la producción hortofrutícola.

### 3.2.2. Biología y ecología de C. capitata.

C. capitata a igual que todos los dípteros posee los estados biológicos de huevo, larva, pupa y adulto. El huevo es de color crema, alargado y mide 1 mm X 0.2 mm. Una hembra puede ovipositar un total de 800 huevos durante toda su vida en condiciones ideales ovipositando de 3 a 14 huevos por postura. El período de incubación varía de 2 a 7 días bajo condiciones de temperatura de verano, pero para Guatemala se han reportado períodos de 2 a 3 días (5,10).

El estado de larva comprende tres estadios completando su desarrollo en un período de 11 días bajo condiciones de temperatura de 24 a 26°C. El hospedero y la localización del fruto (suelo o rama) también influyen en el período de duración del estado larval. Al completar su desarrollo, la larva tiene la característica de "saltar" hacia el suelo para pupar enterrándose a una profundidad de 1 a 2.5 cm. Si la larva no queda cubierta por algún material (hojarasca, tierra, etc) por lo general muere (5,10).

La pupa es de color café y en forma de barril. El tamaño de la pupa es de 3 a 10 mm X 1.25 a 3.25 mm; no existen diferencias en el tamaño de la pupa de la hembra y del macho. El período de desarrollo de la pupa es de 9 a 11 días a una temperatura de 24.4°C. La humedad, textura y calidad del suelo tienen poco efecto sobre la duración del período pupal, pero lo tienen muy marcado en la sobrevivencia (5,10).

El adulto requiere de 60 a 80% de humedad relativa y temperaturas superiores a los 15°C para alcanzar su desarrollo; la temperatura óptima oscila entre 23 y 27°C desarrollando así 10 o más generaciones al año. Las hembras alcanzan su madurez sexual entre 5 y 10 días; dos días después de la cópula se inicia la postura de huevos. Debido a la existencia de dos espermatecas, una sola cópula es suficiente para la fertilización continua de los huevecillos. El macho alcanza la madurez sexual a los 3 ó 4 días (5,9,10).

Los factores ecológicos que más influyen en el desarrollo de C. capitata Wied son el clima, asociaciones de hospederos que maduren en forma escalonada durante gran parte o todo el año, o un sólo hospedero que tenga fruto maduro durante todo el año y sustancias alimenticias indispensables para la fertilidad y maduración de los huevecillos (5).

Las altas temperaturas (óptima de 23 a 27°C), el elevado porcentaje de humedad relativa, inviernos templados y veranos húmedos y calurosos se constituyen en las condiciones óptimas para el desarrollo de la mosca (5).

La dieta de los adultos influye en su potencial biótico y en su longevidad; requiere azúcares, proteínas y vitaminas del complejo "B" y "E" para una fertilidad y desarrollo normal de los huevecillos. Sin alimento un adulto difícilmente sobrevive cuatro días (5).

Las cerezas de café (Coffea arabica L) cuando están maduras son el hospedero predilecto de C. capitata en América Central. La mosca parasita la cereza cuando empieza el color amarillo, y las larvas alcanzan su máximo desarrollo cuando las cerezas se tornan rojizas (5).

### 3.2.3. Estudios demográficos de la mosca del Mediterráneo y otros tefritidos.

Los estudios desarrollados a nivel de laboratorio por Vargas y colaboradores (16) sobre mosca del Mediterráneo (C. capitata Wied), mosca oriental de la fruta (Dacus dorsalis Hendel) y mosca del melón (D. cucurbitae Coquillett) demostraron que la mayor mortalidad para las tres especies ocurre durante el período larval (22, 20 y 23%, respectivamente). La mortalidad para el estado de huevo fue baja para las tres especies (5% en promedio), y para el período pupal fue baja para C. capitata (7%) y alta para las otras dos especies (17.5% en promedio).

C. capitata manifestó en dicho estudio, un tiempo generacional más corto respecto a las otras dos especies (31.5 días), la segunda tasa neta de reproducción (317.5) y la más alta tasa intrínseca de crecimiento (0.18). El período de emergencia de los adultos inició el día 19 después de la oviposición. La relación de sexos no reportó diferencias significativas respecto a la normal 1:1. La producción de huevos se inició a los dos días después de la cópula y la cantidad se incrementó durante la primera semana y declinó paulatinamente hasta la quinta semana (17).

Estudios realizados por Carey (1) con C. capitata demostraron que su máxima tasa neta de reproducción se da en el fruto de mango (Mangifera indica), con valores de 444.2, una tasa intrínseca de crecimiento natural de 0.164, un tiempo generacional de 35.8 días y un tiempo de duplicación de 4.2 días; en esta caso, la mayor tasa de mortalidad ocurrió en el estado de larva, pues la población se redujo de 49 a 20% en el cambio de estado larvario a pupa.

En un estudio realizado con C. capitata en frutos de café (Coffea arabica L) en Makaha Valley, Oahu, Estados Unidos, isla situada a una elevación de 229 msnm, con temperatura media de 25.4°C y precipitación anual de 400 mm se obtuvieron como resultados un período de preoviposición de 15.9 días, un período de oviposición de 34.6 días, 484.6 huevos ovipositados en total y una incubación de 83.8%. La primera

generación filial (F1) procedente del campo fue cultivada en frutos de papaya (Carica papaya) en el laboratorio, en donde se registró un tiempo de duplicación de 7.6 días, un tiempo generacional promedio 41.6 días y el mayor porcentaje de mortalidad se presentó en el estado de larva, reduciéndose la población de 44.9% a 19.8% al pasar de larva a pupa (16).

En lo que se refiere a los factores de mortalidad, Tejada (15) indica que dependen del estado biológico. Para el estado de huevo, la deshidratación, la temperatura y el pH del fruto son los principales; sin embargo, en condiciones naturales la mortalidad sufrida en este estado es de baja importancia en términos de control de poblaciones. En el estado de larva, la mortalidad es más dependiente del tiempo, el lugar y el estado fisiológico del fruto. En el estado de pupa, la humedad del suelo, la textura y la predación (sobre todo en las pupas que están más superficiales) son los factores de mayor importancia, y se considera este estado como el crítico, en el que los factores de mortalidad natural, ejercen su acción reguladora. En el adulto la lluvia, la humedad relativa y la temperatura son los más importantes. El factor regulador de la capacidad reproductiva, lo constituye principalmente la presencia de frutos en estado fisiológico adecuado, más que los factores de mortalidad que afecten a los adultos en sí.

En lo que se refiere a la depredación de larvas y pupas de mosca del Mediterráneo en el campo, Romero (13) indica que afecta sobre todo en la época lluviosa o cuando existe humedad en el medio, debido a que dicho factor del ambiente puede retardar el proceso de metamorfosis, matar por asfixia la pupas que estén en el suelo, convirtiéndose en un medio adecuado para el desarrollo de microorganismos, y sobre todo, porque en época húmeda existe mayor diversidad y actividad biológica. Entre los depredadores que posee la mosca del Mediterráneo, los más importantes son las hormigas, las cuales provocan un 95% entre las especies Solenopsis siloni,

Pogonomyrmex sp. y Brachymyrmex sp. El 5% restante es consumido por organismos del orden Coleoptera y los Diplopodos (ciempiés).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. GENERAL

Determinar la tabla de vida de la mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wied) en el cultivo del café de dos fincas situadas a 550 msnm y 1050 msnm.

### 4.2.ESPECIFICOS

1. Determinar la tasa de mortalidad en cada estado del ciclo de vida de la mosca del Mediterráneo (C. capitata Wied).
2. Elaborar la curva de sobrevivencia de la C. capitata Wied.
3. Determinar los indicadores demográficos tasa neta de reproducción, tasa intrínseca de crecimiento natural, tiempo generacional, tasa finita de multiplicación y tiempo de duplicación de C. capitata Wied.

## 5. HIPOTESIS.

- 5.1. La tasa de mortalidad mayor de la mosca del Mediterráneo ocurre en el estado de larva en las fincas cafetaleras situadas a 550 msnm y 1050 msnm.
- 5.2. Existen diferencias en los valores que componen la tabla de vida de la mosca del Mediterráneo en el cultivo del café localizado a 550 msnm y 1050 msnm, lo que provoca diferencias en los valores de los indicadores demográficos.

## 6. METODOLOGIA.

### 6.1. LOCALIZACION.

El estudio se realizó en dos fincas cafetaleras localizadas a diferentes alturas sobre el nivel del mar, cuyas condiciones son: (Figuras 7a y 8a).

- FINCA SAN CARLOS MIRAMAR: Se localiza en el municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango, situada a 550 msnm y en las coordenadas de 14°42'13" latitud norte y 91°43'45" longitud oeste.
- FINCA SAN JERONIMO: Se localiza en el municipio de Colomba, departamento de Quetzaltenango, ubicada a 1050 msnm y en las coordenadas de 14°42'54" latitud norte y 91°45'54" longitud oeste.

Ambas fincas se ubican en la cuenca del río Naranjo, a distancia lineal de 7 Km una de la otra, con una zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido, caracterizada por poseer una precipitación anual de 2136 a 4327 mm y una temperatura que varía de 20 a 25°C. Ambos lugares están catalogados como muy húmedos y sin una estación seca bien definida (3,4). Estas fincas fueron seleccionadas por presentar una zona de vida donde se ha observado un mayor establecimiento y crecimiento de la plaga, además que se encuentran adyacentes al estrato altitudinal de mayor infestación (600 a 900 msnm) (8).

### 6.2. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

#### 6.2.1. Selección de plantas y bandolas.

En las localidades en estudio se seleccionaron plantas de la variedad catual; las plantaciones tenían una edad de cinco y siete años de edad en la finca San Jerónimo y en la finca San Carlos Miramar, respectivamente.

En cada altitud se tomaron para el estudio diez plantas y cuatro bandolas por planta, con el objetivo de destinar una bandola para cada uno de los diferentes estados

del ciclo biológico de la mosca del Mediterráneo (huevo, larva, pupa, adulto) y repetir diez veces el ciclo.

Además, en cada localidad fueron seleccionadas veinte bandolas adicionales en otras plantas, las cuales se utilizaron para continuar la oviposición de las moscas que sobrevivieron más de siete días en el campo. Para ello se seleccionaron únicamente diez parejas sobrevivientes por finca con el fin de continuar su observación hasta su muerte, destinando una bandola por semana y por pareja de moscas.

Las plantas dentro de las plantaciones y las bandolas respectivas se seleccionaron al azar.

#### 6.2.2. Instalación y desarrollo del experimento.

Durante la primera quincena de julio de 1991 se protegieron las bandolas por medio de la instalación de jaulas de cedazo de plástico y alambre en las bandolas seleccionadas. Al momento de la instalación de la jaula se cortó de cada bandola seleccionada los frutos que se encontraron maduros o hubieran iniciado la maduración, con el fin de eliminar la posibilidad de una contaminación en la jaula que pudiera afectar los resultados.

El material biológico utilizado se obtuvo de la colonia de moscas del Mediterráneo criada con material procedente de San Lucas Tolimán, Sololá. Dicha colonia se encontraba en la novena generación en la planta de Producción de Mosca del Mediterráneo Estéril de San Miguel Petapa, Guatemala.

Para el manejo del material biológico en el laboratorio se utilizaron tres jaulas de plexiglas de 40X40X60 cm, una para introducir las pupas y las otras para separar los adultos por sexo. La jaula en la que se introdujeron las pupas se revisó diariamente con el fin de sexar (separación de los adultos por sexo) los individuos emergidos. Esta actividad se empezó a realizar siete días antes de introducir las

parejas de moscas copuladas a las jaulas de campo.

Dos días antes de introducir las moscas a las jaulas de campo se unieron las poblaciones de mosca hembra y macho para que se llevara a cabo la cópula asignando treinta y seis horas para su ocurrencia; seguidamente se trasladaron las parejas copuladas al campo en frascos entomológicos.

Las parejas se introdujeron con precaución a los frascos cuando se estaba llevando a cabo la cópula, asegurando así que las hembras al ser trasladadas al campo tuvieran potencial de oviposición.

La introducción de moscas fértiles y copuladas a las jaulas de campo se realizó cuando las bandolas seleccionadas tuvieron por lo menos 50% de los frutos maduros, para lo cual se hicieron observaciones periódicas en las plantaciones, plantas y bandolas seleccionadas.

C. capitata oviposita su mayor cantidad de huevos durante la primer semana después de la cópula (17), razón por la cual las moscas adultas se extrajeron de la jaula siete días después de introducidas con el objetivo de poder contar los huevos ovipositados durante la primer semana en el campo. De las moscas que sobrevivieron los primeros siete días en el campo se seleccionaron diez parejas al azar, a las que se les continuó la observación en el campo; para tal efecto, se destinó una bandola protegida por pareja y por semana hasta la muerte de las moscas. Este proceso permitió obtener la información sobre la sobrevivencia total de la mosca en el campo y sobre la cantidad de huevos ovipositados durante toda la vida de la mosca. Para ello se utilizaron veinte jaulas más por finca (10 bandolas por semana).

Cuando los insectos alcanzaron la etapa de adultos en el campo, se realizaron observaciones diarias para conocer la sobrevivencia de los mismos en ambos sexos. Las moscas adultas se alimentaron con una solución de proteína hidrolizada ICN<sup>®</sup>, la cual se colocó en algodones absorbentes que se alojaron como comederos dentro de

la jaula y con agua estéril.

Ocho días después de introducidas las moscas adultas a las jaulas de campo, se colectaron los frutos de las diez bandolas destinadas para el desarrollo de los huevecillos, para determinar en ellos el número promedio depositado por bandola. Este valor se utilizó para cuantificar la fecundidad.

Doce días después de enjauladas las moscas se colectaron los frutos de las bandolas destinadas para la cría de las larvas y determinar el número de larvas por bandola. La diferencia entre el número de huevos ovipositados y larvas eclosionadas se utilizó para cuantificar la fertilidad.

Diez días después de introducidas las moscas adultas a las jaulas, se enterraron en el suelo charolas de madera de dimensiones 50X40X15 cm con cedazo en la parte inferior, en el área de goteo de la planta, colocando dos charolas por planta, una para el estado de pupa y otra para el estado de adulto. A la vez, se colocó una malla de 100 agujeros/cm<sup>2</sup> desde la bandola enjaulada hasta la charola respectiva, asegurando de esta manera que las larvas cayeran en las charolas y evitar el escape de los adultos que emergieran de las pupas y realizar el conteo.

Siete días después del conteo de las larvas (diecinueve días después de iniciada la fase de campo), se colectó el suelo de las charolas de madera destinadas al mantenimiento de la pupa, el cual se pasó a través de un tamiz (100 agujeros/cm<sup>2</sup>) para poder obtener las pupas y cuantificarlas.

Por otro lado, a partir del día veintiuno de introducidas las moscas a las jaulas de campo, se hicieron observaciones diarias a las diez bandolas restantes tomando en cuenta el número de adultos vivos y muertos por sexo. Al final del experimento se examinó la tierra existente en esa última charola, a fin de obtener el número de pupas con insectos medio emergidos, número de pupas llenas y número de pupas vacías. El experimento finalizó ocho días después de observado el primer adulto de la primera

generación filial (F1).

### 6.2.3. Variables de respuesta.

#### A. Humedad Relativa y Temperatura.

En cada finca se instaló un higrómetro ocho días antes de introducir las moscas a las jaulas de campo con el objetivo de obtener información sobre la humedad relativa (%) y la temperatura (°C), imperantes durante el período de desarrollo del estudio. La información obtenida se comparó y se relacionó con las poblaciones de mosca del Mediterráneo observadas, pues ambos factores climáticos influyen en el desarrollo y distribución de los seres vivos (5,6,12,14,15).

#### B. Variables de la Población.

1. Número de días que sobreviven las parejas de moscas progenitoras hasta el día ocho después de introducidas a las jaulas de campo.
2. Número de días que sobreviven 10 parejas desde el día nueve hasta el día veintiuno, mediante el traslado de parejas que sobrevivieron los primeros ocho días.
3. Número de huevos observados por bandola.
4. Número de larvas observadas por bandola.
5. Número de pupas.
6. Número de adultos vivos y muertos por sexo diariamente para la F1 hasta ocho días después de observar el primer adulto.

### 6.2.4. Análisis de la información.

## A. Tabla de vida.

Se elaboró una tabla de vida horizontal, efectuando observaciones y conteos en forma constante. Se realizaron una serie de muestreos de la población en tiempos distintos según el estado observado y las condiciones de humedad y temperatura, a efecto de conocer el número de individuos vivos a diferentes edades. Las variables de la tabla de vida se detallan en el cuadro siguiente.

CUADRO 1. DESCRIPCION Y FORMULAS DE LAS VARIABLES DE LA TABLA DE VIDA EN LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (*Ceratitis capitata* Wied) (12).

VARIABLE	DESCRIPCION	FORMULA
x	Edad en días	
N <sub>x</sub>	No. de individuos vivos a la edad x. Se obtuvo contando el No. de individuos a diferentes edades y se tomó el promedio de las repeticiones existentes.	
dx	No. de individuos que mueren entre las edades x-1 y x. El do se considera siempre igual a 0.	$N_{x-1} - N_x$
q <sub>x</sub>	Probabilidad de morir entre las edades x-1 y x.	$dx/N_{x-1}$
l <sub>x</sub>	Proporción de sobrevivientes a la edad x.	$N_x/No$
L <sub>x</sub>	Media de probabilidad de sobrevivencia entre dos edades sucesivas.	$(l_x + l_{x+1})/2$
T <sub>x</sub>	No. total de días que le quedan de vida a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x, tomada de abajo hacia arriba.	Sumatoria L <sub>x</sub> .
e <sub>x</sub>	Esperanza de vida en días.	$T_x/l_x$

### B. Curva de sobrevivencia.

La curva de sobrevivencia se obtuvo trazando en un plano cartesiano los datos de edad en días (x) y la proporción de sobrevivientes a una determinada edad ( $l_x$ ). La edad se trazó en el eje "X" y el valor de  $l_x$  en el eje "Y". Las diferencias en las curvas de sobrevivencia de la población de mosca en los diferentes estratos altitudinales, se discutieron considerando las condiciones de humedad y temperatura.

### C. Pruebas de hipótesis.

Con los datos de número de huevos de la mosca del Mediterráneo por bandola, número de larvas por bandola, número de pupas y número de adultos; se realizaron las pruebas de hipótesis de medias independientes, utilizando como comparador el valor "t" de Student al 5% de significancia, con el fin de detectar diferencias entre las poblaciones de las dos localidades. Para ello se utilizaron las fórmulas siguientes:

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{ES} \quad ES = \sqrt{\frac{S^2_p}{n_1} + \frac{S^2_p}{n_2}} \quad S^2_p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

de donde:

$\bar{X}$ , n y  $S^2$  son la media, número de datos y varianzas de los resultados obtenidos en las distintas localidades.

$t_c$  es el valor que se compara con un valor tabulado ( $t_t$ ).

D. Proporción de moscas adultas.

El número de moscas adultas se sometió a una prueba de bondad de ajuste  $\chi^2$  (chi-cuadrado), con un nivel de significancia del 5%, para verificar si la proporción de macho:hembra se ajusta a la proporción esperada 1:1.

Para ello se utilizó la fórmula siguiente:

$$\chi_{cal}^2 = \sum \frac{(V_o - V_e)^2}{V_e}$$

de donde:

$V_o$  = valor observado.

$V_e$  = valor esperado.

E. Parámetros demográficos.

El cálculo de la tasa neta de reproducción, el tiempo generacional, la tasa intrínseca de crecimiento natural, la tasa finita de multiplicación y el tiempo de duplicación requieren como base las variables siguientes:

- a. Fracción de hembras que viven hasta una edad X. Es el valor de sobrevivencia ( $l_x$ ) para las hembras. Esta información se obtuvo de las madres que fueron introducidas a las jaulas al momento de iniciar el estudio y de la proporción de individuos que llegan al estado adulto para cada una de las localidades, multiplicando los valores " $l_x$ " de los progenitores y el valor " $l_x$ " de la progenie que llega al estado adulto.
- b. Promedio de progenie hembra que se produce a las distintas edades en días ( $m_x$ ), o sea, número de huevos hembra ovipositados a

determinada edad de la madre. Este dato se obtuvo a partir de la tabla de oviposición que reporta Carey (2) sobre un estudio demográfico realizado a nivel de laboratorio, ya que no fue posible obtener con precisión el dato a partir de la emergencia de los adultos en el campo por no extenderse hasta el estado adulto en las repeticiones en las que se midió sobrevivencia y oviposición después del día ocho. El dato de progenie obtenido en el laboratorio se relacionó con la cantidad total de huevos ovipositados en el campo para estimar en base a esta relación el dato de  $m_x$  de campo (promedio de progenie hembra producido a una edad determinada); además, se consideró la proporción de adultos hembra:macho para asegurar que el 50% de los huevos eran femeninos en base a la prueba chi-cuadrado.

Una vez obtenidos los datos de fecundidad y progenie hembra, se procedió a calcular los parámetros demográficos que se muestran en el cuadro

2.

CUADRO 2. FORMULAS DE CALCULO DE LOS PARAMETROS DEMOGRAFICOS INVESTIGADOS EN EL ESTUDIO.

PARAMETRO	SIMBOLO	FORMULA
Tasa neta de reproducción	$R_0$	$\sum l_x m_x$
Tasa intrínseca de crecimiento	$r$	$\sum l_x m_x^{-r} = 1$
Tiempo generacional	$T$	$\frac{\sum x l_x m_x}{R_0}$
Tasa finita de multiplicación	$f$	$e^f$
Tiempo de duplicación	$DT$	$\frac{\ln(2)}{r}$

REFERENCIAS:

$\Sigma$   
= Símbolo de sumatoria.

$l_x$ : Proporción de sobrevivientes hembra a la edad  $x$ .

$m_x$ : Promedio de progenie hembra producida a la edad  $x$ .

$\ln$ : Logaritmo de base  $e$  ( $e = 2.7182$ )

$e$ : Base de los logaritmos naturales (2.7182)

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION.

## 7.1. TABLAS DE VIDA.

Las tablas de vida de los progenitores ubicados en la altitud de 550 msnm (finca San Carlos Miramar) se muestran en los cuadros 3 y 4; las mismas se construyeron en base a lo recomendado por Rabinovich (12).

CUADRO 3. TABLA DE VIDA DE PROGENITORES MACHO DE MOSCA DEL MEDITERRANEO A 550 msnm A PARTIR DEL SEXTO DIA DE LA EMERGENCIA DE LOS ADULTOS.

X	Nx	dx	qx	lx	Lx	Tx	ex
1	37	0	0	1	0.96	5.2	5.2
2	34	3	0	0.92	0.86	4.24	4.62
3	30	4	0.1	0.81	0.73	3.38	4.17
4	24	6	0.2	0.65	0.61	2.65	4.08
5	21	3	0.1	0.57	0.54	2.04	3.6
6	19	2	0.1	0.51	0.49	1.5	2.92
7	17	2	0.1	0.46	0.35	1.01	2.21
8	9	8	0.4	0.24	0.23	0.66	2.72
9	8	1	0.1	0.22	0.19	0.43	2
10	6	2	0.2	0.16	0.14	0.24	1.5
11	4	2	0.3	0.11	0.08	0.11	1
12	2	2	0.5	0.05	0.03	0.03	0.5
13	0	2	1	0	0	0	0

## REFERENCIAS:

X = Días en el campo.

Nx = Individuos vivos al día X.

dx = Individuos muertos entre días sucesivos.

qx = Probabilidad de morir entre días sucesivos.

lx = Proporción de sobrevivientes al día X.

Lx = Probabilidad media de sobrevivencia.

Tx = Días de vida para los sobrevivientes al día X.

ex = Esperanza de vida en días.

CUADRO 4. TABLA DE VIDA DE PROGENITORES HEMBRA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO A 550 msnm A PARTIR DEL SEXTO DÍA DE LA EMERGENCIA DE LOS ADULTOS.

X	Nx	dx	qx	lx	Lx	Tx	ex
1	37	0	0.00	1.00	0.96	5.39	5.39
2	34	3	0.08	0.92	0.84	4.43	4.82
3	28	6	0.18	0.76	0.73	3.59	4.75
4	26	2	0.07	0.70	0.69	2.86	4.08
5	25	1	0.04	0.68	0.59	2.18	3.22
6	19	6	0.24	0.51	0.47	1.58	3.08
7	16	3	0.16	0.43	0.38	1.11	2.56
8	12	4	0.25	0.32	0.28	0.73	2.25
9	9	3	0.25	0.24	0.22	0.45	1.83
10	7	2	0.22	0.19	0.16	0.23	1.21
11	5	2	0.29	0.14	0.07	0.07	0.50
12	0	5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REFERENCIAS:

- X = Días en el campo.
- Nx = Individuos vivos al día X.
- dx = Individuos muertos entre días sucesivos.
- qx = Probabilidad de morir entre días sucesivos.
- lx = Proporción de sobrevivientes al día X.
- Lx = Probabilidad media de sobrevivencia.
- Tx = Días de vida para los sobrevivientes al día X.
- ex = Esperanza de vida en días.

En la finca ubicada a 550 msnm se registró baja humedad relativa (figura 1), elevada temperatura (figuras 2) y bajas sobrevivencias en los progenitores machos y hembras (cuadros 3 y 4), pues ninguno de ellos se observó después del día trece; la esperanza de vida máxima (ex) fue de 5.20 días para los machos y de 5.39 días para las hembras, a partir del primer día de introducidos los insectos a las jaulas de campo. De lo anterior se infiere que una mosca estéril liberada en el campo puede tener una esperanza de vida de 5.3 días a partir de la liberación en condiciones de alta temperatura (22-23°C) y baja humedad relativa (52-62%). En relación a la sobrevivencia (lx), más del 50% de la población muere a los seis y siete días después de introducidas las moscas a las jaulas de campo (12 y 13 días después de la emergencia).

En los cuadros 5 y 6 se muestran las tablas de vida de los progenitores de San Jerónimo (1050 msnm).

CUADRO 5. TABLA DE VIDA DE PROGENITORES MACHO DE MOSCA DEL MEDITERRANEO A 1050 msnm A PARTIR DEL SEXTO DIA DE LA EMERGENCIA DE LOS ADULTOS.

X	Nx	dx	qx	lx	Lx	Tx	ex
1	36	0	0.00	1.00	0.99	12.36	12.36
2	35	1	0.03	0.97	0.96	11.38	11.70
3	34	1	0.03	0.94	0.93	10.42	11.03
4	33	1	0.03	0.92	0.88	9.49	10.35
5	30	3	0.09	0.83	0.82	8.61	10.33
6	29	1	0.03	0.81	0.79	7.79	9.67
7	28	1	0.03	0.78	0.76	7.00	9.00
8	27	1	0.04	0.75	0.74	6.24	8.31
9	26	1	0.04	0.72	0.72	5.50	7.62
10	26	0	0.00	0.72	0.68	4.78	6.62
11	23	3	0.12	0.64	0.60	4.10	6.41
12	20	3	0.13	0.56	0.51	3.50	6.30
13	17	3	0.15	0.47	0.47	2.99	6.32
14	17	0	0.00	0.47	0.47	2.51	5.32
15	17	0	0.00	0.47	0.43	2.04	4.32
16	14	3	0.18	0.39	0.36	1.61	4.14
17	12	2	0.14	0.33	0.33	1.25	3.75
18	12	0	0.00	0.33	0.29	0.92	2.75
19	9	3	0.25	0.25	0.21	0.63	2.50
20	6	3	0.33	0.17	0.17	0.42	2.50
21	6	0	0.00	0.17	0.13	0.25	1.50
22	3	3	0.50	0.08	0.08	0.13	1.50
23	3	0	0.00	0.08	0.04	0.04	0.50
24	0	3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REFERENCIAS:

- X = Días en el campo.
- Nx = Individuos vivos al día X.
- dx = Individuos muertos entre días sucesivos.
- qx = Probabilidad de morir entre días sucesivos.
- lx = Proporción de sobrevivientes al día X.
- Lx = Probabilidad media de sobrevivencia.
- Tx = Días de vida para los sobrevivientes al día X.
- ex = Esperanza de vida en días.

CUADRO 6. TABLA DE VIDA DE PROGENITORES HEMBRA DE MOSCA DEL MEDITERRANEO A 1050 msnm A PARTIR DEL SEXTO DIA DE LA EMERGENCIA DE LOS ADULTOS.

X	Nx	dx	qx	lx	Lx	Tx	ex
1	36	0	0.00	1.00	0.97	12.58	12.58
2	34	2	0.06	0.94	0.93	11.61	12.29
3	33	1	0.03	0.92	0.92	10.68	11.65
4	33	0	0.00	0.92	0.90	9.76	10.65
5	32	1	0.03	0.89	0.86	8.86	9.97
6	30	2	0.06	0.83	0.81	8.00	9.60
7	28	2	0.07	0.78	0.76	7.19	9.25
8	27	1	0.04	0.75	0.74	6.43	8.57
9	26	1	0.04	0.72	0.72	5.69	7.88
10	26	0	0.00	0.72	0.72	4.97	6.88
11	26	0	0.00	0.72	0.64	4.25	5.88
12	20	6	0.23	0.56	0.51	3.61	6.50
13	17	3	0.15	0.47	0.47	3.10	6.56
14	17	0	0.00	0.47	0.43	2.63	5.56
15	14	3	0.18	0.39	0.36	2.19	5.64
16	12	2	0.14	0.33	0.33	1.83	5.50
17	12	0	0.00	0.33	0.33	1.50	4.50
18	12	0	0.00	0.33	0.29	1.17	3.50
19	9	3	0.25	0.25	0.25	0.88	3.50
20	9	0	0.00	0.25	0.25	0.63	2.50
21	9	0	0.00	0.25	0.21	0.38	1.50
22	6	3	0.33	0.17	0.13	0.17	1.00
23	3	3	0.50	0.08	0.04	0.04	0.50
24	0	3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

REFERENCIAS:

- X = Días en el campo.
- Nx = Individuos vivos al día X.
- dx = Individuos muertos entre días sucesivos.
- qx = Probabilidad de morir entre días sucesivos.
- lx = Proporción de sobrevivientes al día X.
- Lx = Probabilidad media de sobrevivencia.
- Tx = Días de vida para los sobrevivientes al día X.
- ex = Esperanza de vida en días.

Puede observarse que a 1050 msnm (San Jerónimo) ocurrió lo contrario a lo sucedido a 550 msnm (San Carlos Miramar); el lugar se caracterizó por presentar baja temperatura (16-18° centígrados) y elevada humedad relativa (68-75%); la población manifestó una esperanza de vida de 12.58 días en las hembras y 12.36 días en los machos, es decir, siete días más en promedio en comparación con las registradas a 550 msnm, lo que significa que en condiciones de baja temperatura y alta humedad relativa el control autocida podría ser más efectivo ya que las moscas liberadas tendrán una esperanza de vida mayor, ya que el 50% de la población muere entre los días doce y trece de estar en el campo, o sea, de diesisiete a diesiocho días después de la emergencia.

En los cuadros 7 y 8 se muestran las tablas de vida de la progeñe de cada área experimental.

CUADRO 7. TABLA DE VIDA DE LA F1 DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO A 550 msnm CON 8 DIAS DE OVIPOSICION.

X	Nx	dx	qx	lx	Lx	Tx	ex
2	55.00	0.00	0.00	1.00	0.76	1.30	1.30
13	27.19	27.81	0.51	0.49	0.29	0.52	1.06
22	5.25	21.94	0.81	0.10	0.06	0.23	2.38
** 28	1.75	3.50	0.67	0.03	0.03	0.16	5.14
29	1.75	0.00	0.00	0.03	0.03	0.13	4.14
30	1.75	0.00	0.00	0.03	0.03	0.10	3.14
31	1.63	0.13	0.07	0.03	0.03	0.07	2.35
32	1.50	0.13	0.08	0.03	0.02	0.04	1.50
33	0.88	0.63	0.42	0.02	0.01	0.02	1.21
34	0.50	0.38	0.43	0.01	0.01	0.01	0.75
35	0.25	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00

#### REFERENCIAS:

- X = Edad en días.
- Nx = Promedio de individuos vivos a la edad X.
- dx = Promedio de individuos muertos entre edades sucesivas.
- qx = Probabilidad de morir entre edades sucesivas.
- lx = Proporción de sobrevivientes a la edad X.
- Lx = Probabilidad media de sobrevivencia.
- Tx = Días de vida para los sobrevivientes de edad X.
- ex = Esperanza de vida en días.
- \*\* = Primer día de observación adultos de la F1.

CUADRO 8. TABLA DE VIDA DE LA F1 DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO A 1050 msnm CON 9 DIAS DE OVIPOSICION.

X	Nx	dx	qx	lx	Lx	Tx	ex
2	57.94	0.00	0.00	1.00	0.70	1.69	1.69
13	22.67	35.27	0.61	0.39	0.33	0.99	2.54
25	15.28	7.39	0.33	0.26	0.17	0.67	2.52
** 38	4.56	10.72	0.70	0.08	0.08	0.49	6.29
39	4.44	0.11	0.02	0.08	0.07	0.42	5.44
40	4.11	0.33	0.07	0.07	0.07	0.34	4.84
41	3.89	0.22	0.05	0.07	0.06	0.27	4.08
42	3.56	0.33	0.09	0.06	0.06	0.21	3.42
43	3.22	0.33	0.09	0.06	0.05	0.15	2.72
44	2.78	0.44	0.14	0.05	0.04	0.10	2.08
45	2.33	0.44	0.16	0.04	0.04	0.06	1.38
46	1.78	0.56	0.24	0.03	0.02	0.02	0.65

REFERENCIAS:

X = Edad en días.

Nx = Promedio de individuos vivos a la edad X.

dx = Promedio de individuos muertos entre edades sucesivas.

qx = Probabilidad de morir entre edades sucesivas.

lx = Proporción de sobrevivientes a la edad X.

Lx = Probabilidad media de sobrevivencia.

Tx = Días de vida para los sobrevivientes de edad X.

ex = Esperanza de vida en días.

\*\* = Primer día de observación adultos de la F1.

En el cuadro 8, bajo condiciones ambientales de 1050 msnm, puede notarse el largo período de emergencia de los adultos de la F1 (38 días) y una esperanza de vida 6.29 días; sin embargo, menos del 50% de los huevos ovipositados pasan al estado de larva. El estado de huevo sufrió una mortalidad de 61% a 1050 msnm y de 51% a 550 msnm. Otra diferencia importante que se detecta en los cuadros es la relacionada con la columna de sobrevivencia (lx), en la cual el 8% de los huevos ovipositados logra llegar al estado adulto a 1050 msnm, mientras que únicamente el 3% lo alcanza a 550 msnm, resultando al final un total de 41 y 14 adultos vivos, respectivamente.

El cuadro 9 presenta los datos de fecundidad y fertilidad de los progenitores. Los datos se obtuvieron sumando los registros de huevo y larva para cada una de las localidades. Se observó que a 550 msnm las hembras ovipositaron un total de 85.6 huevos en promedio, de los cuales únicamente el 60.6% (51.9 huevos) logró alcanzar la etapa de larva, es decir, a 550 msnm las hembras tuvieron una fertilidad de 51.9 individuos en promedio. La fecundidad en San Jerónimo fue de 92.3 y la fertilidad de 52.6% (48.6 huevos). En otras palabras, la fertilidad de las hembras fue 8% menor a 1050 msnm que a 550 msnm, pues la fecundidad y la fertilidad aumentan en forma directa con la temperatura hasta un límite funcional de la especie (12). Sin embargo, como se menciona más adelante, es en el estrato alto donde se observó un crecimiento en la población.

**CUADRO 9. FECUNDIDAD Y FERTILIDAD DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO DURANTE TRECE DIAS DE OVIPOSICION A 550 msnm Y VEINTICUATRO DIAS DE OVIPOSICION A 1050 msnm.**

ALTITUD	FECUNDIDAD	FERTILIDAD	DIFERENCIA
550 msnm	85.6	51.9	33.7
1050 msnm	92.3	48.6	43.7

El cuadro 10 muestra un resumen del promedio de individuos de diferentes estados biológicos de la mosca del Mediterráneo que fueron observados por bandola en ambas altitudes sobre el nivel del mar. A 1050 msnm la cantidad de individuos que alcanzan la etapa de adulto fue mayor que a la obtenida a 550 msnm a pesar de manifestar una inferior fertilidad; sin embargo, esta diferencia no es significativa estadísticamente (cuadro 11).

Los datos del cuadro 10 se tomaron de base para calcular las tablas de vida de las progenies, partiendo del principio que el día que se observó el primer adulto de la progenie se

encontraban con vida hasta ese día el total de adultos de la progenie que se registraron; a este total se le resto a diario los adultos muertos.

**CUADRO 10. RESUMEN CUANTITATIVO DE INDIVIDUOS POR ESTADO BIOLÓGICO DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO REGISTRADOS A 550 msnm Y 1050 msnm.**

ESTADO BIOLÓGICO	550 msnm				1050 msnm			
	DIAS DE OVIPOS.	TOTAL DE INDIV. OBS	MEDIA DE INDIV. OBS	DIAS AL CONTEO	DIAS DE OVIPOS.	TOTAL DE INDIV. OBS	MEDIA DE INDIV. OBS	DIAS AL CONTEO
HUEVO	8	880	55.0	2	9	1043	57.9	2
LARVA	8	435	27.2	13	9	418	22.7	13
PUPA	8	42	5.2	22	9	122	15.2	25
ADULTO	8	14	1.7	28*	9	41	4.5	38*
HUEVO	8-13	245	30.6	13	9-23	310	34.4	24
LARVA	8-13	198	24.7	13	9-23	233	25.9	24

**REFERENCIAS:**

\* = Primer día de observación de adultos.

Con el objetivo de verificar si existían diferencias en la cantidad de individuos encontrados de cada uno de los diferentes estados biológicos de la mosca del Mediterráneo en los dos sitios de estudio, se efectuó la comparación de las medias de las poblaciones por medio de pruebas estadísticas de hipótesis, utilizando como base la distribución de t-student con 5% de significancia y bajo el supuesto que las poblaciones comparadas se comportaron de manera independiente. En el cuadro 11, se aprecia la comparación de medias y los estadísticos calculados y tabulados.

El cuadro 11 demuestra que no se detectaron diferencias en el número de huevos ovipositados (fecundidad), ni en el número de larvas emergidas (fertilidad), lo que indica que la uniformidad del material genético, el adecuado manejo de las moscas y que a pesar de las diferencias en los factores climáticos, la fecundidad y la fertilidad no resultaron afectadas.

Por otro lado, se detectaron diferencias significativas con un 95% de confianza en la cantidad de pupas y adultos emergidos la cual se debe a la elevada tasa de mortalidad (81%) de los individuos en estado larvario provocada por la baja humedad relativa (52%-62%) registrada a 550 msnm. La alta tasa de mortalidad provocó que un menor número de larvas alcanzaran a pupar en esta altitud, afectando por consiguiente el número de adultos esperados.

CUADRO 11. COMPARACION DE MEDIAS Y ESTADISTICOS POR ESTADO BIOLÓGICO DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LAS LOCALIDADES SITUADAS A 550 msnm Y 1050 msnm.

ESTADO BIOLÓGICO	550 msnm.	1050 msnm.	tc	tt
HUEVO	85.6	92.3	0.52 ns	2.01
LARVA	51.9	48.6	0.6 ns	2.01
PUPA	5.2	15.2	2.45 *	2.14
ADULTO	1.75	4.5	2.72 *	2.14

ns = Diferencias no significativas al 95% de confianza.

\* = Diferencias significativas al 95% de confianza.

No se encontraron pupas vacías en ningún área de estudio, y por lo tanto su cuantificación no fue posible; el pupario vacío es un material susceptible a la descomposición, sobre todo en condiciones de campo (13) y por ello dicho material no se observó.

Para verificar si la cantidad de adultos hembra y adultos macho se comportó en forma normal (proporción 1:1), se efectuó la prueba de bondad de ajuste chi-cuadrado al 5% de significancia (Cuadro 12).

CUADRO 12. CANTIDAD DE ADULTOS DE MÓSCA DEL MEDITERRANEO EMERGIDOS POR SEXO Y RESULTADOS DE LA PRUEBA CHI-CUADRADO EN LAS LOCALIDADES SITUADAS A 550 msnm Y 1050 msnm.

ALTITUD	HEMBRAS	MACHOS	chi-calc.	chi-tab.
550 msnm	6	8	0.286 ns	3.84
1050 msnm	21	20	0.024 ns	3.84

ns = Diferencias no significativas al 95% de confianza.

De acuerdo al cuadro anterior, se infiere que no existen diferencias estadísticamente significativas al 5% entre los valores observados de machos y hembras en las localidades estudiadas, por lo que puede estimarse que la mitad de los huevos ovipositados en ambas altitudes corresponden a huevos femeninos. La prueba estadística nos permite utilizar la mitad de los huevos ovipositados en el cálculo de los parámetros demográficos. En resumen, la proporción de macho:hembra es de 1:1 en ambas fincas.

## 7.2. TASAS DE MORTALIDAD.

La información básica para estimar la cantidad de larvas que pasan al estado adulto se reportan en los cuadros 7 y 8. El cociente del número de larvas y número de adultos, nos da la proporción esperada, la cual es de 4.97 larvas para lograr un adulto a 1050 msnm y de 15.5 a 550 msnm. La mortalidad de los diferentes estados biológicos en ambas localidades se describen en el cuadro 13.

CUADRO 13. TASAS DE MORTALIDAD POR ESTADO BIOLÓGICO DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LOCALIDADES SITUADAS A 550 msnm Y 1050 msnm.

ESTADO BIOLÓGICO	PORCENTAJE DE MORTALIDAD	
	550 msnm	1050 msnm
HUEVO	51	61
LARVA	81	33
PUPA	67	70

La mayor tasa de mortalidad a 550 msnm ocurrió en el estado de larvas, lo cual coincide con la mayoría de estudios realizados (1,2,15,16); para el caso de la localidad situada a 1050 msnm, la mayor tasa de mortalidad se dió en el estado de pupa (70%), debido posiblemente a la alta humedad relativa, que incrementa la población de microorganismos en la superficie del suelo. La información presentada en el cuadro 13 sirve de base para estimar la cantidad de individuos que pasarán al estado biológico siguiente, tomando en cuenta la tasa de mortalidad y el número de individuos encontrados en determinado estado. Por ejemplo, si algunos lugares se ajustaran a las condiciones de San Carlos Miramar (550 msnm, 52 a 65% de humedad relativa y de 22 a 23°C), y se detectaran 100 huevecillos de mosca del

Mediterráneo, en base al cuadro 13, se esperaría que 49 pasaran al estado de larva (51% de mortalidad). De esas 49 larvas 9.31 lograrían llegar al estado de pupa (81% de mortalidad) y de esas 9.36 pupas vivas únicamente emergerían 3.1 adultos; en resumen, 3.1 adultos se obtendrían de 100 huevos ovipositados.

### 7.3. CURVAS DE SOBREVIVENCIA.

Antes de entrar a discutir el comportamiento de las distintas curvas de sobrevivencia se analizará el efecto que tuvo la temperatura y la humedad relativa sobre la población en estudio, factores del clima que se registraron a través de la instalación de higrotermógrafos en el campo.

La figura 1 muestra la humedad relativa media registrada durante el período de noviembre de 1991 a enero de 1992. El desfase que se observa en la medición entre cada una de las localidades se debió a la diferencia en la época de maduración del café en los lugares donde se desarrolló el estudio. Para la localidad situada a 550 msnm se registra la humedad relativa de la segunda semana de noviembre a la tercera de diciembre de 1991, y para la localidad a 1050 msnm se registra la humedad relativa de la segunda semana de diciembre de 1991 a la última de enero de 1992.

Es evidente la diferencia en la humedad relativa que se registró en ambas localidades, lo cual indudablemente influye en las diferencias en las poblaciones de la mosca del Mediterráneo observadas. El adulto de la mosca del Mediterráneo requiere humedades relativas que oscilen entre 60 y 80% (5,10), y como puede observarse en la figura 1, la humedad relativa media a 550 msnm fue inferior al rango mencionado, lo cual afectó la sobrevivencia de los adultos progenitores y por ende, el tamaño y la sobrevivencia de la progenie. Esta situación se refleja al comparar las figuras 3 y 4 que muestran la sobrevivencia de los adultos progenitores y las figuras 5 y 6 que muestran la curva de sobrevivencia de las progenies.

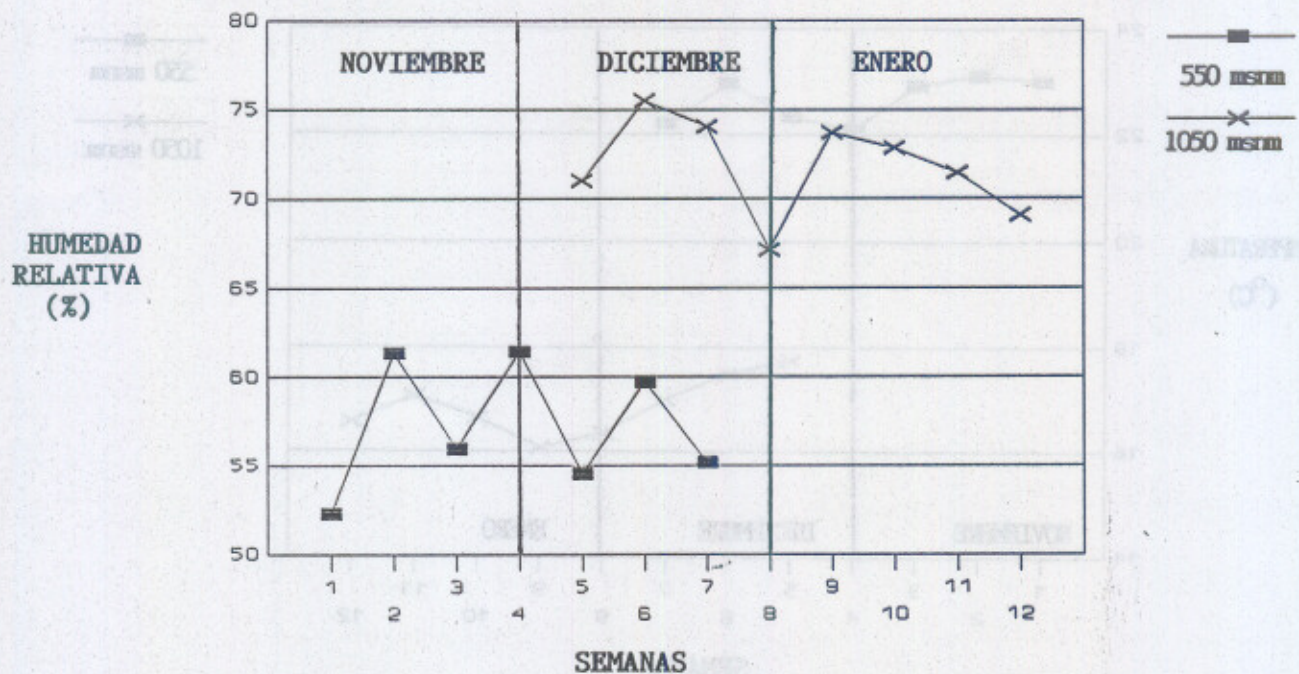


FIGURA 1. HUMEDAD RELATIVA MEDIA REGISTRADA A 550 msnm Y 1050 msnm.

En la figura 3 se observa que la sobrevivencia de los adultos en la altitud de 550 msnm no sobrepasó los 13 días en contraposición de los 24 días que sobrevivieron los adultos en la altitud de 1050 msnm (figura 4). En la altitud mayor las moscas adultas encontraron una humedad relativa que no limitó su sobrevivencia (67 a 75%), aunque afectó al estado de pupa (70% de mortalidad).

En lo que se refiere a la reproducción, se ha observado que en la mayoría de artrópodos el potencial reproductor se reduce si disminuye la humedad relativa, y en condiciones de temperatura constante el proceso de reproducción en función de la fecundidad suele ser óptima a humedades relativas intermedias o relativamente altas (12). La fecundidad fue de 85.6 individuos en 13 días de sobrevivencia de las madres a 550 msnm y de 92.3 durante 24 días de sobrevivencia de las madres a 1050 msnm.; como se ilustra en el cuadro 11, son estadísticamente iguales, aunque, el incremento en la temperatura y la disminución altitudinal provoquen un aumento en la fecundidad hasta cierto límite.

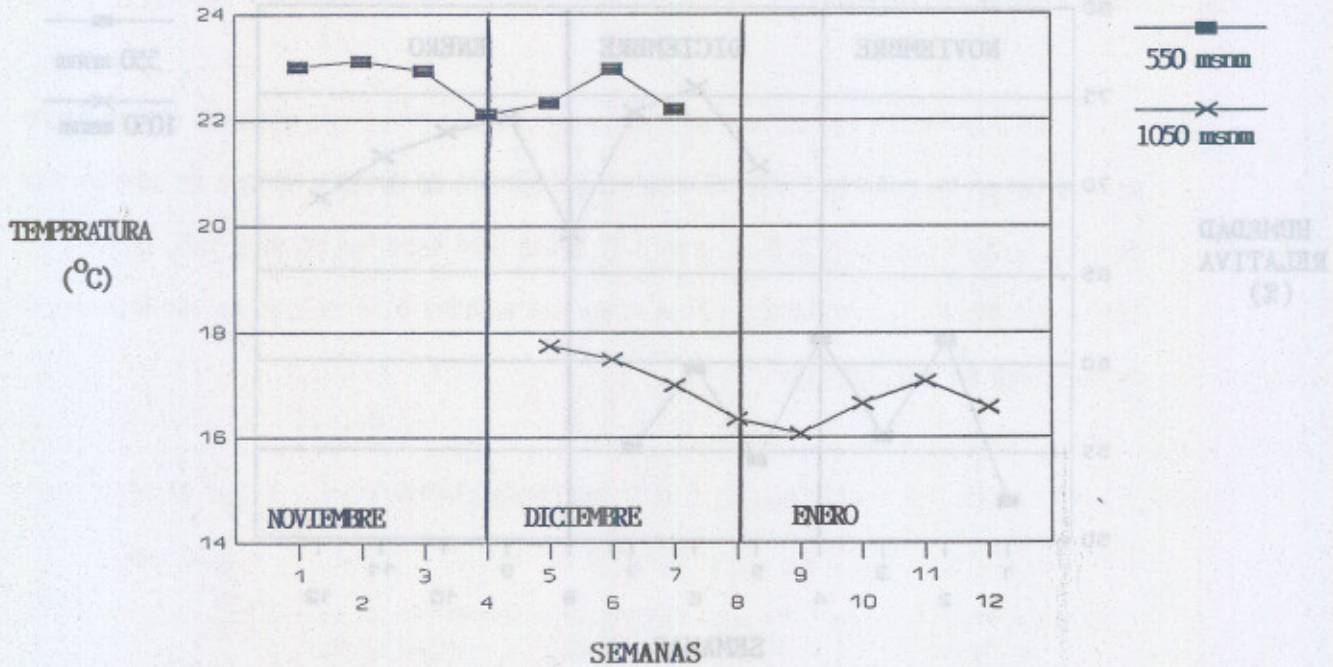


FIGURA 2. TEMPERATURA MEDIA REGISTRADA A 550 msnm Y 1050 msnm.

La figura 2, muestra la temperatura en grados centígrados para las distintas fincas en donde se realizó el trabajo en los diferentes períodos de tiempo. Como puede observarse la temperatura registrada fue mayor en la localidad ubicada a 550 msnm que en la localidad a 1050 msnm. En la primera, se registraron temperaturas medias de 22 a 23 °C, las cuales son óptimas para que la mosca del Mediterráneo logre tener 10 generaciones al año (6,8); es decir, altas temperaturas implican mayor recombinación genética y mayor posibilidad de adaptación a condiciones ambientales.

En contraposición, a 1050 msnm se registraron temperaturas de 16 a 18°C, la inferior cercana al umbral inferior de adaptación del insecto que es de 15°C según Gutiérrez (5), lo cual limitó el desarrollo y oviposición de la población. En relación a su efecto en la sobrevivencia y reproducción, se sabe que un aumento de la temperatura provoca un aumento en la fecundidad, aunque el período de oviposición disminuya. Al establecerse una relación entre estas dos variables notamos que el aumento en la temperatura contrarresta la baja humedad

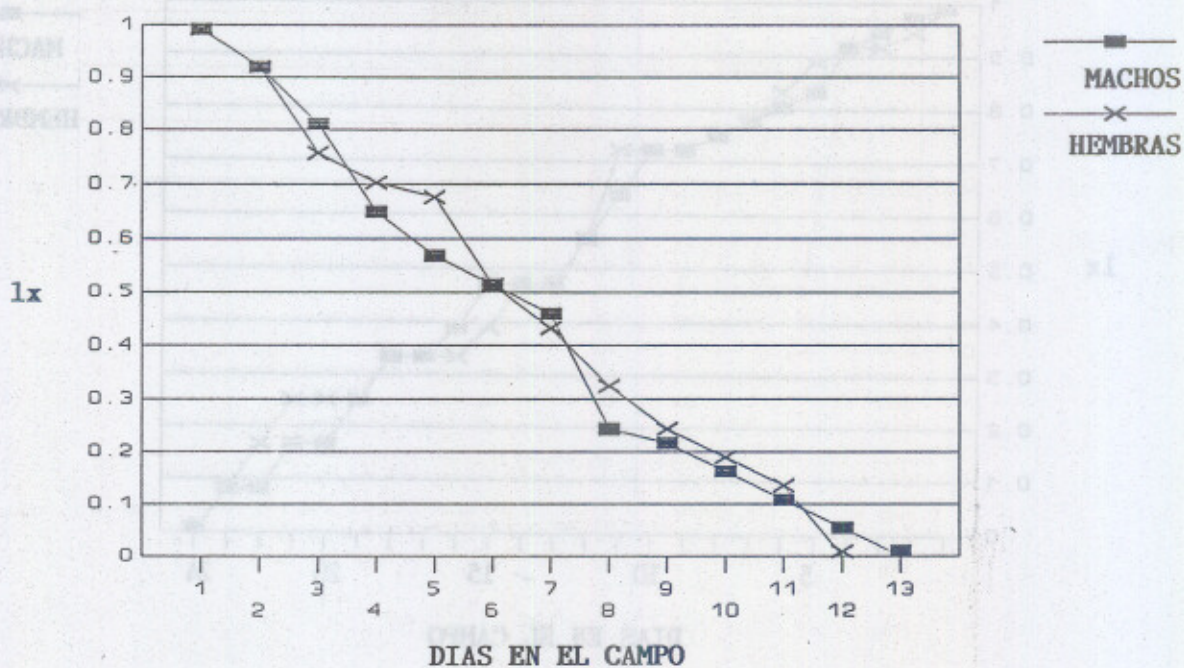


FIGURA 3. CURVA DE SOBREVIVENCIA DE LOS PROGENITORES DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LA LOCALIDAD UBICADA A 550 msnm.

relativa a 550 msnm y provoca una fecundidad similar a la observada a 1050 msnm, lugar en donde se registró alta humedad relativa, pero baja temperatura. La misma relación proporciona la base para aceptar que a 550 msnm se observara un período corto de sobrevivencia (13 días) en relación a los 24 días a los observados a 1050 msnm, y que ocurriera un período de emergencia de adultos de 28 días a 550 msnm y de 38 a 1050 msnm. A 550 msnm, la baja humedad relativa disminuyó la sobrevivencia de adultos y la fecundidad, pero la alta temperatura provocó que los adultos de la progenie emergieran antes en comparación a la población a 1050 msnm.

Las curvas de sobrevivencia de los adultos progenitores (figuras 3 y 4) se elaboraron en base a las tablas de vida de los cuadros 3 al 6, graficando los valores de sobrevivencia ( $l_x$ ) y tiempo en días en el campo (X), después de seis días de haber emergido en el laboratorio.

La diferencia entre la curva de sobrevivencia en ambas localidades es en relación a la cantidad de días a los que ya no se observaron progenitores vivos; a 550 msnm

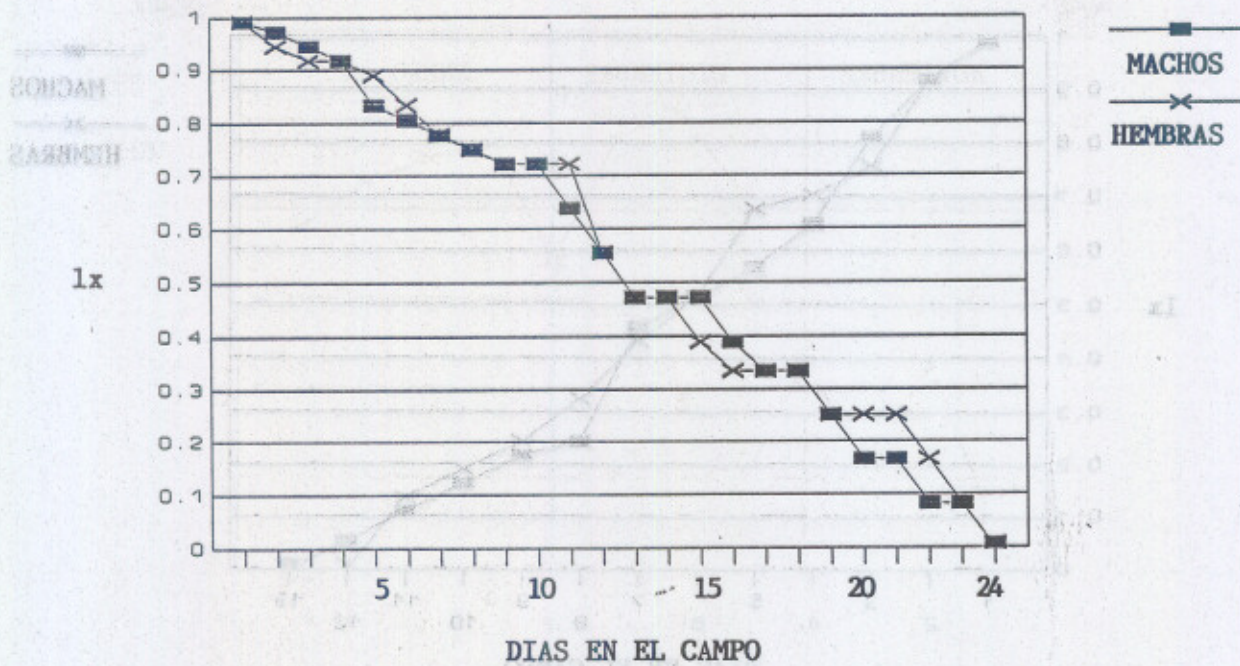


FIGURA 4. CURVA DE SOBREVIVENCIA DE LOS PROGENITORES DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LA LOCALIDAD UBICADA A 1050 msnm.

sobrevivieron trece días y a 1050 msnm, veinticuatro días, lo cual se atribuye a las condiciones ambientales manifestadas durante el desarrollo de las poblaciones.

A 550 msnm donde se presentaron bajas humedades relativas y altas temperaturas el metabolismo de los adultos se aceleró y causó prematuramente la muerte. Además, en este lugar la presencia de arañas y hormigas fue mayor y en algún momento actuaron como depredadores de los adultos y los estados inmaduros, respectivamente. De acuerdo a Romero (13), los formicidos (hormigas) causan el 95% de la depredación de los estados inmaduros de la mosca.

Las figuras 5 y 6 muestran las curvas de sobrevivencia de las progenies en ambas localidades, puede observarse que la mortalidad afecta sobre todo los estados inmaduros de la población (huevo, larva y pupa). La cantidad de individuos que sobreviven hasta llegar a adultos es una diferencia importante que se nota al comparar las curvas.

En el caso de la localidad ubicada a 550 msnm, a los 28 días (primer día de

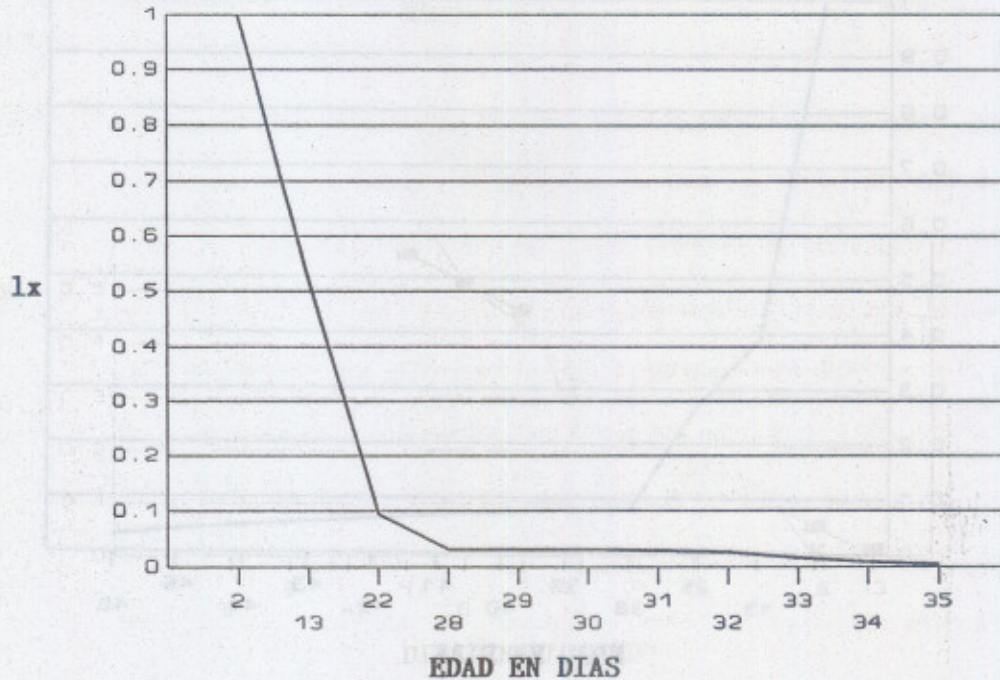


FIGURA 5. CURVA DE SOBREVIVENCIA DE LA F1 DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LA LOCALIDAD UBICADA A 550 msnm.

observación de adultos) el valor de sobrevivencia es muy cercano a cero (3%) y para 1050 msnm, a los 38 días la curva muestra un valor muy cercano a 0.1 (8%).

Estas diferencias causan también variaciones en la cantidad de adultos que logran emerger en cada una de las localidades. En ambos lugares, la curva de sobrevivencia se comporta en forma similar a las elaboradas a nivel de laboratorio, en las que se reporta que la mortalidad afecta sobre todo a los estados inmaduros (16,17).

Las curvas de sobrevivencia también son útiles para estimar qué cantidad de adultos pueden emerger a partir de cierto número de estados inmaduros encontrados.

#### 7.4. PARAMETROS DEMOGRAFICOS.

Los parámetros demográficos se calcularon basados en los aspectos siguientes: la fecundidad reportada por Carey (2), la fecundidad observada en las fincas, la sobrevivencia de

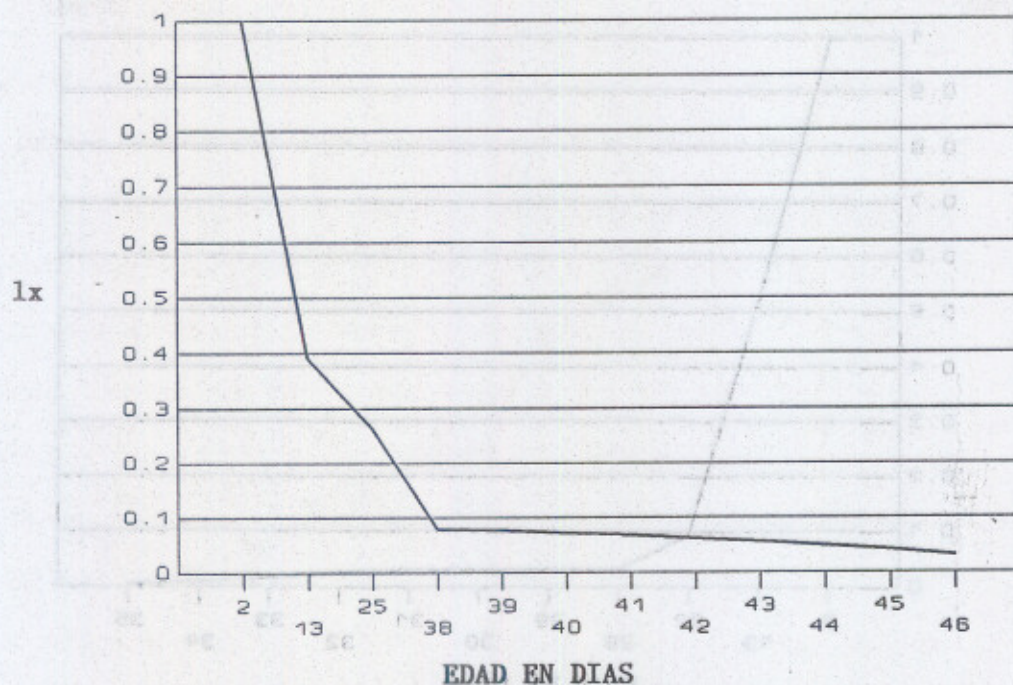


FIGURA 6. CURVA DE SOBREVIVENCIA DE LA F1 DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LA LOCALIDAD UBICADA A 1050 msnm.

los progenitores en el campo, la cantidad de adultos emergidos, el primer día de emergencia de adultos, y la proporción de adultos. Los resultados se muestran en el cuadro 14 y las fórmulas de cálculo en el cuadro 2.

CUADRO 14. PARAMETROS DEMOGRAFICOS DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO EN LAS LOCALIDADES UBICADAS A 550 msnm Y 1050 msnm BASADO EN EL ESTUDIO DE CAREY (2).

PARAMETRO	SEGUN CAREY	550 msnm	1050 msnm
$R_0$	84.1	0.577	2.1085
$r$	0.109	-0.0168	0.1644
$f$	1.115	0.9832	1.0166
DT	6.38	----	42.16
T	40.8	32.58	45.37
Fec. fem.	414.2	42.8	46.15

REFERENCIAS:

- $R_0$  : Tasa neta de reproducción (huevo hembra/hembra)
- $r$  : Tasa intrínseca de crecimiento natural.
- $f$  : Tasa finita de multiplicación.
- DT : Tiempo de duplicación (días).
- T : Tiempo generacional (días).
- Fec. fem. : Huevos femeninos ovipositados.

#### 7.4.1. Tasa neta de reproducción.

La tasa neta de reproducción indica la cantidad de progenie hembra que es producida por una hembra durante toda su vida. A 1050 msn, cada hembra de la población inicial es reemplazada por 2.1085 hembras (en promedio) en el lapso de una generación. En el caso de la población a 550 msnm la tasa neta de reproducción es de 0.577 (menor que 1), indicando que la población está disminuyendo y por lo tanto no posee tiempo de duplicación debido a la alta mortalidad que ocurrió en los estados inmaduros en esta localidad. El dato reportado por Carey es altamente mayor debido a las condiciones ideales a las que fue sometido el insecto en condiciones de laboratorio, que permiten una elevada fecundidad y una escasa mortalidad antes de alcanzar el estado adulto.

#### 7.4.2. Tasa intrínseca de crecimiento natural.

Este parámetro, genéticamente determinado, refleja la capacidad potencial de multiplicación poblacional en condiciones ideales de ambiente, alimentación, espacio, etc. En condiciones de campo, este valor ya no es real sino que potencial, debido a que en estas condiciones, la idealidad del ambiente se distorciona. El valor de "r" resulta como una "tasa de interés" con la que puede calcularse la población futura a partir de la población inicial, después de cierto intervalo de tiempo transcurrido de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

de donde,

$N_t$  = población después de un tiempo "t"

$N_0$  = población inicial.

$r$  = Tasa intrínseca de crecimiento.

$t$  = tiempo transcurrido.

En nuestro estudio, a 550 msnm la población manifestó un  $r = -0.0168$  del cual puede inferirse que la población no crecerá y en el futuro será menor a la inicial, no así a 1050 msnm donde se registra un  $r = 0.1644$  con la cual la población tiene un alto potencial de crecimiento, inclusive mayor que en condiciones de laboratorio.

#### 7.4.3. Tasa finita de multiplicación.

Este valor refleja el número de individuos que se agrega a la población por individuo y por unidad de tiempo. La similitud entre los valores se debe a que en promedio se está agregando la misma cantidad de individuos por día a la población, pero al relacionar esta agregación con la sobrevivencia provoca que la población en la altitud ubicada a 550 msnm no crezca.

#### 7.4.4. Tiempo de duplicación.

Como se mencionó antes, el tiempo de duplicación podrá darse sólo si la población está creciendo, por lo que el mismo no se reporta para la localidad a 550 msnm. El valor a 1050 msnm se nota alto, pero es razonable si se relaciona con la tasa neta de reproducción, con la sobrevivencia y con las condiciones de clima a la que fue sometida la población.

#### 7.4.5. Tiempo generacional.

El tiempo generacional, definido como el período de tiempo (en días) que debe transcurrir para que un huevo pueda implicar la oviposición de otro huevo; en nuestro caso se puede observar que este valor difiere en un intervalo de aproximadamente 5

días (cuadro 14). Definitivamente, en este valor juega un papel importante las condiciones de temperatura, pues a mayor temperatura el metabolismo se acelera y por lo tanto el tiempo generacional se acorta. El primer adulto en la localidad a 550 msnm se observó a los 28 días de introducir los progenitores a las jaulas de campo, a los que deben adicionársele el tiempo de maduración sexual de los adultos y el período de preoviposición (aproximadamente 7 días). A 1050 msnm, en donde la temperatura es baja, el tiempo generacional se prolonga trece días más en relación a la población ubicada a 550 msnm.

## 8. CONCLUSIONES.

1. En base a las tasas de mortalidad reportadas, a 550 msnm se espera una emergencia de 3.1 adultos por cada 100 huevos ovipositados y en la localidad ubicada a 1050 msnm, se espera una emergencia de 8 adultos por 100 huevos ovipositados. De forma similar, se espera que de cada 4.97 larvas emerja un adulto a 1050 msnm y de cada 15.5 larvas emerja un adulto a 550 msnm. Esto implica que existen diferencias en los valores de la tabla de vida por lo que se acepta la hipótesis propuesta.
2. Las condiciones de humedad relativa y temperatura contrarias en las distintas localidades provoca diferencias en la longitud de las curvas de sobrevivencia de los progenitores y en los tiempos a los que se hicieron los conteos de la progenie. A 550 msnm, donde la humedad relativa fue baja y la temperatura alta, la curva de sobrevivencia de los progenitores fue ostensiblemente más corta y los conteos se realizaron en un período de tiempo más corto que a 1050 msnm.
3. La esperanza de vida (ex) de los progenitores en la localidad ubicada a 1050 msnm supera en 7 días a la calculada para los progenitores situados a 550 msnm. Por lo tanto, el control autocida puede tener mejor resultado en las regiones que presenten condiciones de humedad relativa y temperatura similares a las registradas a 1050 msnm.
4. La sobrevivencia de los progenitores en el campo es de 13 días a 550 msnm y de 24 días a 1050 msnm.
5. Menos del 50% de los progenitores se encuentran vivos después de 7 días de estar en el campo a 550 msnm, mientras que a 1050 msnm este dato es a los 13 días de estar en el campo.

6. La fecundidad y fertilidad reportadas para las distintas localidades no presenta diferencias significativas, aunque la fertilidad de las moscas localizadas a 1050 msnm fue menor en un 8%.
7. Existen diferencias en la cantidad de individuos pupa y adulto reportados, debido básicamente a la alta tasa de mortalidad que presentó el estado larvario en la localidad ubicada a 550 msnm, donde el número de pupas y adultos es significativamente menor, pues se reportaron en promedio 10 pupas menos y 2.75 adultos menos a dicha altura.
8. En base a la prueba de chi-cuadrado puede concluirse que no existen diferencias significativas entre las proporciones hembra:macho observados en el campo y que puede estimarse que la mitad de los huevos ovipositados (fecundidad) darán origen a insectos hembra.
9. Con lo que respecta a las tasa de mortalidad, a 550 msnm la mortalidad más alta (81%) se presentó en el estado de larva, y a 1050 msnm la mayor tasa de mortalidad se ocurrió en el estado de pupa (70%), por lo que únicamente se acepta la hipótesis para la altitud baja.
10. Las curvas de sobrevivencia de las progenies se comportan de forma similar a aquellas en las que la mortalidad ocurre sobre todo en los estados inmaduros. Al comparar las curvas de ambos estratos se observan dos diferencias, una la constituye la duración de la misma que es de 35 días en la altitud de 550 msnm y de 46 en la altitud de 1050 msnm; la otra se observa en el punto en el cual es estimable la proporción de individuos sobrevivientes ( $l_x$ ) la cual es cercana a cero a 550 msnm (0.03) y cercana a 0.1 a 1050 msnm (0.08).
11. La elevada tasa de mortalidad en el estado de larva y la corta sobrevivencia de los adultos progenitores a 550 msnm provocó una escasa emergencia de adultos, y a la vez determinó que

los parámetros demográficos indicaran un decrecimiento de la población; es decir, bajo estas condiciones la mosca experimenta un descenso natural. A 1050 msnm, en cambio, la población experimenta un leve crecimiento y posee la capacidad de duplicarse en 45 días.

12. La temperatura provocó diferencias en el tiempo generacional de la mosca, ya que al elevarse provoca una estimulación del metabolismo. A 550 msnm se observó el primer adulto a los 28 días de introducidas las moscas copuladas a las jaulas de campo, más el tiempo requerido para la maduración y preoviposición, resultó un tiempo generacional de aproximadamente 32.5 días. A 1050 msnm, el primer adulto se observó a los 38 días de introducidas las moscas a las jaulas de campo, y alcanzó un tiempo generacional de 45.3 días.

## 9. RECOMENDACIONES.

1. Realizar el estudio en varios estratos altitudinales a partir de 300 msnm hasta donde se encuentre hospedero de café disponible, con un intervalo máximo de 500 m, y en épocas de baja y alta disponibilidad del mismo, con el fin de establecer una relación más objetiva sobre los efectos de la temperatura y la humedad relativa en la tabla de vida y los parámetros demográficos de mosca del Mediterráneo. También se recomienda utilizar mosca silvestre y medir la precipitación pluvial, textura y humedad del suelo.
2. Para obtener un dato de fecundidad femenina diaria en el campo (tabla de oviposición), se recomienda introducir al menos 10 parejas copuladas en diferentes jaulas de cedazo y cambiar el sustrato de oviposición (frutos de café) a diario o cada dos días, para que pueda obtenerse el dato oviposición por día. Además, es factible desarrollar la fase de preoviposición y sexado en campo, cambiando las jaulas de plexíglas por jaulas de cedazo de similares medidas (40X40X60 cm).
3. La tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) se debe considerar para calcular el crecimiento de la población silvestre y estimar a qué generación puede ser erradicada la misma, considerando también la cantidad y calidad de moscas estériles a liberar por medio del modelo de Knipling. En la frecuencia de liberación debe considerarse la sobrevivencia que posee el adulto en el campo.
4. Considerar el tiempo generacional reportado para las distintas localidades, en el período de aspersión de cebo tóxico para el control de la plaga, principalmente en aquellos lugares donde la infestación posee condiciones similares a las del área de estudio. En condiciones similares

a las reportadas a 550 msnm se recomienda realizar una aspersión de cebo tóxico durante ocho (8) semanas, mientras que en regiones similares a 1050 msnm, efectuarla durante doce (12) semanas, por manifestar un tiempo generacional más largo. De esta forma, se asperjará durante dos generaciones en las distintos niveles altitudinales. El intervalos de tiempo de las aspersiones debe de variarse de acuerdo a las condiciones de precipitación pluvial del lugar.

5. En base al número de días que sobrevive el 50% de la población de progenitores en el campo se recomienda realizar liberación de insecto estéril como máximo a cada doce días en regiones con condiciones ambientales similares a las reportadas a 1050 msnm y a cada seis días en regiones de mayor temperatura y menor humedad relativa.

## 10. BIBLIOGRAFIA.

1. CAREY, J.R. 1984. Host-specific demographic studies of the Mediterranean fruit fly Ceratitís capitata. Ecological Entomology. (EE.UU). 9:261-270.
2. \_\_\_\_\_. 1982. Demography and population dynamics of the Mediterranean fruit fly. Ecological Medelling. (EE.UU). 16:125-150.
3. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas Nacional de Guatemala. Guatemala. s.p.
5. GUTIERREZ SAMPERIO, J. 1976. La mosca del mediterráneo (Ceratitís capitata Wied) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. p. 1-15.
6. KREBS, J.CH. 1985. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Trad. Jorge Blanco Correa. 2a. ed. México, Harla. p. 165-197.
7. 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. 44-51.
8. LOPEZ RODRIGUEZ, E.R. 1992. Análisis del comportamiento de la mosca del Mediterráneo Ceratitís capitata (Wiedeman). región sur-occidental de Guatemala; quinquenio 1986-90. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 85 p.
9. MORALES SANJAY, O. 1985. Determinación de la relación entre mosca estéril y mosca silvestre, en un programa de erradicación de la mosca del Mediterráneo (Ceratitís capitata Wied). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 53 p.
10. PROGRAMA MOSCAMED. 1991. Dieciséis años de trabajo en pro de la fruticultura nacional; biología de la mosca del mediterráneo. Siglo Veintiuno, (Guatemala); mayo. 13:2.
11. \_\_\_\_\_. 1991. Memoria de labores 1990. Guatemala. 45 p.
12. RABINOVICH, J.E. 1978. Ecología de poblaciones animales. Washington, D.C., Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Serie Biológica, Monografía no. 21. p. 39-89.
13. ROMERO ORELLANA, B.C. 1989. Depredación de larvas y pupas de mosca del Mediterráneo (Ceratitís capitata Wied) por hormigas en la finca San Julian, Patulul, Suchitepequez en ambiente de cafetal. Tesis Lic. Biología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 68 p.
14. SUTTON, D.B.; HARMON, N.P. 1988. Fundamentos de ecología. Trad. J. Gabriel Velasco F. México, Limusa. p. 172.

15. TEJADA M., L.O. 1992. Factores de mortalidad natural en moscas de la fruta. In Curso internacional sobre moscas de la fruta (6., 1992, Chiapas, Mex.). México, Programa Moscamed. tomo 1, p. 53-59.
16. VARGAS, R.I.; CAREY, J.R. 1989. Comparison of demographic parameters for wild and laboratory adapted mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). Annals of the Entomological Society of America. (EE.UU). 82(1): 55-59.
17. VARGAS, R.I.; MIYASHITA, D.; NISHIDA, T. 1984. Life history and demographic parameters of three laboratory-reared tephritids (Diptera: Tephritidae). Annals of the Entomological Society of America. (EE.UU). 77(6): 651-656.
18. WEIDHAAS, D.E. 1992. Técnica del insecto estéril (TIE) con información sobre dinámica de población y modelos de métodos de control de insectos. In Curso internacional sobre moscas de la fruta (6., 1992, Chiapas, Mex.). México, Programa Moscamed. tomo 2, p. 139-146.

Vo. Co.  
*Pichuello*



## 11. ANEXO.



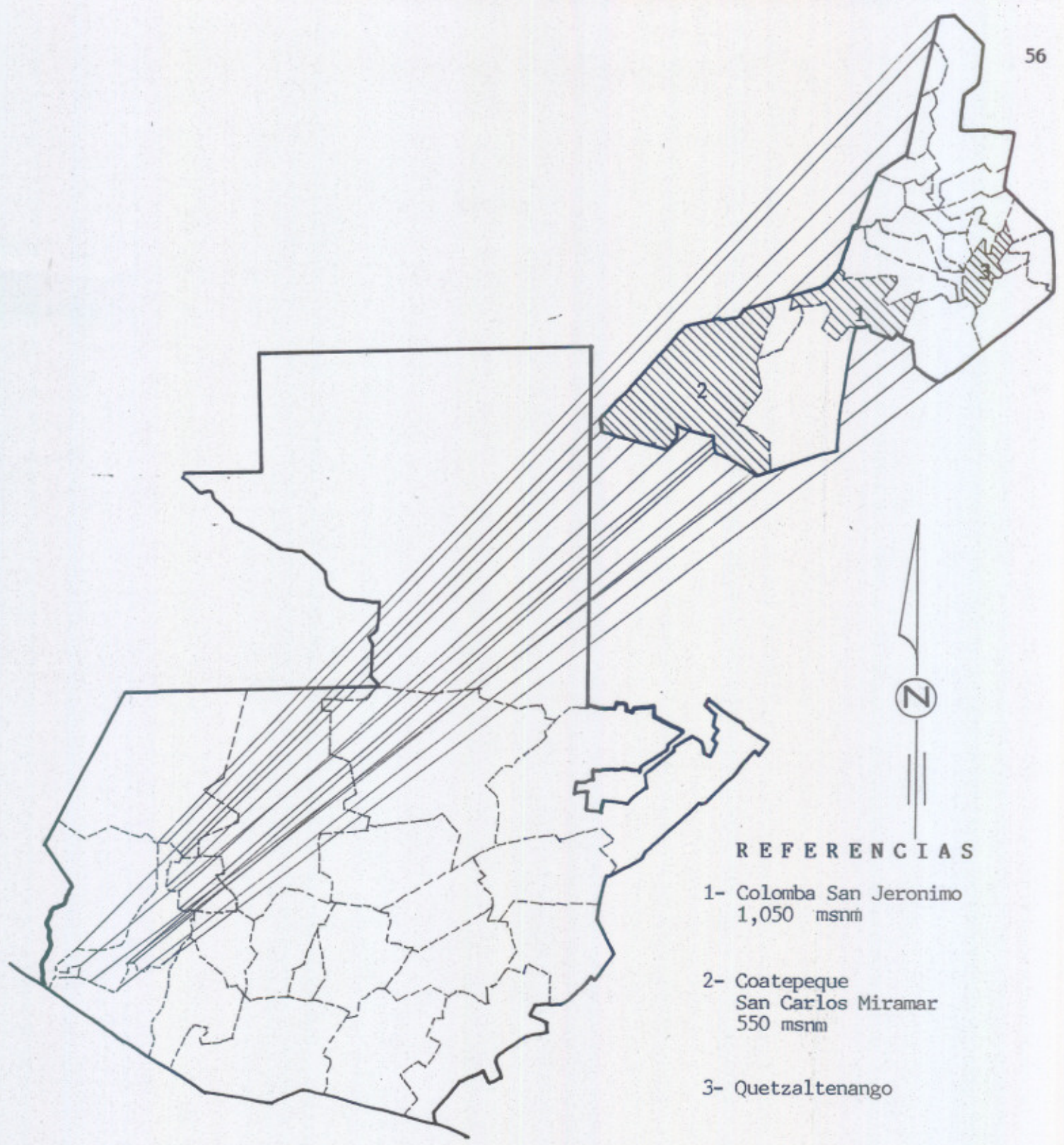


FIGURA 7A. LOCALIZACION DEL ESTUDIO EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA









CUADRO 15A. DÍAS DE SOBREVIVENCIA DE LOS PROGENITORES POR SEXO Y BANDOLA EN LAS DISTINTAS ALTITUDES.

1050 metros			950 metros		
BANDOLA	MACHO	HEMERA	BANDOLA	MACHO	HEMERA
10	9	10	10	9	10
10B	4	19	15C	1	13
10A	11	11	15B	11	11
9D	3	23	15A	3	23
9C	2	3	110	2	3
9B	2	18	11C	4	22
9A	2	14	11B	2	14
8D	11	11	11A	10	22
8C	10	8	8C	11	8
8B	2	10	8B	2	12
8A	2	4	8A	8	7
8D	4	6	7D	3	1
8C	3	18	7B	5	11
8B	2	12	7A	2	11
8A	8	6	6D	9	6
4D	7	22	6C	8	22
4C	12	6	6B	9	6
4B	3	23	5D	2	23
4A	2	14	5C	1	14
3D	3	14	5B	1	11
3C	3	11	5A	2	11
3B	9	11	4D	11	11
3A	10	12	4B	11	11
2D	2	5	4A	8	5
2C	6	11	3C	7	11
2B	1	21	3B	2	21
2A	2	23	3D	2	21
1C	8	11	3D	2	11

CUADRO 16A.

CONTEO DE HUEVOS HASTA EL DIA OCHO A 550 msnm Y HASTA EL DIA NUEVE A 1050 msnm.

VARIABLE	550 msnm								1050 msnm														
	BANDOLA								BANDOLA														
	2A	3D	4A	6C	7A	8D	9B	10D	TOT	MED	STD	8A	8B	9B	10	0	11A	11B	11C	11D	TOT	MED	STD
DIAS AL CONTEO	8	8	8	8	8	8	8	8				9	9	9	9	9	9	9	9	9			
DIAS DE SOBREVIVENCIA DE LA MADRE	6	7	1	8	3	8	4	8				7	12	2	9	9	9	9	9	5			
FRUTOS REVISADOS	118	93	2	6	34	63	77	87				68	34	35	30	48	40	36	66	84			
FRUTOS INFESTADOS	20	16	0	5	3	9	23	17				14	6	0	10	16	19	14	20	11			
HUEVOS OBSERVADOS	80	30	0	10	16	24	90	100	350	43.8	37.1	23	3	0	40	95	110	142	90	0	503	55.9	51.0
LARVAS OBSERVADAS	27	28	0	14	24	0	3	46	142	17.8	15.4	18	12	0	8	14	44	31	1	31	159	17.7	14.1
TOTAL DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	107	58	0	24	40	24	93	146	492	61.5	46.5	41	15	0	48	109	154	173	91	31	662	73.6	58.0

TOT = TOTAL DE INDIVIDUOS OBSERVADOS

MED = MEDIA DE INDIVIDUOS OBSERVADOS

STD = DESVIACION ESTANDAR DE LOS INDIVIDUOS OBSERVADOS

CUADRO 17A.

CONTEO DE LARVAS A 550 Y 1050 msnm.

VARIABLE	550 msnm								1050 msnm														
	BANDOLA								BANDOLA														
	3A	4C	5D	6B	7C	8A	9D	10C	TOT	MED	STD	2D	4B	4D	5A	6B	7A	8C	9D	12C	TOT	MED	STD
DIAS AL CONTEO	13	13	13	13	13	13	13	13				13	13	13	13	13	13	13	13	13			
DIAS DE SOBREVIVENCIA DE LA MADRE	8	8	3	6	1	6	2	8				9	9	9	9	6	9	8	6	9			
FRUTOS REVISADOS	21	80	81	84	52	91	95	120				54	50	48	79	53	68	40	33	48			
FRUTOS INFESTADOS	18	25	0	20	0	15	0	30				15	16	0	22	10	19	14	15	15			
HUEVOS OBSERVADOS	26	25	0	4	0	17	0	23	95	11.9	11.2	21	58	0	4	16	10	12	1	10	132	14.7	16.6
LARVAS OBSERVADAS	108	41	0	44	0	39	0	61	293	36.6	35.0	16	10	0	70	6	34	32	35	46	249	27.7	20.9
TOTAL DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	134	66	0	48	0	56	0	84	388	48.5	44.7	37	68	0	74	22	44	44	36	56	381	42.3	21.4

TOT = TOTAL DE INDIVIDUOS OBSERVADOS

MED = MEDIA DE INDIVIDUOS OBSERVADOS

STD = DESVIACION ESTANDAR DE LOS INDIVIDUOS OBSERVADOS



CUADRO 18A.

CONTEO DE PUPAS A 550 Y 1050 msnm.

VARIABLE	550 msnm									1050 msnm												
	BANDOLA								TOT	MED	STD	BANDOLA								TOT	MED	STD
	2d	3b	4b	5c	6d	7b	8c	9a				3c	4A	5D	6C	7D	9A	10C	12D			
DIAS AL CONTEO	22	22	22	22	22	22	22	22				25	25	25	25	25	25	25				
DIAS DE SOBREVIVENCIA DE LA MADRE	8	7	7	5	8	5	5	2				9	5	9	9	1	9	9	9			
PUPAS OBSERVADAS	3	7	12	0	15	2	3	0	42	5.3	5.2	12	9	30	18	0	16	18	19	122	15.3	8.1

CUADRO 19A.

CONTEO DE ADULTOS A 550 Y 1050 msnm.

VARIABLE	550 msnm									1050 msnm													
	BANDOLA								TOT	MED	STD	BANDOLA								TOT	MED	STD	
	2C	3C	4D	5A	6D	8B	9C	10A				2C	3B	4C	5C	6D	7B	9C	10D				12A
DIAS A OBSERVACION DEL 1er. ADULTO	--	31	30	--	28	28	--	--				38	39	38	40	--	39	41	40	39			
DIAS DE SOBREVIVENCIA DE LA MADRE	7	7	8	5	5	5	2	8				9	9	9	9	4	9	9	9	9			
TOTAL DE MACHOS OBSERVADOS	0	3	1	0	2	2	0	0	8	1.0	1.1	3	2	1	2	0	2	3	4	3	20	2.2	1.1
TOTAL DE HEMBRAS OBSERVADAS	0	2	1	0	3	0	0	0	6	0.8	1.1	3	3	2	2	0	3	3	2	3	21	2.3	0.9
TOTAL DE ADULTOS OBSERVADOS	0	5	2	0	5	2	0	0	14	1.8	2.0	6	5	3	4	0	5	6	6	6	41	4.6	1.9

CUADRO 20A.

CONTEO DE INDIVIDUOS DESPUES DE LA PRIMERA SEMANA DE SOBREVIVENCIA A 550 Y 1050 msnm.

VARIABLE	550 msnm									1050 msnm													
	BANDOLA								TOT	MED	STD	BANDOLA								TOT	MED	STD	
	1C	3A	3C	4C	6C	8D	10A	10C				3B	3C	4D	5A	5D	6C	8B	9A				12D
DIAS AL CONTEO DESPUES DEL TRASLADO	5	5	5	5	5	5	5	5				15	15	15	15	15	15	15	15				
DIAS DE SOBREVIVENCIA DE LA MADRE	3	3	3	1	3	2	3	1				12	2	5	2	14	13	3	14	6			
FRUTOS REVISADOS	31	61	94	36	51	60	70	66				112	72	48	60	82	40	110	69	40			
FRUTOS INFESTADOS	0	16	12	0	15	19	0	0				29	0	1	18	18	16	0	8	8			
HUEVOS OBSERVADOS	0	30	3	0	12	2	0	0	47	5.9	9.9	28	0	0	7	28	10	0	2	2	77	8.6	10.9
LARVAS OBSERVADAS	0	35	49	0	45	69	0	0	198	24.8	26.2	73	0	1	24	74	36	0	15	10	233	25.9	27.8
TOTAL DE INDIVIDUOS OBSERVADOS	0	65	52	0	57	71	0	0	245	30.6	31.1	101	0	1	31	102	46	0	17	12	310	34.4	38.6

TOT = TOTAL DE INDIVIDUOS OBSERVADOS

MED = MEDIA DE INDIVIDUOS OBSERVADOS

STD = DESVIACION ESTANDAR DE LOS INDIVIDUOS OBSERVADOS .



CUADRO 21A. Tabla de oviposición de la mosca del Mediterráneo (*Cetatititis capitata* Wied) a 25° C<sup>1</sup>.

ESTADO	x	lx	mx
Huevo	2	1.00	0.00
Larva	4	0.83	0.00
Larva	6	0.69	0.00
Larva	8	0.58	0.00
Larva	10	0.48	0.00
Pupa	12	0.40	0.00
Pupa	14	0.39	0.00
Pupa	16	0.38	0.00
Pupa	18	0.37	0.00
Pupa	20	0.34	0.00
Pupa	22	0.32	0.00
Adulto (PO)	24	0.32	0.00
Adulto (PO)	26	0.31	0.00
Adulto (O)	28	0.31	2.41
Adulto (O)	30	0.30	7.06
Adulto (O)	32	0.29	16.51
Adulto (O)	34	0.28	22.36
Adulto (O)	36	0.27	25.69
Adulto (O)	38	0.26	26.49
Adulto (O)	40	0.25	25.96
Adulto (O)	42	0.24	25.69
Adulto (O)	44	0.23	25.42
Adulto (O)	46	0.22	24.63
Adulto (O)	48	0.21	23.69
Adulto (O)	50	0.20	22.63
Adulto (O)	52	0.19	21.56
Adulto (O)	54	0.18	20.23
Adulto (O)	56	0.17	18.77
Adulto (O)	58	0.16	17.44
Adulto (O)	60	0.15	15.31
Adulto (O)	62	0.14	13.71
Adulto (O)	64	0.13	12.11
Adulto (O)	66	0.11	10.38
Adulto (O)	68	0.10	9.05
Adulto (O)	70	0.08	7.46
Adulto (O)	72	0.06	6.39
Adulto (O)	74	0.04	5.06
Adulto (O)	76	0.03	4.00
Adulto (O)	78	0.02	2.80
Adulto (O)	80	0.02	1.20

REFERENCIAS. (PO) = Preoviposición. x = edad en días.  
(O) = Oviposición. lx = sobrevivencia.  
mx = Fecundidad femenina.

<sup>1</sup>. Tomado de Demography and populations dynamics of the Mediterranean fruit fly. Ecological Modelling. (2).

CUADRO 21A. Tabla de oviposición de la mosca del Mediterráneo (Cecilia capitata Wied) a 25° C.

ESTADO	x	ix	mx
Huevo	2	1.00	0.00
Larva	4	0.83	0.00
Larva	6	0.67	0.00
Larva	8	0.50	0.00
Larva	10	0.40	0.00
Pupa	12	0.40	0.00
Pupa	14	0.39	0.00
Pupa	16	0.38	0.00
Pupa	18	0.37	0.00
Pupa	20	0.34	0.00
Pupa	22	0.32	0.00
Adulto (PO)	24	0.32	0.00
Adulto (PO)	26	0.31	0.00
Adulto (O)	28	0.31	2.41
Adulto (O)	30	0.30	7.06
Adulto (O)	32	0.29	16.81
Adulto (O)	34	0.28	32.36
Adulto (O)	36	0.27	52.69
Adulto (O)	38	0.26	78.49
Adulto (O)	40	0.25	110.66
Adulto (O)	42	0.24	150.69
Adulto (O)	44	0.23	200.42
Adulto (O)	46	0.22	262.83
Adulto (O)	48	0.21	340.69
Adulto (O)	50	0.20	438.66
Adulto (O)	52	0.19	562.88
Adulto (O)	54	0.18	718.23
Adulto (O)	56	0.17	910.77
Adulto (O)	58	0.16	1147.44
Adulto (O)	60	0.15	1437.31
Adulto (O)	62	0.14	1791.71
Adulto (O)	64	0.13	2331.11
Adulto (O)	66	0.11	3000.38
Adulto (O)	68	0.10	3850.66
Adulto (O)	70	0.08	4950.46
Adulto (O)	72	0.06	6350.39
Adulto (O)	74	0.04	8150.06
Adulto (O)	76	0.03	10450.00
Adulto (O)	78	0.02	13450.00
Adulto (O)	80	0.02	17450.00

REFERENCIAS. (PO) = Preoviposición. x = edad en días.  
(O) = Oviposición. ix = sobrevivencia.  
mx = Fecundidad femenina.

Tomado de Demography and population dynamics of the Mediterranean fruit fly. Ecological Modelling. (2).