

UNIVERSIDAD DE PANAMA
VECERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA

SINCRONIA BIOLÓGICA, RELACION INTERESPECIFICA Y ANALISIS DE
CALIDAD HOSPEDERA DE *POUTERIA BUENAVENTURENSIS* (Sapotacea) CON
ANASTREPHA SERPENTINA Y *ANASTREPHA INTERMEDIA*, n.sp. EN ALTOS
DE PACORA (1998 – 1999)

POR.

HELMER ALONSO ESQUIVEL

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

2000

SINCRONIA BIOLÓGICA, RELACION INTERESPECÍFICA Y ANÁLISIS DE CALIDAD HOSPEDERA DE *POUTERIA BUENAVENTURENSIS* (Sapotacea), CON *ANASTREPHA SERPENTINA* Y *ANASTREPHA INTERMEDIA* EN ALTOS DE PACORA (1998 – 2000).

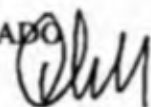
TESIS

Sometida para optar al título de Maestro en Ciencias con especialización en Entomología Agrícola.

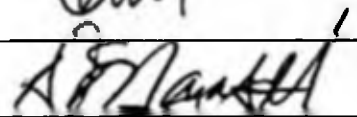
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe ser obtenido en la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado.

APROBADO



Asesor



Jurado



Jurado

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderosos, por protegerme cada día bajo su manto divino y permitirme salir adelante una vez más ante los retos de la vida.

A mis hermanos Rigo y Carmina y demás familia por apoyarme siempre.

A Paty por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

Al Dr. Cheslavo Korytkowski, por darme la oportunidad de trabajar con él y asesorarme en la realización del presente trabajo, pero especialmente por su confianza, al mantener siempre sus puertas abiertas, orientarme y preocuparse por mi formación profesional

A los profesores, Diego Navas y Plutarco Ramos, miembros del jurado, por sus sugerencias en pro de la mejora del trabajo final.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por haberme otorgado el financiamiento, para la realización de los estudios de Maestría.

Al Ing. Carlos Campos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, por su amistad y colaboración en la realización de la presente investigación.

A mis compañeros de estudio en la Maestría, pero especialmente a Bolívar Jaén, Ricardo Carrasco, Julio Hernández y Filadelfo Guevara por su compañerismo y amistad brindada durante mi estancia en este país

A los profesores de la Maestría que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo y por su amistad brindada durante el tiempo compartido.

DEDICATORIA

A mi madre, Ramona Esquivel, con mucho respeto y cariño, por su inmenso amor y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	1
CAPITULO I INTRODUCCION.....	2
CAPITULO II REVISION DE LITERATURA.....	4
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS.....	16
1. Descripción del área de estudio.....	16
2. <i>Pouteria buenaventurensis</i> (Aubréville).....	16
3. Especies de <i>Anastrepha</i>	20
4. Metodología de campo.....	20
5. Metodología de laboratorio.....	24
6. Registro y análisis de la información.....	25
a) Registro.....	25
b) Análisis de la información.....	25
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
1. Resultados generales.....	26
2. Relación entre la precipitación , la humedad y temperatura del suelo.....	28
3. Relación entre la precipitación, humedad y temperatura del suelo con la fructificación de <i>Pouteria buenaventurensis</i> durante 1998.....	32
4. Dispersión, persistencia y abundancia relativa de <i>Anastrepha serpentina</i> y <i>Anastrepha intermedia</i> en los sectores del área de estudio.....	35
5. Efecto de la precipitación, concentración de humedad del suelo y temperatura en la dinámica poblacional de adultos de <i>Anastrepha serpentina</i> y <i>Anastrepha intermedia</i>	40
6 Efecto de la fenología de la planta sobre la población de adultos de <i>Anastrepha serpentina</i> y <i>Anastrepha intermedia</i>	45
7. Sincronía biológica entre la población de adultos de <i>Anastrepha intermedia</i> y <i>Anastrepha serpentina</i> y la producción total de frutos de <i>Pouteria buenaventurensis</i>	49
8. Utilización del recurso disponible (frutos de <i>Pouteria buenaventurensis</i>) por <i>Anastrepha serpentina</i>	52
a) Porcentaje de infestación de <i>Anastrepha serpentina</i>	53

b) Intensidad de infestación de frutos por <i>Anastrepha serpentina</i>	55
c) Calidad hospedera.....	57
- Efecto del período de fructificación sobre el peso de la pupa...	57
- Efecto del tamaño (peso y diámetro) del fruto sobre la intensidad de infestación.....	59
- Efecto del tamaño (peso y diámetro)del fruto sobre el peso de la pupa.....	61
9. Parasitoidismo.....	62
a) Parasitoides encontrados.....	62
b) Porcentaje general de parasitoidismo.....	62
c) Impacto del parasitoidismo sobre la mortalidad de <i>Anastrepha serpentina</i>	64
d) Periodo de prevalencia del parasitoide y efecto de los factores ambientales sobre la dinámica poblacional.....	65
 CAPITULO V CONCLUSIONES.....	 68
 CAPITULO VI RECOMENDACIONES.....	 71
 CAPITULO VII BIBLIOGRAFIA	 73

INDICE DE CUADROS

CUADRO I. VARIABLES EVALUADAS EN CAMPO Y EN LABORATORIO DURANTE EL ESTUDIO.....	25
CUADRO II. VALORES DE CORRELACION DE LOS FACTORES CLIMATICOS VERSUS LA CAPTURA DE ADULTOS DE LAS ESPECIES DE <i>ANASTREPHA</i> EN ESTUDIO 1998 - 1999.....	45
CUADRO III. INTENSIDAD DE INFESTACION DE <i>A. serpentina</i> DEACUERDO AL TAMAÑO DEL FRUTO, EN BASE A DIAMETRO Y PESO.....	60
CUADRO IV. PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO DURANTE EL PERIODO DE COLECTA DE FRUTOS.....	63

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Mapa de la zona de estudio, a) Ruta de muestreo, Cerro Azul - Altos de Pacora, b) Plano de ubicación de los árboles en estudio.....	17
Fig. 2. Arbol de <i>Pouteria buenaventurensis</i> (Aubréville).....	18
Fig 3 Distribución de las hojas y flores de <i>Pouteria buenaventurensis</i>	19
Fig. 4: Fruto de <i>Pouteria buenaventurensis</i>	19
Fig 5: Adulto de <i>Anastrepha serpentina</i>	22
Fig. 6: Ubicación de trampas McPhail en el sector de muestreo.....	22
Fig 7: Detector de humedad del suelo (Soil Moisture tester)	23
Fig. 8: Detector de humedad del árbol (Protrimetro Mini II).....	23
Fig 9. Efecto de la precipitación sobre la humedad y temperatura del suelo.	29
Fig.10. Comparación de las precipitaciones registradas durante los periodos de 95-96 y 98-99.....	30
Fig 11. Comparación de la humedad del suelo registrada durante los periodos de 95-96 y 98-99.....	31
Fig 12: Relación de los factores climáticos con el periodo de fructificación (E: posible estímulo del inicio de la floración) de <i>Pouteria buenaventurensis</i> 1998.....	33
Fig 13 Dispensión y abundancia de adultos de <i>A. serpentina</i> y <i>A. intermedia</i> capturados en trampas McPhail, en el área de estudio,1998.....	36
Fig. 14: Dispensión y abundancia de adultos de <i>A. serpentina</i> y <i>A. intermedia</i> capturados en trampas McPhail, en el área de estudio,1999.....	36
Fig. 15: Dispensión de adultos de <i>A. serpentina</i> y <i>A. intermedia</i> capturados en trampas McPhail, en áreas perturbadas y no perturbadas por el hombre.....	39

Fig. 16: Efecto de la precipitación sobre la dinámica poblacional de adultos de <i>A. intermedia</i> y <i>A. serpentina</i> capturados en trampas McPhail.....	42
Fig. 17. Efecto de la temperatura y humedad del suelo sobre la dinámica poblacional de adultos de <i>A. intermedia</i> y <i>A. serpentina</i> capturados en trampas McPhail.....	44
Fig. 18. Relación entre la precipitación, fructificación y la captura de adultos de <i>A. intermedia</i> y <i>A. serpentina</i> en trampas McPhail, 1998 - 1999.....	46
Fig. 19: Relación entre la precipitación, fructificación y la captura de adultos de <i>A. intermedia</i> y <i>A. serpentina</i> en trampas McPhail, 1995 - 1996.....	48
Fig. 20: Sincronía biológica entre la población de adultos de <i>A. intermedia</i> y <i>A. serpentina</i> colectados en trampas McPhail, con la fructificación de <i>Pouteria buenaventurensis</i>	50
Fig. 21: Porcentaje de frutos cosechados en cada uno de los árboles (A, B, C y D) durante toda la producción.....	53
Fig. 22: Porcentaje de frutos infestados por <i>A. serpentina</i> para cada uno de los cuatro árboles (A, B, C y D).....	53
Fig. 23. Frutos colectados y porcentaje de infestación durante el periodo de fructificación.....	54
Fig. 24: Intensidad de infestación de los frutos por <i>A. serpentina</i> (adultos/fruto) (A, B, C y D, son los árboles).....	55
Fig. 25: Frutos colectados e intensidad de infestación durante el periodo de fructificación...57	
Fig.26 Relación entre el periodo de fructificación de <i>Pouteria buenaventurensis</i> y el peso de las pupas.....	58
Fig. 27: Efecto del parasitoidismo de <i>Doryctobracon trinidadensis</i> sobre la población de <i>A. serpentina</i>	66
Fig. 28: Relación entre la precipitación y fructificación de <i>Pouteria buenaventurensis</i> con la población de <i>D. trinidadensis</i>	66

RESUMEN

El estudio se realizó en Cerro Azul, Provincia de Panamá, al Norte del aeropuerto de Tocumen, de mayo de 1998 a septiembre de 1999, con el propósito de determinar los factores meteorológicos que afectan o inducen la emergencia del adulto de *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia* y determinar la calidad hospedera de frutos de *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceae) para ambas especies de *Anastrepha*. Se seleccionaron cuatro árboles ubicados en dos sectores de la ruta de muestreo (Doña Julia y Migdalia Fuentes), donde se tomaron datos climatológicos como precipitación y temperatura diaria, humedad y temperatura del suelo a dos pulgadas de profundidad, humedad del árbol a 10 y 50 cm de la base, cada 15 días. Se colectaron todos los frutos caídos (668) los que fueron pesados y medidos, para luego colocarlos en un frasco que contenía aserrín humedecido para permitir que las larvas empuparan. Pupas que fueron contadas y pesadas individualmente, de las cuales únicamente se obtuvieron adultos de *Anastrepha serpentina* y su parasitoide *Doryctobracon trinidadensis* (1.42 %). Con la ayuda de trampas "McPhail" se obtuvo el recuento de adultos volando, en la zona colectándose en 1998 un total de 1.255 especímenes de *A. serpentina* y 971 de *A. intermedia*, encontrándose que los máximos niveles poblacionales de ambas especies, coincidían con el periodo de máxima fructificación de los árboles (junio a julio). Donde las precipitaciones fueron mínimas y la humedad del suelo estaba por encima de 90 %. Para 1999 los niveles poblacionales fueron insignificantes y la planta no fructificó. *A. serpentina* hace un uso más eficiente del recurso al final de la fructificación, alcanzando un 81.25 % de infestación con una intensidad de 24.51 adultos por fruto.

SUMMARY

The present study was carried out in the locality of Cerro Azul, Panama Province, North of the Tocumen Airport, from May 1998 to September 1999 with the purpose of determining the climatic factors that influence the emergence of *Anastrepha serpentina* and *Anastrepha intermedia*, and to determine the suitability of fruits from *Pouteria buenaventurensis* (Sapotaceae) as host for the development of the two species of *Anastrepha*. Four trees were selected in two locations along the sampling area on the Cerro Azul road. Daily rainfall and temperature records were kept, as well as data on relative humidity, soil temperature two inches deep, trunk moisture at 10 and 50 cm from the base every 15 days. On each sampling date all the fruits that were on the ground were collected, weighed, measured, and afterwards placed in jars with moist sawdust for the larvae that emerged from the fruits to pupate. Later on, the pupae were counted and each was weighed. *Anastrepha serpentina* was the only species that emerged as adults and 1.42 % were parasitized by *Doryctobracon trinidadensis*. Counts were also made of flying adults using "McPhail" traps. In 1998 a total of 1,255 specimens of *A. serpentina* and 971 of *A. intermedia*, were collected, the highest catches of the two species occurred when the fruiting was at its peak during the months of June and July. At this point the rainfall was very low and the soil moisture was above 90 %. In 1999 the population of both species was insignificant and the trees did not bear fruit. However, *A. serpentina* was capable of infesting the fruits at the end of the fruiting period, exhibiting an infestation of 81.25 % and an average of 24.51 adult flies per fruit.

CAPITULO I
INTRODUCCION

INTRODUCCION

La familia Tephritidae del Orden Diptera, incluye géneros de importancia económica que causan daño en casi todas las áreas frutícolas del mundo, entre los que se encuentra el género *Anastrepha*, el cual se distribuye desde el Sur de Estados Unidos (Valle del río grande y Sur de Florida) hasta el Norte de Argentina, aproximadamente entre 27°N y 35°S (Stone 1942), constituyendo el género con mayor número de especies para la región neotropical, que dañan en su mayoría los órganos de producción de las plantas, lo cual afecta en cierta medida la economía de un país, principalmente cuando la fruticultura es un rubro de exportación y fuente de divisas.

Existe una gran cantidad de información sobre la biología de la mosca de la fruta, pero trabajos sobre biología poblacional son escasos, Bateman, (1972); Korytkowski (1987, *En*: Tapia 1989), señala que la fenología del árbol y del fruto permitirá predecir en qué momento las moscas inician su vuelo, cuál será su grado de infestación y cuándo se instalarán en el cultivo.

En 1995, *Pouteria buenaventurensis* es reportada por primera vez como hospedero del género *Anastrepha*, cuyos frutos son infestados por las especies, *A. serpentina* y *A.*

intermedia, la primera afectando el mesocarpo o pulpa y la segunda el endospermo de la semilla, dándose en este caso una compartición de recursos. (Serrano y Guerra, 1995).

Hernández (1996), concluye que los frutos de *Pouteria buenaventurensis* son afectados por *A. intermedia*, desarrollándose en la semilla, antes de madurar el fruto y continúa infestándolos durante todo el periodo de fructificación; y *A. serpentina* desarrollándose en la pulpa, presentando una mayor infestación a finales del periodo de fructificación.

Aunque *Anastrepha ludens* no tiene un periodo de diapausa, la pupación en la época invernal se prolonga casi hasta la primavera siguiente, si se hacen muestreos periódicos en el campo y se consigue precisar la fecha en la cual la mayoría de la población de una región inicia la etapa pupal de invierno, se podría pronosticar con relativa certidumbre el momento en que aparecería la siguiente generación del año, o bien, la más abundante, comprobándolo mediante la captura de adultos, (Lawrence, 1979; En: Leyva y Vazquez, 1988).

Con el presente trabajo se pretende determinar los factores meteorológicos que afectan o inducen el momento de emergencia del adulto de *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia*, y a la vez determinar la calidad hospedera de los frutos de *Pouteria buenaventurensis* para ambas especies.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

REVISION DE LITERATURA

McPhail y Bliss, (1933), establecen que la humedad retenida en la tierra tiene un pequeño efecto en la duración del periodo de vida de *Anastrepha* spp dentro del pupario.

Salt (1937, *Err*: Bateman, 1976), reporta que las feromonas de marcado depositadas por las hembras de mosca de la fruta después de su oviposición, permiten a varias especies de Hymenoptera parasitoides, localizar a su huésped y tener una distribución uniforme dentro de los hospederos disponibles de dicho insecto, esto se ve apoyado por Greany y Oatman, (1972) y Vinson (1972, *Err*: Bateman, 1976).

Christenson and Foot, 1960, establecen que la diapausa es típica de las especies univoltinas que viven en zonas donde se dan fluctuaciones climáticas estacionales, un ejemplo claro lo constituyen la mayoría de especies de *Ragoletis* de América del Norte, en cambio las especies que viven bajo condiciones tropicales y subtropicales que tienen un ciclo de vida multivoltino, no sufren diapausa.

Nishida (1963, *Err*: Bateman, 1972), indica que la humedad ambiental es de importancia especial como un factor determinante para varias especies del género *Anastrepha*.

Bateman and Elliot, (1971, *En: Bateman, 1976*), determinaron en su estudio realizado en Hawaii, usando puparios de *D. tryoni*, que la profundidad a la que se encuentra enterrada la pupa es influyente en el efecto de los depredadores, ya que entre más expuesta esté la pupa, mayor será el porcentaje de mortalidad causado principalmente por hormigas que son las depredadoras superficiales más frecuentes.

Neilson (1971, *En: Bateman, 1976*), indica que las especies de mosca de la fruta se ven obligadas a dispersarse a grandes distancias, cuando las condiciones ambientales le son desfavorables y principalmente cuando no hay en dicha zona hospederos disponibles para su oviposición y alimentación; esto concuerda con lo establecido por Maxwell y Parsons, (1968, *En: Bateman, 1976*).

Bateman, (1976), indica que los porcentajes de mortalidad de pupas por efecto de depredadores están influenciados por la profundidad de suelo a la que se encuentra las pupas, la cual va de 2.5 a 5 cm., a las características bio-climáticas del suelo y ala época del año en que se da la etapa de pupación.

Carvalloro (*En: Bateman, 1976*), mediante estudios realizados con *D. oleae*, establece que los depredadores de pupas como la hormiga *Crematogaster* spp, son mas eficientes depredando las pupas que se encuentran más profundas (5cm) en verano que en invierno.

Cirio (*En*: Bateman, 1976), establece que la mortalidad de las pupas de mosca de la fruta es 50% más alto en suelos arcillosos que en suelos de origen volcánico por el efecto principal de la lluvia.

Fehn (1982) y Hennessey (1994, *En*: Celedonio, Aluja y Liedo, 1995), en estudios realizados en Brasil y Florida, concluyen que la captura de mosca de la fruta en trampas, es influenciada por la interacción de las condiciones climáticas y la disponibilidad de fruta de las plantas hospederas.

Carabias-Lillo y Guevara, (1985, *En*: Hernández y Pérez, 1993), llegan a la conclusión que la fenología de las plantas hospederas se ve afectada por diferentes factores climáticos entre los cuales la precipitación es uno de los más importantes, ya que esta afecta la humedad de la tierra y crea las condiciones adecuadas para la maduración de los frutos, e indirectamente afecta el ciclo de vida de algunos polinizadores y la dispersión de las semillas.

Boscán y Godoy, (1986a), en un estudio realizado en El Limón, Maracay, Aragua - Venezuela, encontraron a través del cálculo de los coeficientes de correlación de Pearson que los factores climáticos, temperatura, precipitación y humedad relativa no tienen ningún efecto sobre la fluctuación poblacional de *Anastrepha obliqua* en mango, cuyas poblaciones se mantenían presentes durante todo el año, sin embargo si se observó una marcada reducción

en la captura de adultos durante los meses donde la precipitación era mayor.

Boscán y Godoy, (1986b), indican en su estudio realizado en una plantación de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el Limón, Aragua, Venezuela que la fluctuación poblacional de *Anastrepha* spp. tiene un comportamiento similar al ciclo anual de precipitación lo cual se debe posiblemente a que este factor climático es determinante en los cambios fisiológicos de las plantas en el trópico ya que estimula su crecimiento, renovación, floración, fructificación y como consecuencia origina una mayor disponibilidad de alimento que es la condición indispensable para la multiplicación de *Anastrepha* spp.

Boscán y Godoy, (1987a), al evaluar la fluctuación poblacional de *Anastrepha striata* Schiner, la mosca de la guayaba (*Psidium guajava*) en Cagua, Venezuela, determinaron que los adultos de *Anastrepha striata* estaban presentes durante todos los meses del año, siempre y cuando existieran frutos en las plantas, a la vez determinaron que existía una correlación directa entre la precipitación y la captura de adultos, al igual que con la humedad relativa y en cuanto a la temperatura ambiental encontraron que no tiene ningún efecto sobre la fluctuación poblacional del insecto.

Boscán y Godoy, (1987b), en estudios realizados sobre la fluctuación poblacional de *Anastrepha serpentina* Wied, en níspero (*Achras zapota*) en El Limón, Aragua-Venezuela, observaron durante los tres años de su estudio que la población de *A. serpentina* se

incrementaba a partir de abril y fluctúa según la variación de los factores climatológicos, como la humedad relativa, precipitación y temperatura, de los cuales únicamente la temperatura presentó una alta correlación directa con la captura de adultos, indicando que a mayor temperatura ambiental mayor población de adultos, pero al analizar las curvas de captura de adultos con las curvas de los factores climatológicos es notable que la captura de adultos se reduce cuando los factores climáticos disminuyen y especulan que es necesario evaluar la disponibilidad de alimento ya que esta puede influir en la fluctuación poblacional.

Leyva, (1988), en sus estudios realizados en Chapingo, México, establece que aunque *Anastrepha ludens* no pasa por un estado diapausal, su periodo pupal de invierno se prolonga casi hasta la siguiente primavera, por lo que si se determina mediante muestreos de campo la fecha precisa en la cual la mayor parte de la población inicia su etapa pupal de invierno, se podría predecir el momento de aparición de la siguiente generación del año o la más abundante, lo cual puede ser comprobado mediante la captura de adultos y con esto se puede predecir cuantas generaciones se tendrían en un periodo de tiempo determinado.

Eskafi y Fernández, (1990), en su estudio realizado en Guatemala, indican que el estado pupal de *C. capitata*, requiere de condiciones adecuadas de humedad, temperatura y textura del suelo, para poder sobrevivir, ya que una desecación prolongada a sí como también suelos con mal drenaje puede causarle la muerte, por exceso o deficiencia de agua acumulada en el suelo.

Hernández and Pérez, (1993), mencionan en sus estudios realizados en Veracruz, México que el recuento de poblaciones de adultos de mosca de la fruta del genero *Anastrepha*, asociadas a plantas silvestres, mediante la utilización de trampas MacPhail es relativa, debido a que la distribución de las plantas hospederas dentro del área de estudio no es homogénea como en el caso de plantas cultivadas. Muchas de las especies que normalmente se capturan en una zona determinada, dejan de aparecer durante varios meses del año, debido a que se encuentran infestando frutos en otra zona diferente, también se da el caso de capturar algunas especies de adultos en las trampas, cuyas larvas no se encuentran infestando ningún fruto de la zona, en este caso son especies que se encuentran asociadas a plantas cuya fructificación es estacional. Es probable que algunas especies tropicales del género *Anastrepha*, pasen por un período de diapausa después de dos o más generaciones, principalmente aquellas asociadas a una sola planta hospedera, que los adultos sean capaces de sobrevivir largos períodos sin ninguna fruta en las plantas o que los adultos migren a otras áreas durante el período en el que los árboles en los cuales residen no están fructificando. En las infestaciones naturales de mosca de la fruta los frutos pequeños y de menor peso presentaron la menor infestación (1.25 - 2.59 larvas por fruto en especies tales como *T. mexicana*, *Q. funebris*, y *T. alba*) y los frutos grandes y de mayor peso presentaron promedios de 9.0 - 34.0 larvas por fruto de *C. aurantium* y especies de *Pouteria*. Por lo que especulan que existe una correlación positiva entre el tamaño de la infestación y el tamaño del fruto o que la oviposición múltiple ocurre en frutos grandes lo cual es apoyado por observaciones hechas sobre frutos grandes en los cuales es común encontrar todas las fases larvales, por lo que concluyen que el tamaño de la fruta

es un factor determinante en la intensidad de infestación causada por algunas especies tropicales como *C. capitata* (Wiedemann) y *A. ludens* y juega un papel importante en el proceso de selección del hospedero por algunas especies del grupo *Rhagoletis pomonella*.

Aluja, (1994), explica que las hembras de *Anastrepha*, después de copular buscan el sustrato donde depositar sus huevos, y generalmente lo hacen en frutos con un 60 - 70% de madurez pero si no encuentran alguno disponible lo hacen sobre frutos verdes o maduros y luego de ovipositar aplican una feromona de marcado para que ese fruto no sea usado por otra hembra y asegurar a sus larvas una mínima competencia, pero en ocasiones donde la disponibilidad de frutos es limitada y las poblaciones de insectos muy altas se da una mayor intensidad infestación, encontrándose hasta 180 larvas por fruto mal alimentadas, pero que en su mayoría dan origen a un adulto. Así mismo menciona que el periodo pupal bajo condiciones de temperatura y humedad adecuada pueden durar de 8 a 15 días o prolongarse por varios meses si la temperatura disminuye y la humedad del suelo es mínima.

Para el caso cuando las larvas pupan en un terreno arcilloso, éstas sufren un periodo de estivación, debido a que este suelo se compacta y evita que el adulto emerja, pero cuando la humedad del sustrato aumenta y las temperaturas son adecuadas los adultos emergen en poco tiempo. Durante todo el ciclo de vida de la mosca se presentan diferentes factores de mortalidad, tanto bióticos como abióticos, siendo en el estado de pupa, el parasitoidismo, depredación, y microorganismos los factores bióticos predominantes; y los abióticos como la deshidratación, bajas temperaturas y exceso de humedad. Aunque las primeras lluvias,

resultan como un disparador biológico, provocando la emergencia masiva de los adultos, coincidiendo esto con la época de mayor disponibilidad de frutos en el campo.

Celedonio, Aluja y Liedo, (1995), en sus estudios realizados en Chiapas México, establecen que las fluctuaciones poblacionales de la mosca de la fruta están influenciadas principalmente por la presencia o disponibilidad de fruta en las plantas hospederas. Así mismo especifican que los resultados de los análisis de regresión entre captura de moscas adultas y la precipitación, sean estos positivos o negativos, no necesariamente representan una relación de causa y efecto, ya que hay especies de mosca de la fruta que fluctúan estacionalmente al igual que la lluvia tiene un ciclo anual en ambientes tropicales. La lluvia puede incidir sobre la fluctuación poblacional de la mosca de la fruta, cuando es escasa, causando la muerte de las pupas por desecación y la muerte del adulto por la desecación de los sustratos líquidos alimenticios, y cuando las lluvias son extremas, reducen la disponibilidad y calidad de alimento por lavado o dilución, lo que induce una baja fecundidad y longevidad en los adultos. En el estado de pupa una alta precipitación puede causar una alta emergencia de adultos o una alta mortalidad por ahogamiento (McPhail y Beatitud, 1933; Beker *et al.*, 1944 *En*: Celedonio, *et al.*, 1995).

Serrano y Guerra, (1995), en su estudio realizado en Cerro Azul, Altos de Pacora, Panamá, reportan por primera vez a *Pouteria buenaventurensis* como hospedero del género *Anastrepha*, encontrando que los frutos de esta planta eran infestados simultáneamente por

dos especies; *A. serpentina* desarrollándose en la pulpa y *A. intermedia* (especie aún no descrita) en el endospermo de la semilla, la primera de ellas presentando una intensidad de infestación de 0.33 especímenes por fruto y *A. intermedia* con una intensidad de 0.55 especímenes por fruto, lo que se dio solamente cuando se encontraron ambas especies compartiendo el mismo fruto, ya que con mayor frecuencia estos fueron infestados únicamente por *A. serpentina*.

Hernández, (1996), en su estudio realizado en la zona de Cerro Azul, Altos de Pacora, Panamá, indica que los frutos de *Pouteria buenaventurensis* son afectados por dos especies de *Anastrepha* una aún no descrita conocida como *A. intermedia* la cual se alimenta de la semilla y *A. serpentina* alimentándose de la pulpa, siendo ésta una especie relacionada con una gran diversidad de plantas, y especula que al parecer las hembras de *A. intermedia* infestan la pulpa de los frutos que aún no han alcanzado su madurez y sus larvas al emerger se alimentan de la pulpa para luego ingresar a la semilla donde termina su desarrollo. Para 1995 reporta que los máximos picos de captura de adultos de *A. intermedia* se dan antes y después de la fructificación y los mayores porcentajes de infestación de frutos (30 - 40 %) durante junio y julio con una intensidad de infestación de 3.73 larvas/fruto menor a la presentada durante 1996 que fue de 17.75 larvas/fruto y en el caso de *A. serpentina* sus picos poblacionales coinciden con la máxima colecta de frutos y su infestación da inicio cuando hay mayor disponibilidad de recurso y se hace más intensa cuando el recurso es escaso (comportamiento característico de especies que afectan la pulpa), encontrándose un

porcentaje de infestación de 63-83 % con una intensidad de infestación que varió de 5.3 - 11.2 larvas por fruto hacia el final de la fructificación. Además indica que no existe una correlación muy estrecha entre la precipitación y la humedad del suelo ($r = 0.68$), pero que la tendencia en general de la humedad del suelo es a aumentar en la medida que la precipitación también lo hace, a la vez que la precipitación también tiene cierta influencia sobre la fenología de la planta ya que especula que aparentemente el inicio de la fructificación se da cuando la precipitación tiende a declinar y termina cuando se da la máxima precipitación, e indica que la planta fructifica durante todo el año con un corto periodo de diapausa que va del 18 de agosto al 15 de septiembre, alcanzando los máximos picos de fructificación entre junio y julio.

Navarro, (1996), en su estudio realizado en Burunga Arraijan, Panamá, indica que la precipitación acumulada y humedad del suelo están directamente relacionadas, existiendo entre ellas una correlación de $r = 0.41$, por lo que especula que la humedad del suelo depende en un 40 % de la precipitación y 60% de otros factores como textura y estructura del suelo, pH, contenido de materia orgánica, etc.

Jirón y Mexzón, (1989, *En*: Boscán y Godoy, 1996), en sus estudios realizados en Aragua, Venezuela, indica que de las nuevas especies encontradas de parasitoides de mosca de la fruta, están más asociadas al género *Anastrepha* que con *Ceratitis* y su especificidad es limitada, por lo que su uso como único medio de control de esta plaga es ineficiente ya que requiere de liberaciones masivas de parasitoides para mantener bajas las poblaciones de la plaga.

Hernández y Alexander, (1997), en su estudio realizado en la zona de Cerro Azul, Altos de Pacora, Panamá, indican que *Pouteria buenaventurensis* es una planta que fructifica durante todo el año presentando la mayor fructificación de marzo a mayo, cuyo frutos son infestados por *A. serpentina* alimentándose de la pulpa y *A. intermedia* del endospermo de la semilla; *A. intermedia* inicia la infestación antes de la maduración de los frutos y mucho tiempo antes de que lo haga *A. serpentina*, y continúa haciéndolo durante todo el período de fructificación, siendo ésta la especie dominante y *A. serpentina* se presenta cuando existe una mayor disponibilidad de recurso haciéndose más intensa su infestación al final del período de fructificación, cuando el recurso disponible es más escaso.

Thomas, (1997), en sus estudios realizados en Texas, México, concluye que el ciclo fenológico de la “mosca mexicana de las frutas” (*Anastrepha ludens*), se ve afectado por las estaciones del año, ya que la temperatura del suelo es un factor fuertemente influyente en la duración de la fase pupal, prolongándose este cuando las temperaturas son bajas, pero en ningún momento se produce o induce una diapausa, aunque el periodo se puede llegar a alargar hasta tres meses en la estación de invierno.

Carballo, (1998), en sus estudios en Costa Rica sobre la abundancia estacional y daño de *A. striata* en genotipos de guayaba (*Psidium guayaba*) y “cas” (*P. friedrichsthalium*), concluye que existe una correlación negativa entre la producción de frutos y el daño de la

plaga, es decir que la mayor intensidad de infestación de los frutos se da cuando la producción por árbol es menor y viceversa. Especula que la reducción de la intensidad de infestación de *A. striata*, cuando la producción de frutos es mayor, se debe a que el incremento de la población de hembras aptas para ovipositar no se ajustan al ritmo en que se incrementa la producción de frutos por árbol, por lo que los frutos son infestados pero en menor intensidad, aunque el porcentaje de infestación siempre fue alto alcanzando más del 75% en la mayoría de los meses hasta un 100% en el mes de marzo. El parasitoidismo causado por *Doryctobracon areolatus*, asociado a *A. striata*, fluctuó entre 0.52 % y 1.75 % en la época de mayor infestación por fruto y baja producción por árbol y de 6.07 % - 9.36 % cuando la producción de frutos por árbol fue mayor, a pesar de que la intensidad de infestación de *A. striata* para este mismo período fue menor.

Carrejo y González, (1999), en su estudio sobre el parasitoidismo asociado a diferentes especies de *Anastrepha* en diferentes plantas hospederas, del Valle del Cauca, Colombia, indican que no existe ninguna correlación entre el número de moscas que se desarrollan en una fruta hospedera y el porcentaje de parasitoidismo, ya que los parasitoides se ven influenciados principalmente por características propias de la fruta, disponibilidad de hospederos alternos y condiciones del medio ambiente. En este estudio se encontró un mayor porcentaje de parasitoidismo (69%) causado por *Doryctobracon zeteki*, asociado a *Anastrepha leptozona*, en frutos de caimito (*Pouteria caimito*), encontrándose además asociado a *Anastrepha serpentina*, *A. striata*, y *A. nunenxae*, en otros frutos.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y METODOS

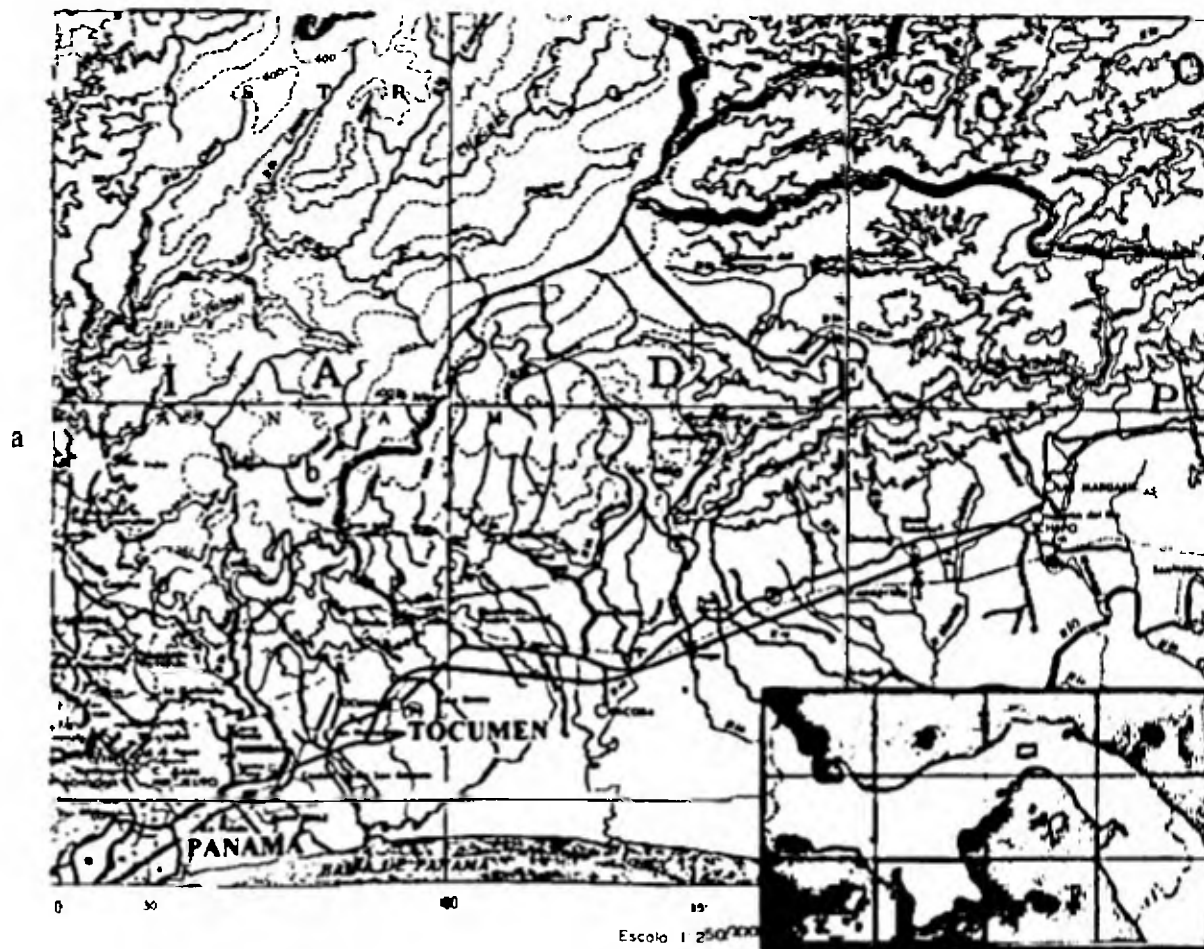
1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en Altos de Pacora, Provincia de Panamá, localizado a 79° 21' 24" longitud Norte y 9° 15' 18" latitud Este, con una elevación de 678 msnm., caracterizada por ser una zona ecológica perteneciente al Bosque Húmedo Tropical (Atlas Nacional de Panamá, 1975), con una temperatura promedio anual de 20 - 30 °C, con precipitaciones de 3000 mm a 4000 mm anuales, la flora es típicamente tropical, dividida en tres estratos arbóreos, que van de 5 - 10 m., 10 - 20 m. y mayores de 20 m, dentro de las cuales se encuentra la planta motivo del presente trabajo, (Fig. 1 a).

2 *POUIERIA BUENAVENTURENSIS* (Aubréville)

Especie perteneciente a la familia Sapotaceae, distribuida desde Colombia hasta el centro de Panamá, (Pilz, 1981), desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm. son árboles de más de 30 m. de altura y 70 cm. de diámetro (Fig. 2), a veces el tronco presenta acanaladuras en la base, corteza granulosa, rojizo castaño con látex pegajoso. Hojas simples coriáceas,

¹ INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA" 1988. Ministerio de obras públicas. Atlas Nacional de la Republica de Panamá. 3ª Ed. 222 pp



INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL "TOMMY CLARDIA". 1982. Mapa Ministerio de obras públicas de la República de Panamá. Esc: 1:250,000 hoja N°7

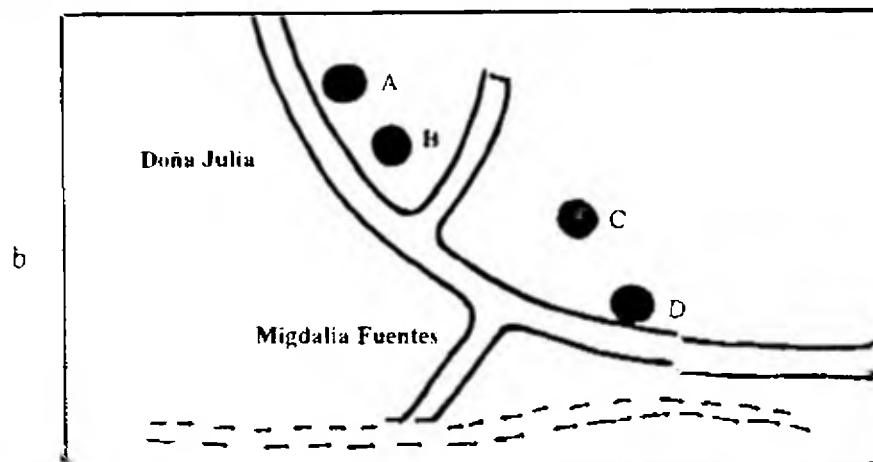


Fig. 1: Mapa de la zona de estudio, a) Ruta de muestreo, Cerro Azul - Altos de Pacora, b) Plano de ubicación de los árboles en estudio.



Fig. 2: Arbol de *Pouteria buenaventurensis* (Aubréville)

dispuestas helicoidalmente (Fig. 3), flores bisexuales, se reporta fructificación durante todo el año, alcanzando la mayor producción de frutos en febrero y su plena maduración en junio. Los frutos son globosos, de tamaño variable constituidos en su mayor parte por la semilla; con el ápice y base redondeado, epicarpo rugoso y castaño pálido; mesocarpo amarillento, sin fibras y escaso, con una sola semilla de 2.5 - 2.8 cm globosa, redondeada en la base y en el ápice, con un endocarpo liso, brillante y coriáceo, y un endospermo abundante y oleoso (Pilz, 1981; Hernández, 1996), (Fig. 4).



Fig. 3: Distribución de las hojas y flores de *Pouteria buenaventurensis*.



Fig. 4: Fruto de *Pouteria buenaventurensis*.

3. ESPECIES DE *ANASTREPHA*

Anastrepha serpentina: Conocida como mosca de los zapotes o mosca del níspero, por su estrecha relación con las plantas de la familia Sapotaceae, asociada principalmente a *Manilcara sapota* y *Crisophilum caimito*, distribuida desde el sur del valle de Río Grande-U.S.A.-Texas hasta Perú y Brasil, incluyendo algunas islas del Caribe, (Shaw, 1947), (Norrbom and Kim, 1988), (Korytkowski, 1997) (Fig. 5).

Anastrepha sp.: Serrano y Guerra., (1995), reportan por primera vez a *Pouteria buenaventurensis* como hospedero del género *Anastrepha*, cuyos frutos son infestados por las especies, *A. serpentina* afectando el mesocarpo o pulpa del fruto y otra especie que se alimenta del endospermo de la semilla. Esta última especie aún no está descrita, pero en la actualidad se está preparando el manuscrito para la descripción de la misma, la cual pertenece al “grupo *benjamini*” por presentar la facia protuberante entre la base de las antenas (Korytkowski, 1997). Para efectos del presente trabajo dicha especie es citada como *Anastrepha intermedia*.

4. METODOLOGIA DE CAMPO

Se seleccionaron cuatro árboles de *Pouteria buenaventurensis*, (planta hospedera de *A. serpentina* y *A. intermedia*), los cuales fueron identificados, con un código (A,B,C,D) (Fig.1b, pag. 16); y en cada árbol se seleccionaron dos ramas para estimar la producción de frutos.

En el dosel a 5 m. de altura, cerca de los árboles seleccionados, se ubicaron seis trampas McPhail (Fig. 6), previamente identificadas y cebadas con proteína hidrolizada, que fueron expuestas durante todo el período que duró el trabajo de campo (16 meses), con la finalidad de obtener parámetros de las poblaciones de adultos de *A. serpentina* y *A. intermedia* que vuelan en dicha zona; estas trampas fueron revisadas cada 15 días vaciando su contenido sobre un colador y con la ayuda de un pincel se pasaron los especímenes a frascos con alcohol al 70 %, identificados con el mismo código de las trampas, para su posterior análisis y recuento en el laboratorio.

Además, en el campo se llevaron registros de algunos factores climáticos como precipitación pluvial, tomada con la ayuda de un pluviómetro ubicado en la zona, temperatura máxima y mínima temperatura y humedad del suelo, con el uso de un termómetro de suelo y un detector de humedad (Soil Moisture tester, modelo ks-01), (Fig. 7) y humedad del árbol a 10 y 50 cm. de su base con el uso de un Protrímetro Mini III, (Fig. 8).

Todos estos factores climáticos fueron tomados en la misma fecha que se revisaron las trampas, excepto la precipitación, y temperatura máxima y mínima, las cuales fueron registradas diariamente por personal de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Así mismo se usaron valores de la temperatura y precipitación obtenidos de la estación meteorológica de Altos de Pacora que mantiene el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE). En las mismas fechas se recolectaron todos los frutos caídos de cada árbol los cuales fueron codificados, acondicionados en bolsas plásticas y conducidos al laboratorio.



Fig. 5: Adulto de *Anastrepha serpentina*.



Fig. 6: Ubicación de trampas McPhail en el sector de muestreo.



Fig. 7: Detector de humedad del suelo (Soil Moisture tester).



Fig. 8. Detector de humedad del árbol (Protrimetro Mini II).

5 METODOLOGIA DE LABORATORIO

Cada uno de los frutos colectados del suelo, era pesado con una balanza analítica marca Sartorius GMBH Gottingen, con una sensibilidad de 0.001 gramos, luego se medía con un vernier y posteriormente se acondicionaba en un envase plástico de 200 ml. codificado. Dicho código incluyó la identificación del árbol (A, B, C, D,) y el número correlativo para cada fruto y muestreo, así por ejemplo, A.1.1, corresponde al árbol "A" fruto número 1 y primer muestreo; los envases plásticos fueron acondicionados con una capa de aserrín de madera humedecido de 2 cm de espesor, como sustrato para permitir el empupamiento de las larvas. Después de colocar cada fruto, el envase fue tapado con un trozo de tela "tul" blanca y sujeta con una banda de hule.

Pasadas tres a cuatro semanas de cada colecta estos envases fueron revisados, volteando el aserrín sobre una bandeja con la finalidad de contabilizar el número de pupas de *Anastrepha* existentes, las que fueron pesadas individualmente, en la balanza analítica, para luego regresarlas a su envase ya acondicionado con el aserrín hasta la emergencia de los adultos; los que fueron identificados, contabilizados, sexados y sacados de los envases diariamente, para mantener un control diario de la emergencia de adultos por fruto.

6. REGISTRO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

a) REGISTRO

CUADRO I. VARIABLES EVALUADAS EN CAMPO Y EN LABORATORIO DURANTE EL ESTUDIO

EN EL CAMPO	EN EL LABORATORIO
Número de frutos por rama por árbol (dos ramas por árbol)	Peso de fruto
Humedad del suelo a 2 plg de profundidad	Diámetro del fruto
Temperatura del suelo a 2 plg de profundidad	Numero de pupas por fruto
Humedad del árbol a 10 y 50 cm desde el suelo	Peso de cada una de las pupas
Precipitación pluvial diaria	Emergencia de adultos de <i>A. serpentina</i> ♂♀
Población de adultos de <i>A. serpentina</i> ♂♀	Emergencia de adultos de <i>A. intermedia</i> ♂♀
Población de adultos de <i>A. intermedia</i> ♂♀	Emergencia de parasitoides ♂♀

b) ANALISIS DE LA INFORMACION

Todos los datos obtenidos en el campo y en el laboratorio fueron introducidos en una base de datos mediante el programa Microsoft® ACCESS vrs. 2000, la información de campo fue ordenada para su análisis utilizando el programa Microsoft® Excel vrs. 2000, que fue utilizado también para algunos análisis y gráficos. En la medida que fue necesario, algunos datos fueron exportados a Estadística® vrs. 5.1 para los análisis de regresión y correlación, de las distintas variables en estudio, con el fin de poder interpretar los datos obtenidos en la investigación

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS Y DISCUSION

1. RESULTADOS GENERALES

El presente estudio se realizó durante el periodo comprendido entre mayo de 1998 y septiembre de 1999, pero el recuento poblacional de adultos de *Anastrepha serpentina* y *A. intermedia*, se efectuó desde enero de 1998 hasta septiembre de 1999, obteniéndose para 1998, una captura de 1,255 (1.22 especímenes/ trampa/mes) especímenes de *A. serpentina*, de las cuales 816 (65.02 %) son hembras y 439 (34.98 %) machos, con una proporción de 1.86 hembras por macho, capturándose los primeros especímenes a partir de febrero hasta octubre, con una mayor captura en julio y agosto. En las muestras conducidas en laboratorio se obtuvieron 5,084 especímenes con una proporción de 1.22 hembras por macho. Y en las trampas, se capturaron 971 (0.94especímenes/trampa/mes) especímenes de *A. intermedia* de los cuales 550 (56.64 %) fueron hembras y 421 (43.36 %) machos, encontrándose en una proporción de 1.31 hembras por macho, capturándose los primeros especímenes a partir de enero hasta noviembre, obteniéndose la mayor captura durante junio y julio. Es importante hacer notar que a pesar de la alta población de adultos de *A. intermedia* capturados en las trampas, en el laboratorio no se obtuvo ni un adulto de los frutos colectados.

Para 1999, los niveles poblacionales fueron extremadamente bajos comparados con el año anterior, lográndose únicamente la captura de 31 (0.03 especímenes/trampa/mes) especímenes de *A. serpentina*, de los cuales 21 (67.74 %) fueron hembras y 10 (32.26%) machos, con una proporción de 2.1 hembras por macho, capturados desde febrero hasta septiembre, con una mayor captura en agosto; para este año (1999) *A. intermedia* se presentó desde febrero hasta agosto, con un total de cuatro machos únicamente (0.0039 especímenes/trampa/mes), al igual que los niveles poblacionales de mosca en este año fueron extremadamente bajos, también se dio una escases de frutos en la zona, tanto así que el árbol objeto de estudio (*Pouteria buenaventurensis* Aubréville) no fructificó. Por tal motivo la colecta de frutos se realizó únicamente durante el periodo comprendido entre mayo y agosto de 1998, colectándose un total de 668 unidades, de los cuales la mayor cantidad se obtuvo durante el mes de junio. Del total de frutos colectados únicamente 373 se encontraron infestados, representando esto un 55.83 %, de los que emergieron un total de 5,084 adultos de *A. serpentina*, de los cuales 2,801 (55.10 %) fueron hembras y 2,283 (44.90 %) machos, encontrándose en una proporción de 1.23 hembras por macho, con una intensidad de infestación promedio de 17.96 adultos de *A. serpentina* por fruto.

En laboratorio se encontró un total de 73 adultos de parasitoides de *A. serpentina* representando un porcentaje de parasitoidismo de 1.42%.

Los datos obtenidos del recuento de frutos por rama no son tan confiables, por lo que no fueron utilizados en los análisis; al igual que los datos de humedad del árbol, tampoco se utilizaron para determinar el efecto sobre la fenología de la planta, porque *Pouteria*

buenaventurensis no estaba dentro de la lista de plantas para las que el aparato viene calibrado y tampoco se asemejaba a ninguna de ellas.

2. RELACION ENTRE LA PRECIPITACION , LA HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO

Durante el período de muestreo correspondiente a 1998, la máxima precipitación se dio durante noviembre y diciembre registrándose un total de 1008.5 y 806.8 mm, respectivamente. Para este período de muestreo el mes más seco fue octubre con un total de 359.2 mm, obteniéndose una mayor humedad en el suelo durante diciembre (96.4 % de humedad disponible para la planta). Durante el período muestral de 1999, la máxima precipitación se dio durante julio y mayo con un total de 993.4 y 758.1 mm, respectivamente y la mínima precipitación durante enero con un total de 521 mm, siendo enero y febrero los meses de mayor humedad en el suelo (93.5 y 70.73 % de humedad disponible para la planta) respectivamente. La temperatura del suelo fue un factor poco afectado por la precipitación, ya que se mantuvo casi constante durante todo el período que duró el trabajo con un promedio de 22.6°C (Fig. 9)

La precipitación es un factor que influye principalmente sobre la humedad del suelo y en menor grado sobre la temperatura de este. Esto concuerda con lo establecido por Carabias-Lillo y Guevara, (1985, *En*: Hernández y Pérez, 1993), conforme el período lluvioso transcurre, la concentración de humedad en el suelo aumenta hasta cierto nivel, ya que una

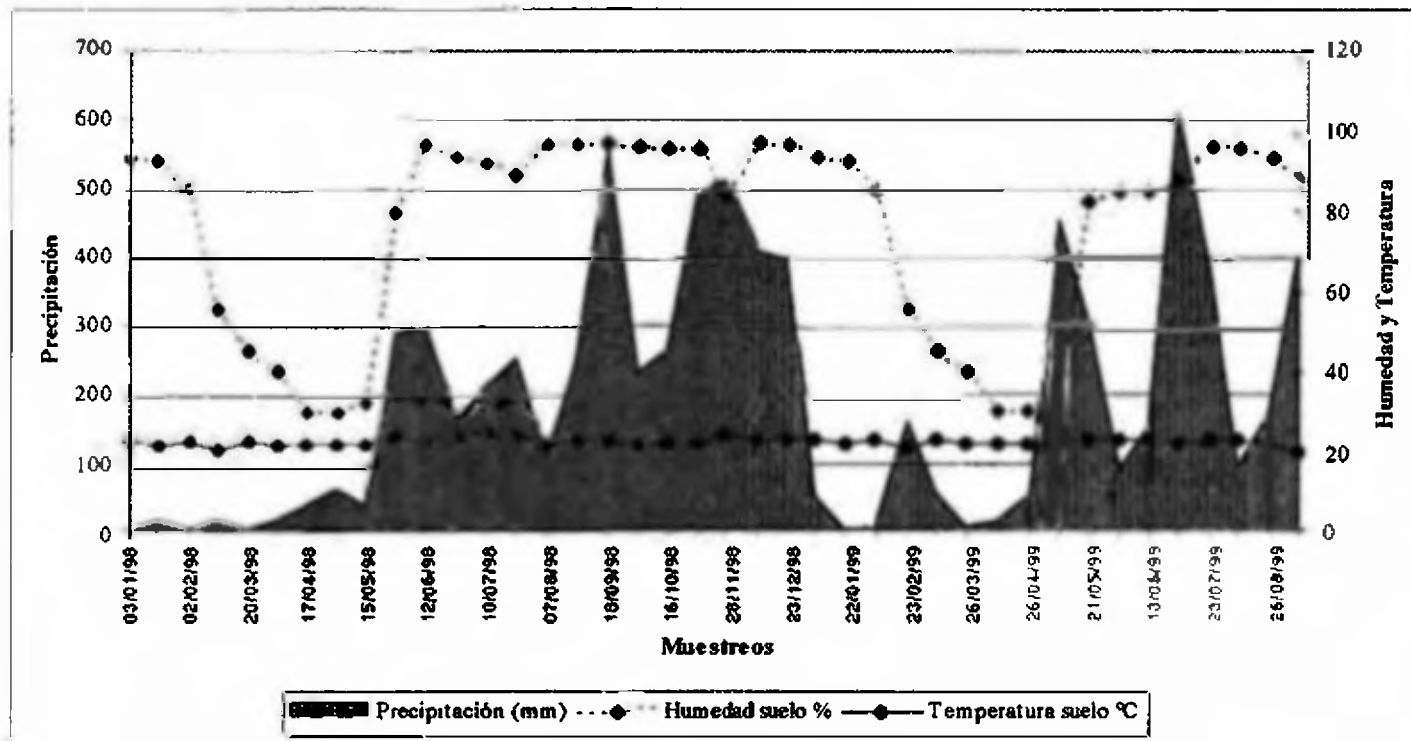


Fig. 9: Efecto de la precipitación sobre la humedad y temperatura del suelo.

vez se alcanza el punto de saturación por más agua que siga cayendo ésta ya no se acumula en el suelo, así también es notable que al disminuir las lluvias durante el verano, también la concentración de humedad en el suelo tiende a disminuir (Fig. 9) quedando en algunos casos únicamente el agua coloidal. Resultados muy similares obtuvo Hernández, (1996) en su estudio realizado en la misma zona de Cerro Azul y Altos de Pacora al estudiar la misma planta hospedera (*Pouteria buenaventurensis*) durante el periodo comprendido entre junio de 1995 y mayo de 1996, donde las precipitaciones fueron menores a las que se dieron durante el periodo de mayo de 1998 a septiembre de 1999 del presente estudio, pero los valores de humedad del suelo son muy similares ya que tienden a aumentar con forme avanza el periodo lluvioso (Fig. 10 y 11).

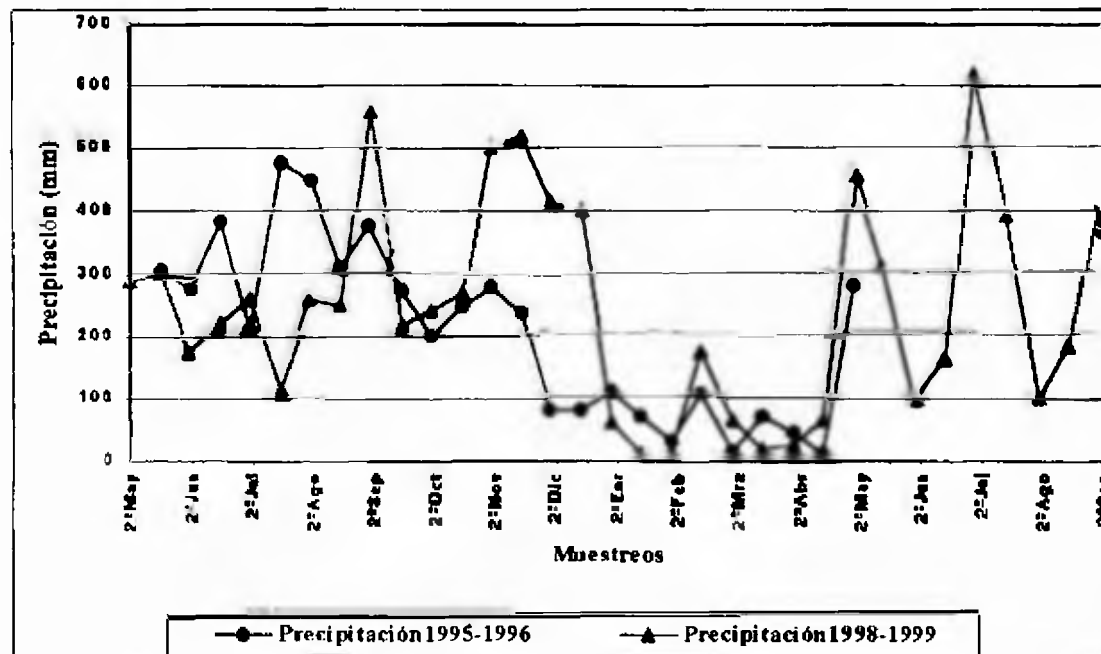


Fig.10. Comparación de las precipitaciones registradas durante los periodos de 95-96 y 98-99

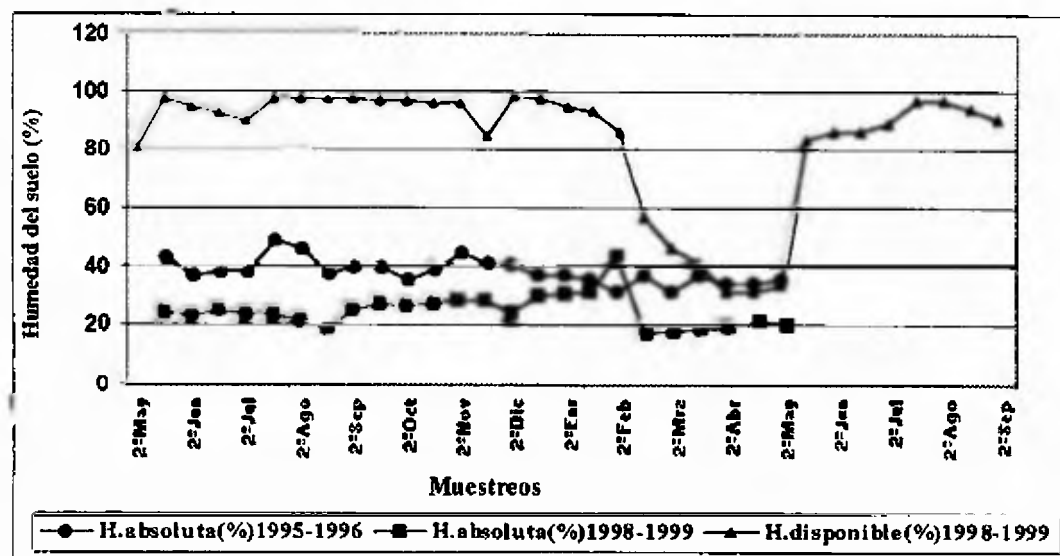


Fig. 11: Comparación de la humedad del suelo registrada durante los periodos de 95-96 y 98-99.

Al analizar estadísticamente la relación existente entre la precipitación y la humedad del suelo, mediante un análisis de Correlación Múltiple, se demostró que sí existe una correlación positiva ya que el valor obtenido fue de $r = 0.35$ con un 95 % de probabilidad, indicándonos esto que a medida que la precipitación aumenta la humedad retenida en el suelo también se incrementa, esto concuerda con los resultados obtenidos por Hernández, (1996), quien encontró una mayor correlación ($r = 0.68$) para estas variables, cuyos datos procedían de la misma zona de estudio; de igual forma Navarro, (1996), en su estudio realizado en Burunga Arraijan, Panamá establece que la precipitación acumulada y humedad del suelo están directamente relacionadas, existiendo entre ambas un coeficiente de correlación positiva de 0.40 indicando que la humedad del suelo depende en un 40% de la precipitación y el 60%

restante a otros factores no tomados en cuenta en el estudio entre los que se pueden mencionar la textura y estructura del suelo, PH y contenido de materia orgánica.

3 RELACION ENTRE LA PRECIPITACION, HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO CON LA FRUCTIFICACION DE *Pouteria buenaventurensis* DURANTE 1998.

Durante 1998 en las plantas objeto de estudio, se pudo observar que la maduración de los frutos se presenta durante el período comprendido de mayo a agosto, alcanzando su pico de maduración durante la segunda quincena de junio, época donde el invierno ya estaba establecido y la concentración de humedad en el suelo se encontraba en un 94 %, con una temperatura de 24°C a 2 pulgadas (5 cm) de profundidad.

La fructificación aparentemente es inducida por un período previo de baja precipitación y por ende un bajo contenido de humedad en el suelo, ya que como se dijo anteriormente, ambos factores climatológicos están directamente relacionados, culminando la fructificación aproximadamente 15 días antes de que se dé una de las máximas precipitaciones registradas durante este año (1998) (Fig. 12). Esto concuerda con lo observado por Hernández, (1996) con la única diferencia que él reporta que la fructificación de *Pouteria buenaventurensis* se da durante todo el año, con un corto período (aproximadamente 28 días) de dormancia (descanso) comprendido entre el 18 de agosto y el 15 de septiembre, en tanto que en junio y julio se dan los picos de maduración de frutos. Hernández y Alexander, (1997), en su estudio realizado en la zona indican que *Pouteria buenaventurensis*, tiene un período de fructificación de 12 meses, presentando los máximos valores desde marzo hasta mediados de mayo.

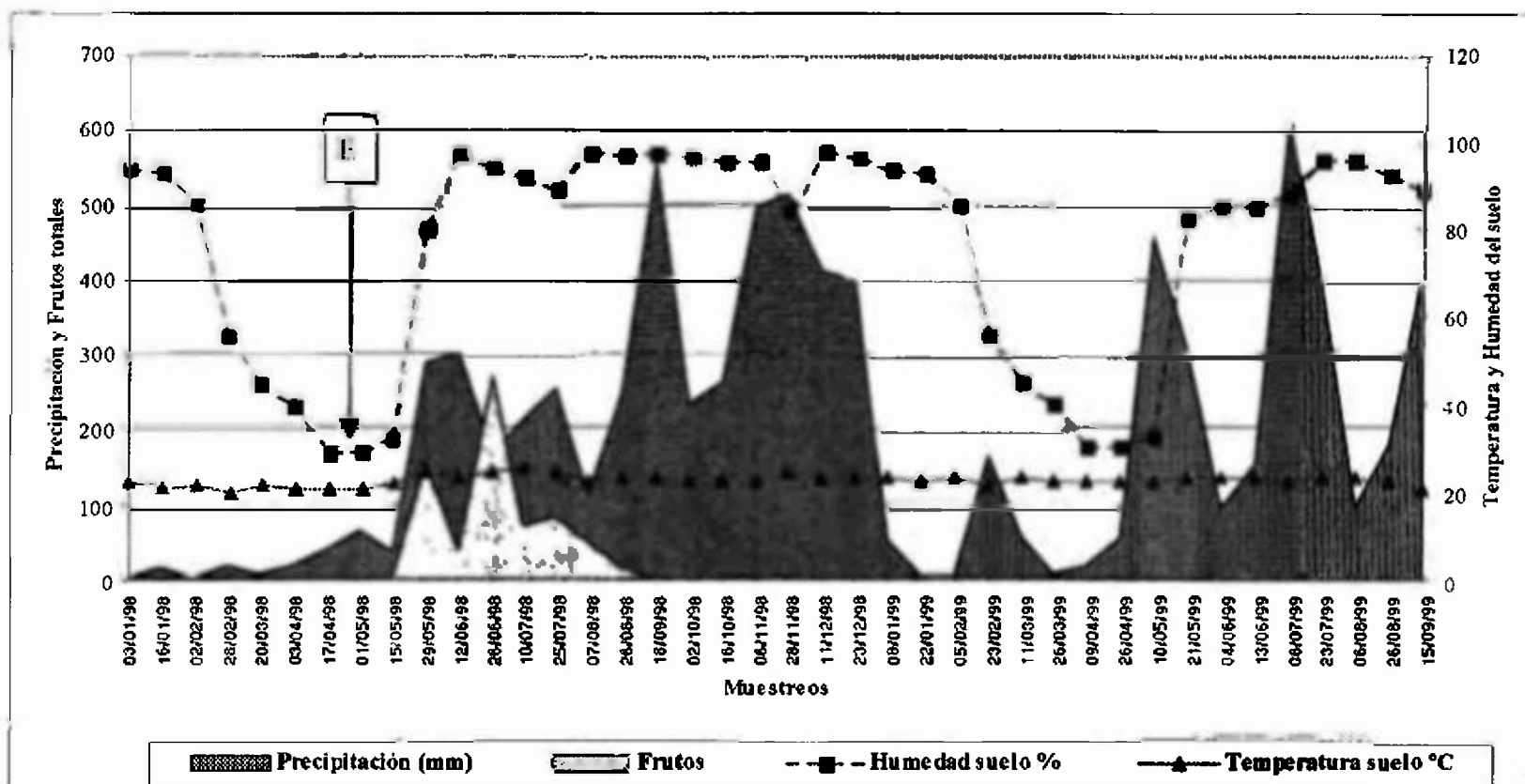


Fig. 12: Relación de los factores climáticos con el periodo de fructificación (E: posible estímulo del inicio de la floración) de *Pouteria buenaventurensis* 1998.

Los análisis de correlación se realizaron únicamente para los valores de humedad y temperatura del período comprendido para 1998, ya que la planta no presentó floración ni fructificación durante 1999, coincidiendo esto con los niveles poblacionales de captura de adultos, los cuales fueron casi nulos. La humedad del suelo es imprescindible para la supervivencia y posiblemente para la fructificación de la planta, (Carabias- Lillo y Guevara, 1985, *En*: Hernández y Pérez, 1993), pero la acumulación en exceso también puede ser un problema para el desarrollo de ésta. El análisis de correlación entre la humedad del suelo y la fructificación para dicha época indica una correlación inversa entre ambos factores ya que el valor de “r” es negativo ($r = - 0.39$), indicándonos que la fructificación se ve inducida posiblemente por un período de sequía; esto se corrobora con lo observado últimamente (14 de marzo del 2000) ya que después de casi dos meses de verano (del 18 de enero al 14 de marzo del 2000) sin ninguna precipitación registrada para la zona, la planta dio inicio al período de floración, lo cual no se obtuvo durante 1999, debido posiblemente a que el verano de este año no fue normal ya que se registraron precipitaciones durante todo el año. Contrariamente sucede con la temperatura del suelo, la que presenta una correlación positiva ($r = 0.40$) con la fructificación, aunque ésta relación no es elevada, corrobora el hecho de que con forme la temperatura aumenta la fructificación también aumenta.

4. DISPERSION, PERSISTENCIA Y ABUNDANCIA RELATIVA DE *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia* EN LOS SECTORES DEL AREA DE ESTUDIO.

El muestreo de las poblaciones de adultos de *Anastrepha* realizado con trampas McPhail, en el área de estudio, dividida en 11 sectores, de acuerdo a características de vegetación, cercanía de trampas y pisos altitudinales. Los primeros tres que son: Rancho Café, El lago y ANAM, corresponden a áreas perturbadas por el hombre; los ocho sectores restantes Cerro Jefe, Doña Julia, Migdalia Fuentes, Chayotera, Desvío, Desvío Arriba, Lote H4 y Villa Myrta, son áreas naturales no alteradas por el hombre. Durante 1998, se encontró que en los sectores conocidos como Cerro Jefe y Desvío Arriba, se capturó la mayor cantidad de *A. serpentina* 205 (16.33 %) y 260 (20.72 %) especímenes, respectivamente y la mayor captura de *A. intermedia* durante el mismo año se dio en los sectores de Migdalia Fuentes y Desvío Arriba, con valores de 190 (19.57 %) y 170 (17.51 %) especímenes, respectivamente (Fig. 13). Durante 1999, las capturas más representativas de *A. serpentina* y *A. intermedia* se dieron en el sector de Migdalia Fuentes con valores de 14 (45.16 %) y 2 (50 %) especímenes, respectivamente (Fig. 14).

Durante 1998, *A. serpentina* presentó una dispersión amplia en el área de muestreo, tanto en áreas perturbadas como áreas no perturbadas, no capturándose únicamente en el sector conocido como ANAM correspondiente a uno de los sectores perturbados, presentándose una mayor abundancia de esta especie en el área natural sin perturbación con un total de 1,174 (93.55 %) especímenes (1.32 especímenes/trampa/mes), específicamente en los sectores Desvío Arriba (260 especímenes) (20.72 %), Cerro Jefe (205 especímenes) (16.33 %) y

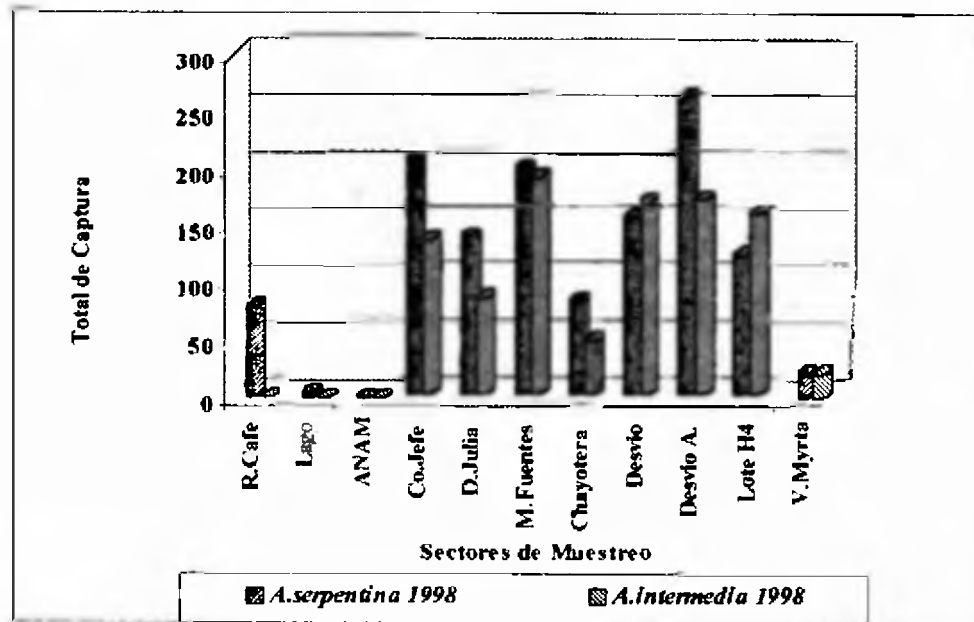


Fig. 13 Dispersión y abundancia de adultos de *A. serpentina* y *A. intermedia* capturados en trampas McPhail, en el área de estudio, 1998.

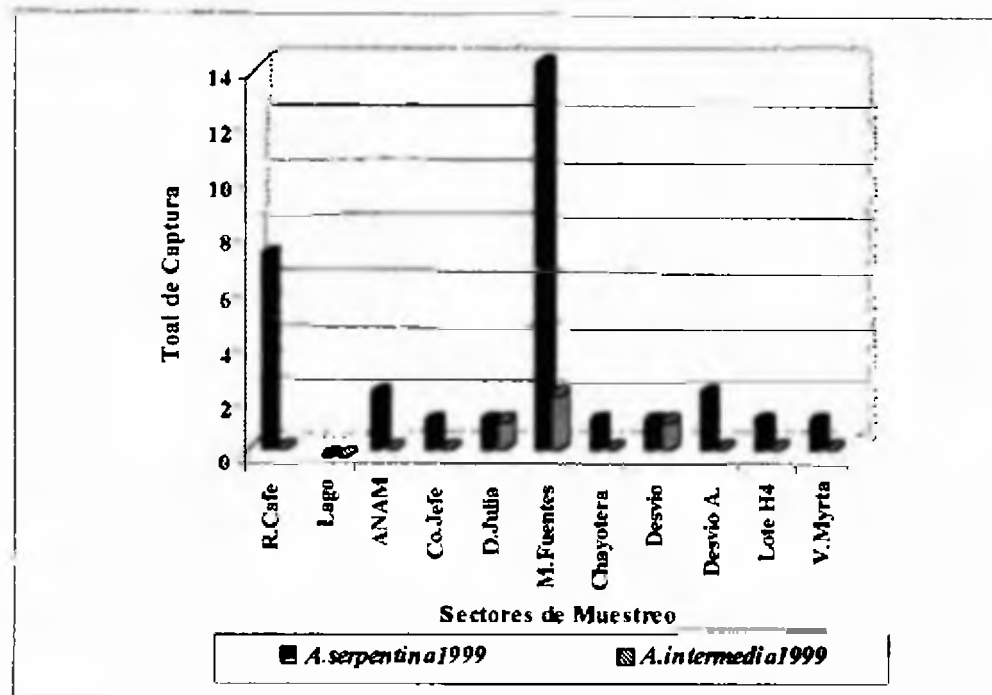


Fig. 14: Dispersión y abundancia de adultos de *A. serpentina* y *A. intermedia* capturados en trampas McPhail, en el área de estudio, 1999.

Migdalia Fuentes (197 especímenes) (15.70 %), siendo este último sector donde se encuentran ubicados dos de los árboles objeto de estudio (Fig. 13 y 14), esta especie se presentó durante ocho meses del año, capturándose los mayores picos poblacionales durante julio y agosto, siendo enero, febrero, octubre y diciembre, los meses donde la captura fue de cero. Al igual *A. intermedia* se encuentra distribuida casi en toda el área de muestreo, pero es notable que su distribución dentro del área de estudio se encuentra restringida únicamente a los sectores no perturbados, capturándose un total de 971 (100 %) especímenes (1.09 especímenes / trampa / mes) siendo más abundante su captura en el sector Migdalia Fuentes (190 especímenes) (19.57 %) (Fig. 13 y 15), ya que no se capturó ningún espécimen en ninguno de los sectores perturbados (Rancho Café, ANAM y el Lago), al igual que *A. serpentina* ésta especie se presentó durante ocho meses del año, capturándose los mayores picos poblacionales durante junio y julio, un mes antes de los picos poblacionales de *A. serpentina*, no capturándose ningún espécimen durante abril, septiembre, octubre y diciembre, por lo que las dos especies tiene un 65.22 % de ocurrencia durante 1998. Como se puede observar ambas especies se encuentran presentes en una mayor proporción en el sector Migdalia Fuentes donde también se ubica su planta hospedera, *Pouteria buenaventurensis*, con la única diferencia que *A. intermedia* inicia su vuelo a principios de enero, dos meses antes de *A. serpentina*, al igual que alcanza su máximo nivel poblacional un mes antes de ésta, lo que nos hace pensar que *A. intermedia* inicia la infestación de los frutos antes de la maduración y posiblemente antes de que *A. serpentina* lo haga, lo cual es lógico ya que es una especie que se desarrolla en el endospermo de la semilla del fruto, por lo que tiene que

ovipositar antes de que éste termine de crecer ya que la semilla está protegida por un endocarpo coriáceo que le impediría la oviposición. Esto es apoyado por Hernández y Alexander, (1997), quienes encontraron que *A. intermedia* inició la infestación de los frutos antes de la maduración y antes de *A. serpentina* y continuó infestándolos a lo largo del periodo de fructificación, siendo ésta la especie dominante durante todo su muestreo. Para 1999, los niveles poblacionales capturados de *A. serpentina* fueron muy bajos (31 especímenes), pero su distribución fue en todos los sectores perturbados (9 especímenes) (29.03 %) y no perturbados (22 especímenes) (70.97%), excepto en el sector del Lago donde únicamente estuvo ubicada una trampa, por lo que las posibilidades de captura en dicho sector eran mínimas. En el caso de *A. intermedia*, la población capturada fue insignificante (4 especímenes), capturados únicamente en D. Julia, M. Fuentes y el Desvío, que son sectores no perturbados, puede ser que dichos especímenes correspondan a un remanente de la población del año anterior o que la población correspondiente a este año haya migrado en su totalidad para otra zona donde encontrara recursos disponibles ya que los árboles de *Pouteria buenaventurensis* de este sector no fructificaron. Christenson and Foot, (1960), indican que las especies que viven en climas tropicales o subtropicales con ciclo de vida multivoltino no sufren de diapausa ya que éste proceso fisiológico es típico de especies univoltinas que viven en climas con fluctuaciones estacionales, Hernández y Pérez, (1993), indican que es probable que algunas especies tropicales del género *Anastrepha*, pasen por un periodo de diapausa después de dos o más generaciones, principalmente aquellas asociadas a una sola planta hospedera como es el caso de *A. intermedia* en nuestro estudio; o que los adultos migren a

otras áreas durante el periodo en el que los árboles en los que residen no están fructificando, [Neilson (1971, *En*: Bateman, 1976)].

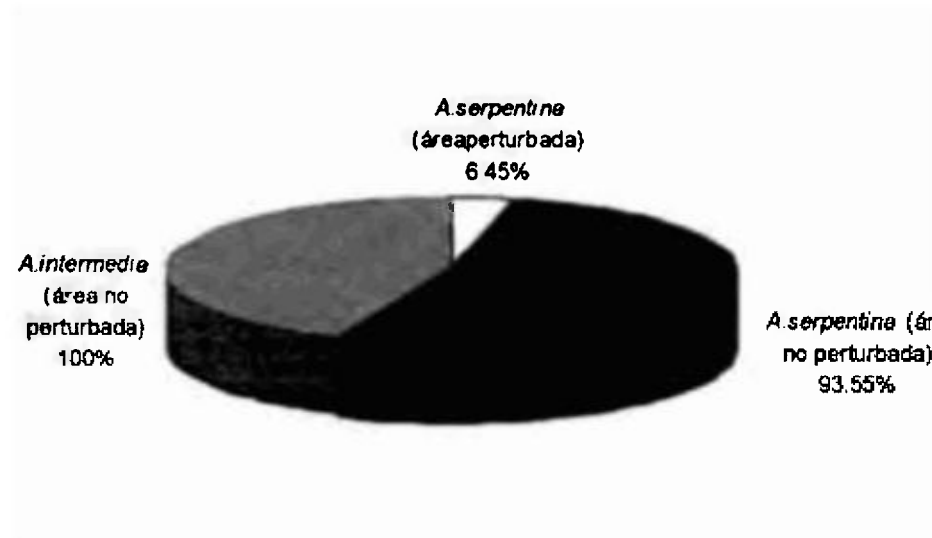


Fig. 15: Dispersión de adultos de *A. serpentina* y *A. intermedia* capturados en trampas McPhail, en áreas perturbadas y no perturbadas por el hombre.

5. EFECTO DE LA PRECIPITACION, CONCENTRACION DE HUMEDAD DEL SUELO Y TEMPERATURA EN LA DINAMICA POBLACIONAL DE ADULTOS DE *Anastrepha serpentina* y *Anastrepha intermedia*.

La mayor colecta de adultos de *A. serpentina* (266 especímenes) y *A. intermedia* (423 especímenes) en 1998 se obtuvo durante la segunda quincena de junio y la primera de julio, cuando la precipitación decayó (de 453.5 a 165.6 mm), la humedad del suelo estaba por encima del 90% y con una temperatura de 24°C (Fig 16); de igual forma, para 1999, la mayor captura de *A. serpentina* (12 especímenes) se obtuvo durante el mes de agosto, cuando la humedad del suelo estaba en un 90% con una temperatura de 23°C.

El estado pupal de las especies de *Anastrepha* se desarrolla bajo la superficie del suelo, entre las primeras 2 a 5 pulgadas de profundidad y el tiempo de duración depende de las condiciones de temperatura y humedad, Eskafi y Fernández, (1990), quienes indicaron que el estado pupal de *C. capitata* requiere de condiciones adecuadas de humedad, temperatura y textura del suelo para poder sobrevivir; lo que es apoyado por (Aluja, 1994); pero estos factores climáticos están influenciados en parte por la precipitación, la cual también influye directamente sobre las actividades de vuelo y alimentación de los adultos de *Anastrepha*, por lo que las mayores capturas de adultos se logran en dos épocas: una cuando inicia el periodo lluvioso ya que actúa como un estímulo (disparador biológico) a la emergencia de los adultos que se encuentran empupando en el suelo, (Aluja, 1994) y la otra, durante el periodo lluvioso, cuando las precipitaciones son bajas o casi nulas, especialmente durante el día y en las horas de mayor actividad de los adultos. Esto se pudo observar durante el periodo de muestreo del

presente trabajo, donde los mayores picos poblacionales de adultos capturados de *A. intermedia* y *A. serpentina* se presentaron entre junio y julio cuando la precipitación fue relativamente baja (165.6mm) comparada con la presentada en los meses anteriores, época donde el suelo presentó una concentración de (94%) de humedad disponible para la planta y una temperatura de (24°C). Durante los meses de alta precipitación los niveles poblacionales se redujeron notablemente (Fig. 16 y 17), lo que concuerda con los resultados obtenidos por Boscán y Godoy, (1986b), pero totalmente en desacuerdo con lo establecido por Young, (1994, *En*: Celedonio, Aluja y Liedo, 1995) y Celedonio, Aluja y Liedo, (1995), quienes establecen que, aunque los análisis de regresión entre captura de mosca de la fruta y la precipitación sean positivos o negativos, no necesariamente representan una relación de causa y efecto. Los resultados obtenidos en este estudio nos permiten pensar que para que se de la emergencia de los adultos de éstas especies de *Anastrepha* en la zona de muestreo se requiere un acumulado de precipitación de aproximadamente (1274mm), calculado a partir de la fecha donde la precipitación casi alcanza valores de cero (3 mm) por razones antes mencionadas (pag. 31) consecuentemente la humedad disponible del suelo debe oscilar entre (92.4 % y 97.3 %) observándose en dicho período los máximos picos poblacionales de ambas especies (Fig. 16 y 17). La correlación entre la precipitación, humedad y la temperatura del suelo versus la captura de adultos de *A. intermedia* y *A. serpentina* en el campo (Cuadro II), presentan valores positivos, aunque en algunos casos como la relación de la humedad del suelo versus la captura de adultos en ambas especies son muy bajos, pero aún así, éstos indican que existe una pequeña correlación entre dichos factores y la emergencia de los

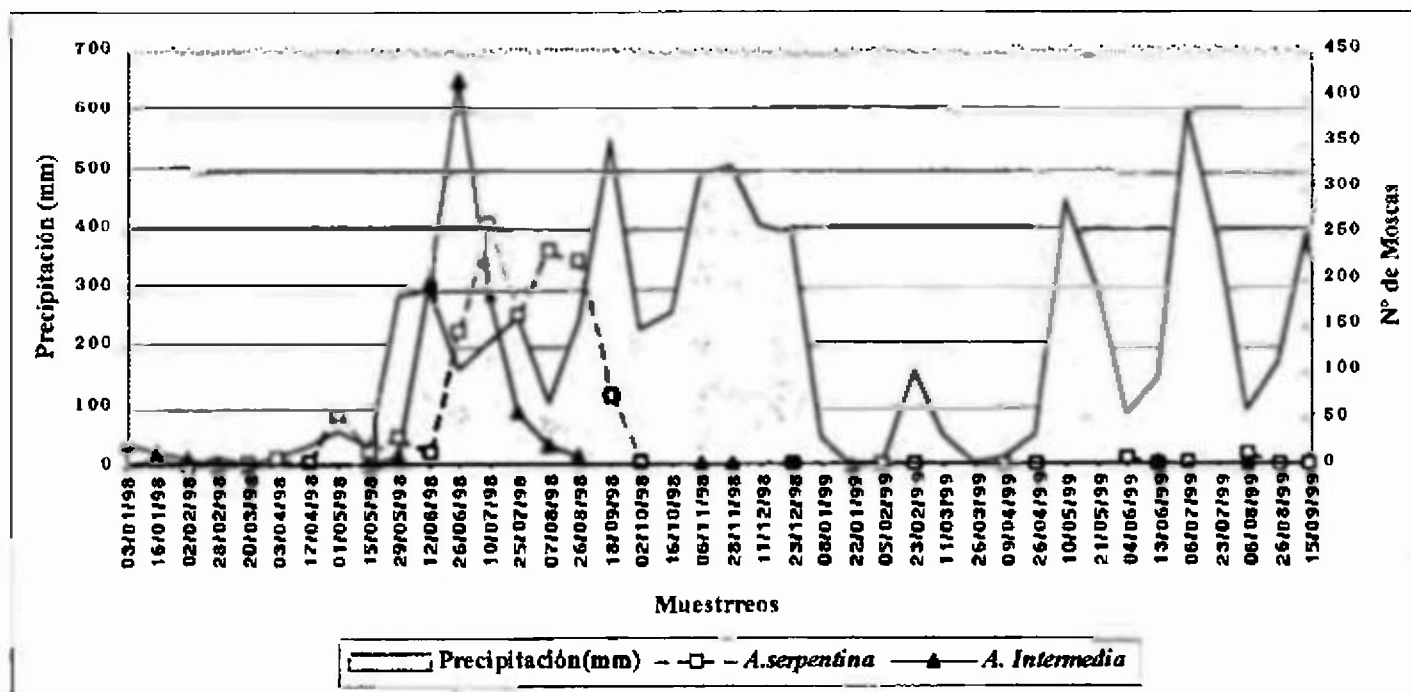
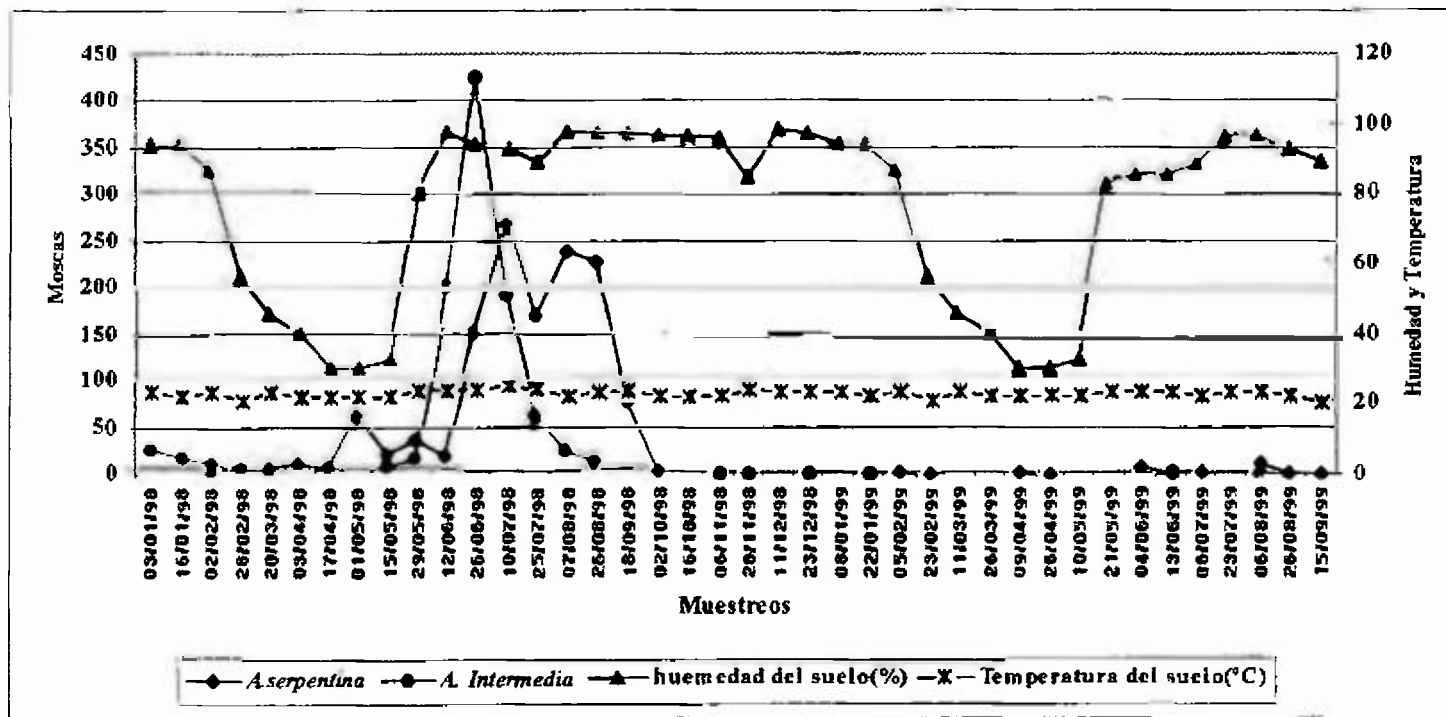


Fig.16 Efecto de la precipitación sobre la dinámica poblacional de adultos de *A. intermedia* y *A. serpentina* capturados en trampas McPhail

adultos. En el caso de la relación existente entre la precipitación versus la captura de adultos de *A. intermedia* y *A. serpentina* también muestra una correlación débil cuyos valores de “r” son $r = -0.058$ y $r = -0.055$, respectivamente. Esto nos indica que este factor climatológico está inversamente relacionado con la captura de adultos de *Anastrepha* lo que confirma lo representado gráficamente (Fig. 16), donde claramente se visualiza que los mayores picos poblacionales se observan cuando la precipitación disminuye; estando estos resultados en desacuerdo con lo establecido por Boscán y Godoy, (1986a) quienes indican que los factores climáticos, (temperatura, precipitación y humedad relativa) no tienen ningún efecto sobre la fluctuación poblacional de *A. obliqua*, cuyas poblaciones se presentan durante todo el año. En el análisis de correlación de este estudio, se puede observar que el mayor valor de “R” lo presenta la temperatura versus la captura de adultos ($r = 0.44$) para ambas especies, lo que indica que existe un mayor efecto de este factor sobre la fluctuación poblacional de *A. intermedia* y *A. serpentina*. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Boscán y Godoy, (1987b) en su estudio sobre la fluctuación de *A. serpentina* en níspero (*Achras zapota*).

Para tratar de confirmar nuestros resultados, se realizó una prueba no paramétrica de correlación conocida como el Coeficiente de Correlación de Rangos Múltiples de Spearman, demostrándose así, que la precipitación se encuentra inversamente relacionada con la captura de adultos; pero la humedad y temperatura del suelo se encuentran directamente relacionadas con la captura de adultos en el campo, coincidiendo este último resultado con lo establecido por McPhail y Bliss, 1933; Eskafi y Fernández, 1990; Aluja, 1994 y Thomas, 1997.



CUADRO II. VALORES DE CORRELACION DE LOS FACTORES CLIMATICOS VERSUS LA CAPTURA DE ADULTOS DE LAS ESPECIES DE *ANASTREPHA* EN ESTUDIO 1998 - 1999.

Variabes	<i>Anastrepha intermedia</i>	<i>Anastrepha serpentina</i>
Precipitación (mm)	- 0.058	- 0.55
Humedad del suelo (%)	0.194	0.273
Temperatura del suelo (°C)	0.444	0.44

Valores de "r" con 95% de confiabilidad

6. EFECTO DE LA FENOLOGIA DE LA PLANTA SOBRE LA POBLACION DE ADULTOS DE *ANASTREPHA SERPENTINA* Y *ANASTREPHA INTERMEDIA*

La fenología del árbol está muy influenciada por las condiciones climáticas de la zona, principalmente por la precipitación pluvial ya que al parecer dicha planta requiere de un período de sequía o verano para poder ser inducida a florear (Fig. 12, pag. 32). De igual manera la fenología del árbol está directa o indirectamente relacionada con las especies de *Anastrepha* que utilizan sus frutos como recurso alimenticio, especialmente con *A. intermedia* que vive en el endospermo de las semillas, cuyo pico poblacional para el periodo de muestreo del presente trabajo (1998 - 1999), coincide con la máxima colecta de frutos; sin embargo, el pico poblacional de *A. serpentina* se presenta una quincena después de la máxima fructificación (Fig. 18).

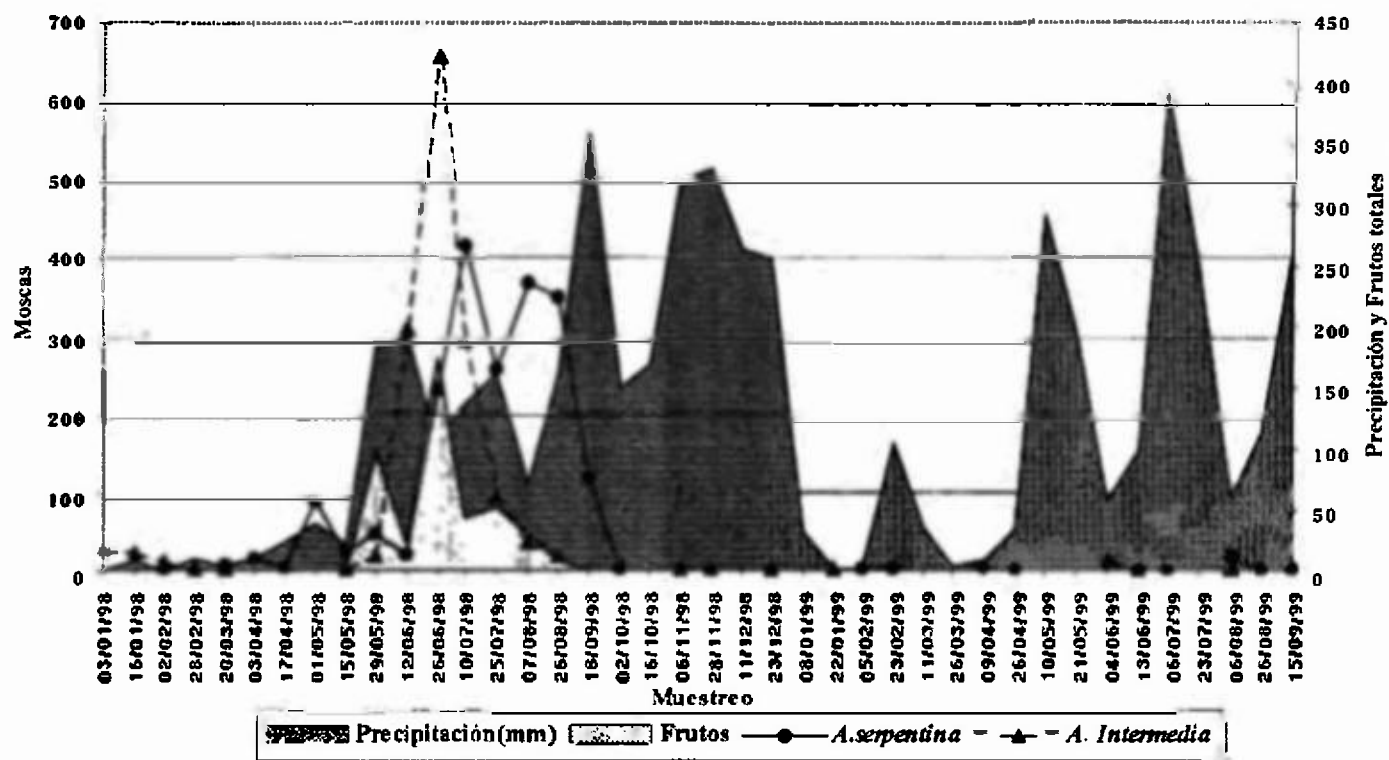
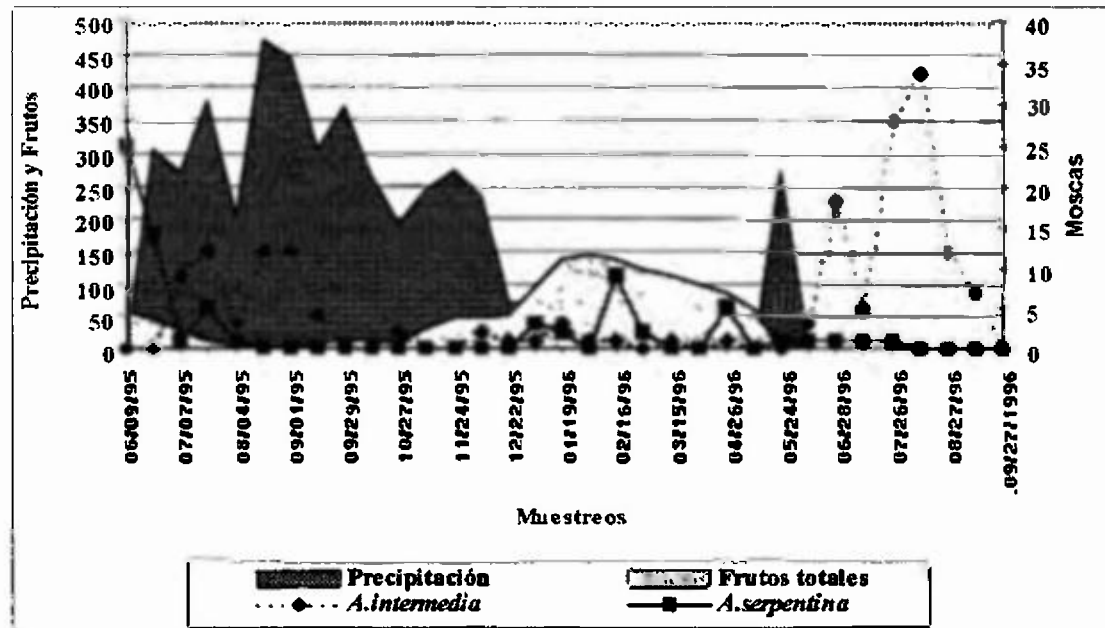


Fig. 18: Relación entre la precipitación, fructificación y la captura de adultos de *A. intermedia* y *A. serpentina* en trampas McPhail, 1998 - 1999.

A través de un análisis de Coeficientes de Correlación de Rangos de Spearman, se determinó que la captura de adultos de *Anastrepha* se encuentra directamente relacionada con la abundancia de frutos de *Pouteria buenaventurensis* (Fig. 18), lo cual concuerda con lo establecido por Tan y Serit's, [(1994, *En*: Celedonio, Aluja y Liedo, (1995)]; Celedonio, Aluja y Liedo, (1995); quienes establecen que las fluctuaciones poblacionales de la mosca de la fruta están influenciadas principalmente por la presencia o disponibilidad de fruta en sus plantas hospederas.

A pesar de que existe una relación directa entre la fructificación y la abundancia en la captura de adultos de *Anastrepha*, influenciada a su vez, por la precipitación, es de notar que *A. intermedia* se vió afectada negativamente por dicha condición de haber aparecido cuando los frutos estaban en plena maduración. Debido a la naturaleza del endocarpo coriáceo que protege a la semilla y que esta especie se alimenta solamente de ésta estructura del fruto, éstos sólo serían susceptibles a la infestación en la etapa previa al endurecimiento del endocarpo. Estos requerimientos podrían explicar el por qué no se obtuvieron adultos de esta especie en los frutos colectados y conducidos al laboratorio, en tanto que *A. serpentina* que es una especie oportunista cuyas larvas se desarrollan en la pulpa, sí apareció en la época adecuada alcanzando su máximo pico poblacional cuando la mayor cantidad de frutos de *Pouteria buenaventurensis* (recurso) estaban disponibles para ser infestados (Fig. 18). Resultados similares obtuvo Hernández, (1996), en su estudio en la misma zona, donde el pico poblacional de *A. serpentina* coincidió con la máxima colecta de frutos con un porcentaje de infestación entre 63 y 83% y una intensidad de infestación entre 5.3 y 11.2 larvas por fruto,

en el caso de *A. intermedia* para ese periodo de muestreo (1995-1996) se presentaron dos picos poblacionales uno de ellos antes del periodo de fructificación y otro después de la máxima colecta de frutos (Fig. 19) por lo que en ese año la especie logró infestar los frutos antes de que terminaran de crecer, a tal grado de ser la especie dominante con un porcentaje de infestación que varió entre 30 y 54 % y una intensidad de infestación de 17.75 larvas por fruto.



Tomado de Hernández, (1996)

Fig. 19: Relación entre la precipitación, fructificación y la captura de adultos de *A. intermedia* y *A. serpentina* en trampas McPhail, 1995 - 1996.

7. SINCRONIA BIOLÓGICA ENTRE LA POBLACION DE ADULTOS DE *Anastrepha intermedia* y *Anastrepha serpentina* Y LA PRODUCCION TOTAL DE FRUTOS DE *Pouteria buenaventurensis*.

El período de fructificación de *Pouteria buenaventurensis* para 1998, en los sectores Doña Julia y Migdalia Fuentes, en la zona de Cerro Azul y Altos de Pacora se dio durante los meses de mayo a agosto, presentando la mayor cantidad de frutos maduros (270 frutos) en la segunda quincena de julio, a partir de la cual la fructificación fue disminuyendo, colectándose los últimos 12 frutos en la segunda quincena de agosto. Hay que destacar que no todos los árboles contemplados en el estudio iniciaron la fructificación en la misma época, ya que cuando se dio inicio al muestreo (29/mayo/98) las plantas "A" y "B", ubicadas en el sector Doña Julia (Fig. 1b), se encontraban en plena maduración de frutos, colectándose al inicio, la mayor cantidad de frutos de este sector y los árboles "C" y "D", ubicados en el sector de Migdalia Fuentes empezaban su período de maduración, por lo que de estas plantas, se colectaron pocos frutos al inicio, sin embargo, el total de su cosecha (184 frutos) es menor a la obtenida de los árboles "A" y "B" (484 frutos). La diferencia en la producción de las plantas se puede deber a que los árboles "C" y "D" son, aparentemente más jóvenes debido al menor número de ramas y diámetro del tallo principal. En general, el período de fructificación de la planta coincidió con las capturas de adultos de *A. intermedia* y *A. serpentina* en los sectores donde se encuentran ubicados los árboles objeto de estudio (Fig.20).

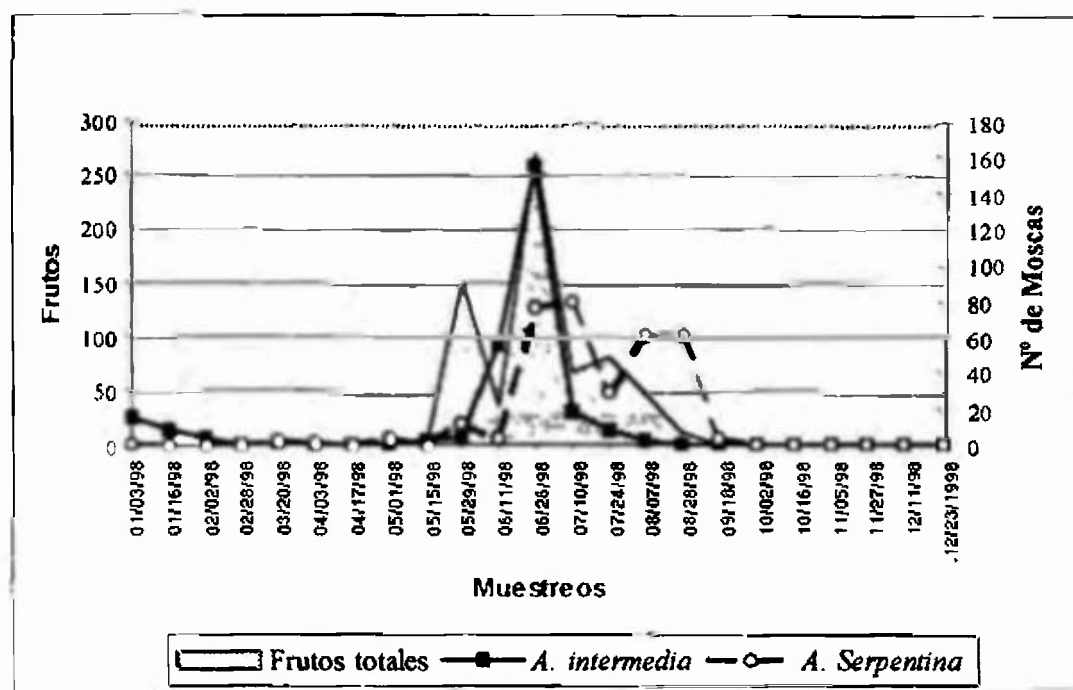


Fig. 20: Sincronía biológica entre la población de adultos de *A. intermedia* y *A. serpentina* colectados en trampas McPhail, con la fructificación de *Pouteria buenaventurensis*.

La población de *A. intermedia* fue la más coincidente con la fructificación ya que su máxima captura (155 especímenes) se da en la misma fecha (26 de junio de 1998) en que se colectó la mayor cantidad de frutos, presentando el mismo comportamiento de la fructificación ya que a partir de esta fecha los niveles de captura se van reduciendo, capturándose los últimos especímenes en estos sectores en la primera quincena de agosto, quince días antes de la colecta de los últimos frutos (Fig.20), en tanto que la población de adultos de *A. serpentina* se presentó un poco desfasada respecto a la fructificación de la

planta, observándose el mayor pico poblacional (80 especímenes), 15 días después de la máxima colecta de frutos; sin embargo, su población tuvo un comportamiento similar a la producción de frutos de la planta, presentando niveles poblacionales altos al final de ésta, colectándose los últimos cuatro especímenes, 15 días después de finalizada la fructificación, (Fig. 20).

A. intermedia es una especie estrechamente relacionada con los frutos de esta planta ya que de acuerdo al conocimiento actual se alimenta únicamente de la semilla, por lo que sus poblaciones están supeditadas a emerger cuando existe fruto disponible en la planta (antes de que la semilla termine de crecer) por las condiciones antes discutidas (pag. 46). Por tal motivo, la población de adultos volando es coincidente con el periodo de fructificación, aunque, en este caso, aparentemente, se desfasó habiendo sido capturada en niveles elevados cuando ya los frutos estaban maduros y la semilla protegida por el endocarpo coriáceo ya que no se obtuvieron adultos de los frutos colectados y conducidos al laboratorio. En el caso de *A. serpentina* que es una especie oportunista relacionada con la mayoría de las sapotáceas, muestra una asociación menos estrecha con la fructificación de esta planta ya que si no los encuentra disponibles al momento de su emergencia, puede volar a otro lugar en busca de otra planta hospedera, sin embargo, en este caso apareció en el momento preciso cuando había una mayor disponibilidad de recurso no utilizado por *A. intermedia* por lo que su utilización fue muy eficiente, siendo más marcado al final de la cosecha donde el recurso es más limitado. Resultados que concuerdan con lo establecido por Hernández, (1996) y Hernández y Alexander, (1997) quienes indican que *A. intermedia* inicia la infestación de los frutos de

Pouteria buenaventurensis antes de madurar y *A. serpentina* inicia la infestación en los periodos donde existe mayor disponibilidad de recurso, con portamiento característico de las especies que se alimentan de la pulpa. Lo obtenido aquí concuerda también con lo establecido por Boscán y Godoy, (1987a), quienes indican que los adultos de *Anastrepha striata* (mosca de la guayaba) están presentes durante todos los meses del año, siempre y cuando existan frutos en las plantas; Aluja, (1994), establece que la mayor emergencia de adultos de mosca de la fruta coincide con la época de mayor disponibilidad de frutos en el campo.

8. UTILIZACION DEL RECURSO DISPONIBLE (Frutos de *Pouteria buenaventurensis*) POR *Anastrepha serpentina*.

La planta objeto de estudio únicamente fructificó durante el primer año de muestreo (1998), colectándose un total de 668 frutos de los cuatro árboles (A, B, C, D) en estudio. La mayor cantidad se obtuvo del árbol "A" (320 unidades, osea el 47.90%) y la menor cantidad del árbol "C" (68 unidades, osea el 10.18%) (Fig. 21). Del total de frutos colectados y conducidos al laboratorio, únicamente 373 presentaron infestación por *A. serpentina*, representando el 55.84% del total de frutos colectados, lo cual no es la totalidad de la producción ya que los muestreos fueron con un intervalo de 15 días en los cuales parte de la producción se perdía por efecto posiblemente de monos, ardillas, pájaros y otra parte por descomposición natural (pudrición).

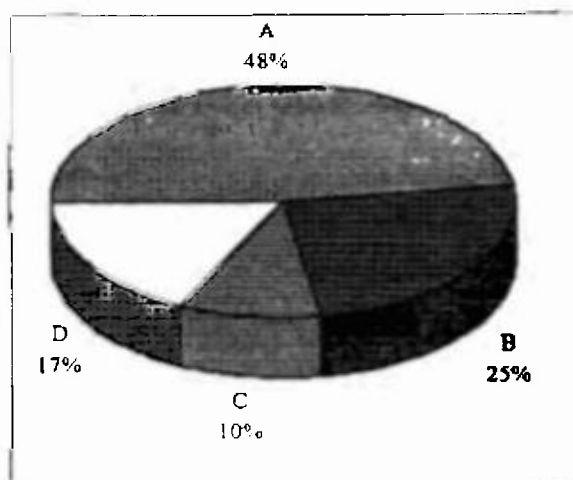


Fig. 21: Porcentaje de frutos cosechados en cada uno de los árboles (A, B, C y D) durante toda la producción.

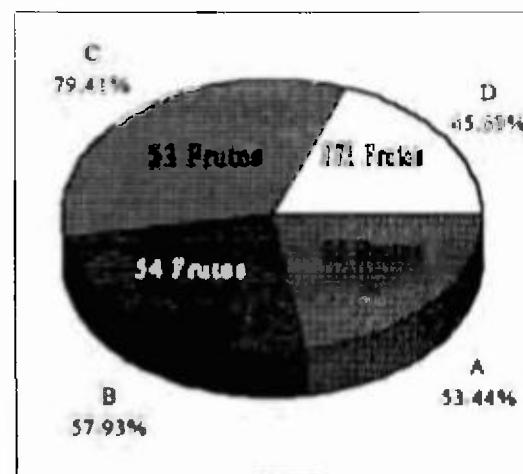


Fig. 22: Porcentaje de frutos infestados por *A. serpentina* para cada uno de los cuatro árboles (A, B, C y D)

a) Porcentaje de infestación de *Anastrepha serpentina*

La producción de frutos varió en cada uno de los cuatro árboles del estudio, siendo los árboles "A" y "B" los que mayor cantidad de frutos produjeron, 320 y 164 unidades, respectivamente; seguidos por el "D" (116 unidades) y "C" (68 unidades), siendo los frutos de este último árbol los que presentaron un mayor porcentaje de infestación (79.41%) y los del árbol "D" los que menor porcentaje de infestación presentaron (45.69%) (Fig. 22). Esto podría deberse a que dichos árboles produjeron en total una menor cantidad de frutos (184), inferior a los árboles "A" y "B" (484), por lo que tenían una mayor probabilidad de ser infestados; pese a que la captura de adultos en el sector de Doña Julia fue de 3.8 moscas / trampa/ mes mucho mayor que en Migdalia Fuentes que fue de 1.82 moscas/ trampa/ mes.

Estos niveles poblacionales no coinciden con los porcentajes de infestación de frutos en cada sector, pero es notable que conforme existe una mayor disponibilidad de frutos, el porcentaje de infestación de *A. serpentina* va aumentando. Se observa que el efecto más marcado de la infestación se da cuando la producción de frutos tiende a disminuir, donde la especie hace un uso más eficiente del recurso disponible (Fig.23), tal como se observa en los frutos colectados en los últimos muestreos, los cuales presentaron un mayor porcentaje de infestación, resultados similares reporta Hernández, (1996), indicando que la infestación de *A. serpentina* inicia en el periodo de mayor disponibilidad de recurso y se hace mas intensa a medida se reduce el recurso, aclarando que este comportamiento está relacionado con las especies que se alimentan de la pulpa, (Hernández y Alexander, 1997).

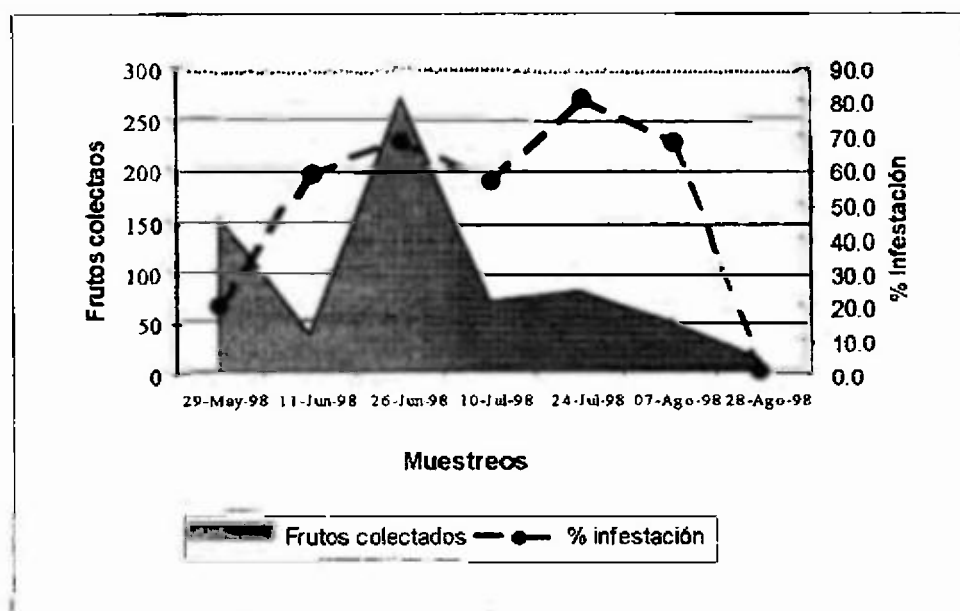


Fig.23: Frutos colectados y porcentaje de infestación durante el período de fructificación

b) Intensidad de infestación de frutos por *Anastrepha serpentina*.

La intensidad de infestación por *A. serpentina* se encuentra estrechamente relacionada con la disponibilidad de recurso en la planta hospedera. De los cuatro árboles (A, B, C, D) contemplados en nuestro estudio, los frutos cosechados de "C" y "D" fueron los que presentaron la mayor intensidad de infestación (23.02 y 16.04 adultos/fruto, respectivamente) y el árbol "A" el que presentó la menor intensidad (10 adultos/fruto) (Fig. 24). Los análisis de correlación indican que existe una relación inversa entre la producción de frutos de los árboles y la intensidad de infestación, con un valor de $r = -0.85$, lo que sugiere que, a medida que existe mayor disponibilidad de recurso (frutos) en la planta, la intensidad de infestación es menor y viceversa.

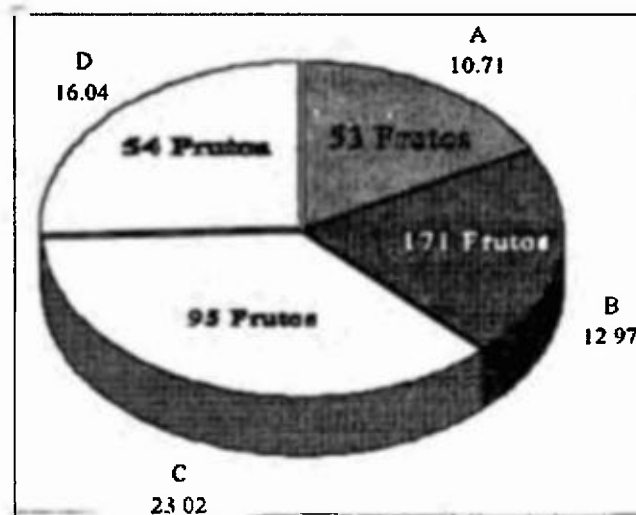


Fig.24. Intensidad de infestación de los frutos por *A. serpentina* (adultos/fruto) (A, B, C y D, son los árboles).

A. serpentina incrementa su intensidad de infestación sobre frutos de *Pouteria buenaventurensis* durante el período de fructificación, en la medida que el recurso disponible se hace más escaso con una variación hacia el final de la fructificación de 6.2 a 12.3 adultos por fruto (Fig. 25), presentando una mayor intensidad los frutos colectados en la segunda quincena de julio (24.51 adultos/ fruto), cuando la planta estaba en el período final de su fructificación. Esta situación demuestra que *A. serpentina* hace un uso eficiente del recurso disponible, ya que para esta época también se produce el mayor porcentaje de infestación (Fig. 23). Esto se debe posiblemente a que la hembra de *A. serpentina* se ve obligada a hacer uso de frutos ya marcados (previamente infestados por otra hembra), ya que no existe otro árbol cerca con recurso disponible y tampoco se encuentra en las condiciones adecuadas para poder volar grandes distancias y perder energía en búsqueda de nuevos hospederos, así como por la presión y peso existente en sus ovarios. Resultados similares son reportados para la misma planta, la misma especie de *Anastrepha* y en la misma zona por Hernández, (1996), quien indica que la intensidad de infestación (larvas por fruto) tuvo una variación hacia el final de la fructificación de 5.3 a 11.2, aunque se encontraron frutos con rangos mas amplios (1 a 21 larvas), y especula que *Anastrepha serpentina*, aparentemente, tiene la capacidad de regular el número de huevos a ovipositar en base a la disponibilidad de recurso. Carballo, (1998), indica que existe una correlación negativa entre la producción de frutos y el daño de la plaga, es decir que la mayor intensidad de infestación se da cuando la producción por árbol es menor.

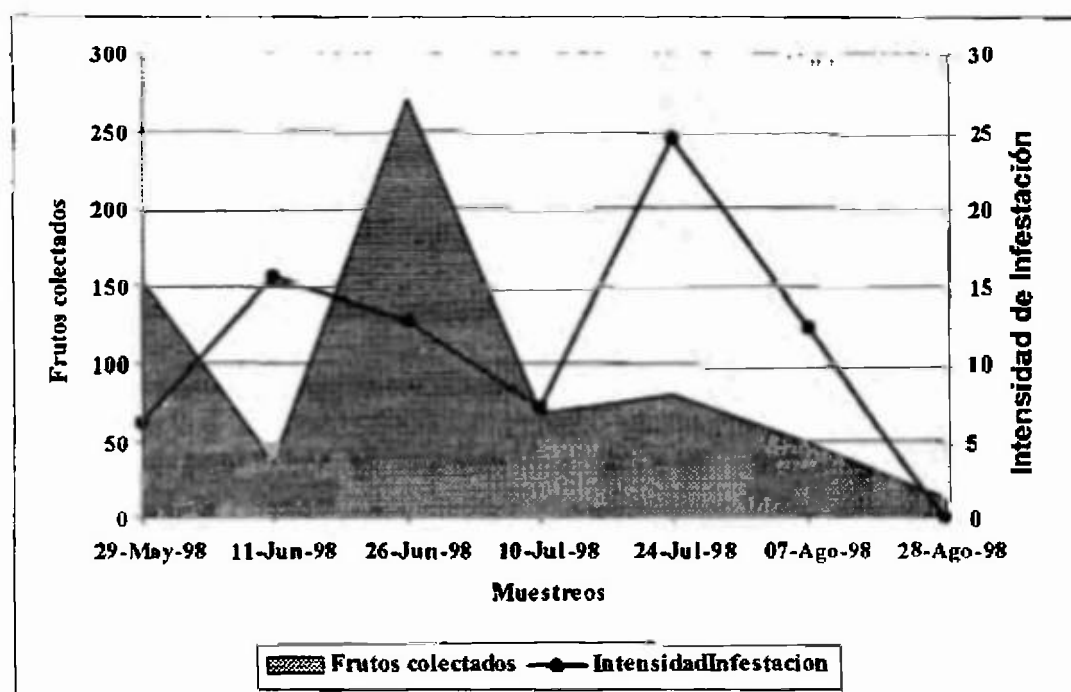


Fig. 25: Frutos colectados e intensidad de infestación (adultos/fruto) durante el período de fructificación.

c) Calidad hospedera.

- Efecto del período de fructificación sobre el peso de la pupa

Durante todo el período de fructificación (excepto en los frutos de la primera colecta del 29-mayo-98) se contabilizaron y pesaron las pupas obtenidas de los frutos colectados, encontrándose desde una hasta 73 pupas por fruto. Presentando los mayores promedios de peso (20.6 mg) las pupas provenientes de los frutos colectados en la segunda quincena de junio (26/junio/98) y los menores promedios en aquellas pupas cuyas larvas se desarrollaron en los frutos colectados en la segunda y últimas colectas, con valores entre 14 y 18 mg.

(Fig. 26). Las diferencias en los promedios de peso de pupas durante el período de fructificación de la planta se encuentran relacionadas con la utilización del recurso por las hembras adultas, ya que los pesos, más elevados se dan cuando la intensidad de infestación es menor 12.76 adultos por fruto lo que permite un mejor desarrollo de las larvas alcanzando un mayor peso al pupar, dando origen a adultos sanos y de buen tamaño. A diferencia de las pupas formadas cuando la intensidad de infestación es mayor (24.51 adultos por fruto), lo que induce a una competencia intra específica de las larvas de *A. serpentina* para obtener su alimento, dando origen éstas a adultos pequeños o mal formados, resultados que concuerdan con Aluja, (1994) quien indica que cuando la disponibilidad de recurso es limitada y las poblaciones de insectos muy altas, se da una mayor intensidad de infestación, encontrándose hasta 180 larvas por fruto mal alimentadas, pero que en su mayoría dan origen a un adulto.

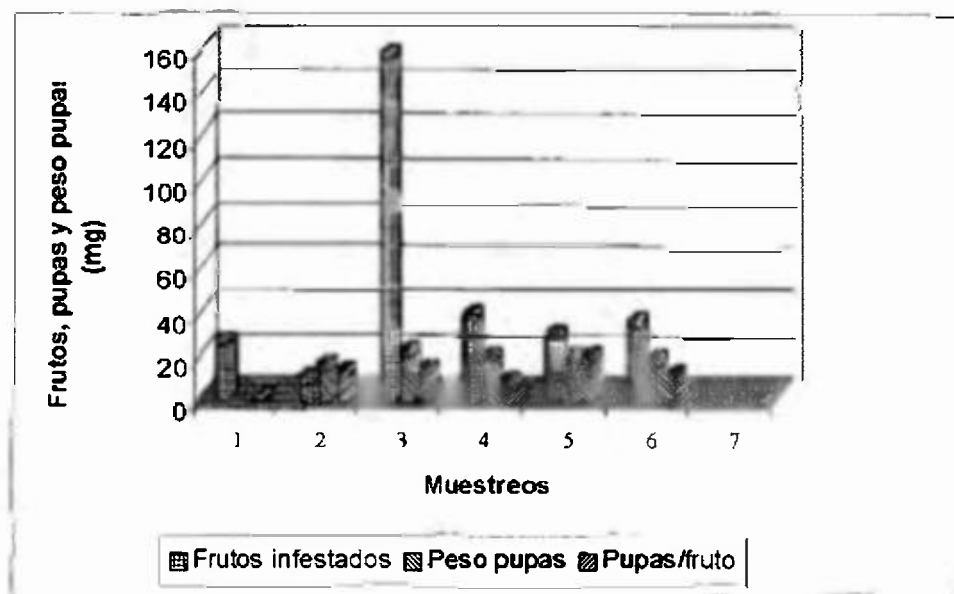


Fig.26: Relación entre el período de fructificación de *Pouteria buenaventurensis* y el peso de las pupas.

- Efecto del tamaño (peso y diámetro) del fruto sobre la intensidad de infestación

El tamaño de cada uno de los frutos cosechados fue determinado midiendo el peso y diámetro. En promedio, los frutos presentaron un peso de 46.6 gramos y 41.9 mm de diámetro, siendo los frutos del árbol "B" los más pequeños con un promedio de peso y diámetro de 47.05 gramos y 41.63 mm, respectivamente, mientras que los frutos del árbol "C" resultaron ser los más grandes con un peso promedio de 62.80 gramos y un diámetro de 47.76 mm. Los análisis de correlación entre el peso y diámetro presentaron un valor de $r = 0.87$ indicando que ambas medidas están estrechamente relacionadas entre sí, es decir, que a mayor diámetro de fruto mayor peso. De ambos parámetros el diámetro es el que presenta una mayor correlación con la intensidad de infestación de *A. serpentina* con un valor de $r = 0.43$ y la correlación entre peso e intensidad de infestación es de $r = 0.37$, lo que nos demuestra que, aparentemente, la hembra de *A. serpentina* es capaz de determinar el tamaño del fruto en base a su diámetro, y así, "decidir" la cantidad de huevos a depositar en él. Para confirmar estos resultados, se clasificaron los frutos en base a peso y diámetro, considerando que la producción de frutos (población) presentaba una distribución normal. Se calculó la media aritmética y su desviación estándar, valores que fueron utilizados para agrupar los frutos en tres categorías así: pequeño, correspondiente a los valores menores al valor promedio menos una desviación estándar, medianos que comprende al intervalo media aritmética menos una desviación estándar hasta la media aritmética más una desviación estándar y frutos grandes que comprende a los valores superiores a la media aritmética más una desviación estándar.

En base al peso los frutos grandes (60.60 - 101.82 gramos) presentaron la mayor intensidad de infestación (21.34 adultos/fruto) y los frutos pequeños (12.5 - 32.59 gramos) la menor intensidad de infestación (8.84 adultos/fruto), esto tiene una marcada correspondencia con el diámetro ya que los frutos con mayor intensidad de infestación (23.79 adultos por fruto) fueron los grandes (46.7 - 60 mm) en tanto que los pequeños (24 - 36.99 mm) fueron los que presentaron la menor intensidad de infestación (7.7 adultos por fruto) (Cuadro III). Esto demuestra que la hembra de *A. serpentina* es capaz de regular el número de huevos en base al tamaño del fruto y que es más determinante el diámetro de éste confirmando esto los resultados de los análisis de correlación, Resultados que coinciden con lo especulado por Korytkowski (Comunicación personal), quien indica que al parecer las hembras de la mosca de la fruta son capaces de calcular el tamaño del fruto mediante el recorrido de éste utilizando de base su expansión alar y así decidir cuantos huevos puede poner asegurando que el mayor porcentaje de sus larvas alcancen su desarrollo normal y den origen a un adulto.

CUADRO III. INTENSIDAD DE INFESTACION DE *A. serpentina* DEACUERDO AL TAMAÑO DEL FRUTO, EN BASE A DIAMETRO Y PESO.

Categoría	Tamaño	Frutos infestados	<i>A. serpentina</i>	Intensidad de infestación (pupas/fruto)	Peso x Pupas	Peso x de frutos	Recursu disponible/a dulto criado
CATEGORIZACION POR PESO(g) DE FRUTOS							
Pequeño	12.5-32.59g	25	221	8.84	13.1 mg	28.74 g	3.75 g
Mediano	32.6-60.59g	268	3228	12.04	20.7 mg	48.02 g	3.99 g
Grande	60.6-101.82g	80	1707	21.34	18 mg	70.91 g	3.32 g
CATEGORIZACION POR DIAMETRO DE FRUTOS							
Pequeño	27.4 - 36.99mm	17	131	7.7	14 mg	-	-
Mediano	37.0 - 46.69mm	275	3098	11.26	21.3 mg	-	-
Grande	46.7 - 56.4mm	81	1927	23.79	17.4 mg	-	-

- Efecto del tamaño (peso y diámetro) del fruto sobre el peso de la pupa

Para la estimación del efecto del tamaño de los frutos sobre el peso de las pupas desarrolladas en ellos, se utilizaron las mismas categorías de frutos de acuerdo al peso y diámetro de éstos. En base al peso, los frutos medianos dieron origen a pupas con mayor promedio de peso (20.7 mg) y las pupas de menor peso (15.1 mg) fueron criadas de frutos pequeños. De igual forma, en las categorías con base al diámetro, los mayores promedios de peso de pupas (21.3 mg) se observaron en los frutos medianos y los menores promedios de peso (14 mg) en frutos pequeños. Por lo tanto, se puede esperar que los adultos emergidos de los frutos medianos sean de mayor tamaño que los desarrollados en los frutos pequeños y grandes, debido a que presentan una menor intensidad de infestación y los adultos criados en ellos tienen mayor disponibilidad de alimento (3.99g/adulto emergido); que es 20.18 % más del alimento disponible (3.32 g/adulto emergido) para los adultos que se desarrollan en frutos grandes y 22.8 % más del alimento disponible (3.25 g/adulto emergido) para los adultos criados en frutos pequeños (Cuadro III). Esto indica que, entre mayor es el número de larvas en un fruto, aunque éste sea de mayor tamaño, pero si el alimento disponible no es proporcional al número de larvas que en él se desarrollan, se producirá una competencia intraespecífica por alimento y espacio, lo que traerá como consecuencia adultos raquíticos y de menor tamaño. Resultados que son apoyados por Aluja, (1994), quien indica que cuando la disponibilidad de frutos es limitada y las poblaciones de insectos muy altas, se da una mayor

intensidad de infestación, encontrándose hasta 180 larvas por fruto mal alimentadas, pero que, en su mayoría, dan origen a adultos.

9. PARASITOIDISMO

a) Parasitoides encontrados

En los frutos colectados y conducidos al laboratorio, únicamente se obtuvieron especímenes de *Doryctobracon trinidadensis* (Gahan), (Hymenoptera: Braconidae de la subfamilia Opiine), identificado por Korytkowski utilizando especímenes hembras y machos preservados en seco, especie cuyo hábito es el de parasitar larvas y emerger de las pupas de *Anastrepha serpentina*, disminuyendo en cierta medida las poblaciones del insecto plaga, reportado únicamente para Trinidad, cuyos hospederos son *Anastrepha striata* y *Anastrepha serpentina* (Wharton, 1978), (Wahl, 1993).

b) Porcentaje general de parasitoidismo

El parasitoidismo causado por *Doryctobracon trinidadensis* sobre *Anastrepha serpentina*, varió durante la producción de frutos de 0.54 %, al inicio, hasta un máximo de 4.43 %, cuando el período de cosecha de frutos tiende a disminuir, criándose en laboratorio un total

de 73 especímenes de los cuales 51 (69.86 %) fueron hembras y 22 (30.14 %) machos. La mayor cantidad de parasitoides (38 especímenes) coincidió con la mayor producción de frutos (26/junio/98, con 270 frutos colectados), y con la mayor cantidad de especímenes de *Anastrepha serpentina* (2310). Este valor representó 52.05 % del total de parasitoides criados, sin embargo, corresponde a un parasitoidismo total de 1.62 % (Cuadro IV), resultados que no coinciden con lo establecido por Carballo, (1998), quien indica que la especie *Doryctobracon areolatus*, parasitoide de *A. estriata*, alcanza el mayor porcentaje cuando se da la mayor producción de frutos, a pesar de que la intensidad de infestación por *A. estriata* fue baja.

CUADRO IV. PORCENTAJE DE PARASITOIDISMO DURANTE EL PERIODO DE COLECTA DE FRUTOS

Fecha de colecta	Frutos totales	Frutos infestados	<i>A. serpentina</i>	Parasitoides ♂	Parasitoides ♀	Total parasitoides	Emergencia total	Parasitoidismo (%)
29/V/98	153	30	185	0	1	1	186	0.54
11/VI/98	37	22	340	1	1	2	342	0.58
26/VI/98	270	184	2310	9	29	38	2348	1.62
10/VII/98	68	39	274	4	0	4	278	1.44
24/VII/98	80	65	1584	4	6	10	1594	0.63
07/VIII/98	48	33	388	4	14	18	406	4.43
28/VIII/98	12	0	0	0	0	0	0	0
Total	668	373	5081	22	51	73	5154	1.42

c) Impacto del parasitoidismo sobre la mortalidad de *Anastrepha serpentina*

Por el hábito de esta especie de parasitar larvas y emerger de pupas, es claro que el efecto de mortalidad sobre *Anastrepha serpentina* lo causa después que la larva ha dañado el fruto, evitando la emergencia de adultos que son los que afectarán a otras plantas o a la cosecha siguiente. En el presente trabajo se determinó que la especie *Doryctobracon trinidadensis* tuvo un escaso efecto, alcanzando únicamente 1.42 % de parasitoidismo del total de la población, el cual es un nivel de mortalidad muy bajo o insignificante, incapaz de reducir una alta infestación de *A. serpentina* en este hospedero y bajo las condiciones imperantes durante el muestreo. Los niveles poblacionales de la especie presentaron una variabilidad muy marcada durante la fructificación con un efecto mínimo al inicio, aumentando su efecto al final de la fructificación cuando existe más recurso disponible (larvas de *Anastrepha serpentina*) donde la mayoría de frutos son infestados con una mayor intensidad, causándose una mortalidad de 4.43 % (4.43 especímenes de *Anastrepha* de cada 100). Esto concuerda con lo establecido por Jirón y Mexzón, (1989, *En*: Boscán y Godoy, 1996), quienes indicaron que la especificidad de los parasitoides de mosca de la fruta del género *Anastrepha* es muy limitada, por lo que su uso como único medio de control es ineficiente ya que se requiere de liberaciones masivas para mantener bajos los niveles poblacionales de la plaga.

d) Periodo de prevalencia del parasitoide y efecto de los factores ambientales sobre la dinámica poblacional

La población de esta especie de parasitoide presentó una prevalencia durante el período de cosecha de frutos de 85.71 %, apareciendo en 6 de los 7 muestreos donde se colectaron frutos, criándose únicamente un espécimen, en la primera colecta, población que fue incrementándose durante el período de fructificación hasta un máximo de 38 especímenes criados en la época antes indicada (pag. 62), permaneciendo presente hasta el 7/agosto/98, en que se colectaron 48 frutos. No apareciendo únicamente en los últimos 12 frutos cosechados al final de la fructificación, los que tampoco presentaron infestación por *Anastrepha serpentina*. Esto demuestra que es una especie estrechamente relacionada con *A. serpentina*, cuando ésta se encuentra afectando frutos de *Pouteria buenaventurensis*, al parecer, esta especie de parasitoide es capaz de detectar o reconocer los frutos marcados, previamente infestados por *A. serpentina*, encontrándose ambos insectos muy relacionados con el período de fructificación de la planta la que a su vez está influenciada por los factores climáticos (Fig. 27 y 28). Durante todo el período de muestreo que duró el estudio ningún adulto de este parasitoide fue capturado en las trampas McPhail, debido a que el alimento posiblemente no es atractivo para dicha especie, por lo que éstas trampas no son útiles para el monitoreo de poblaciones.

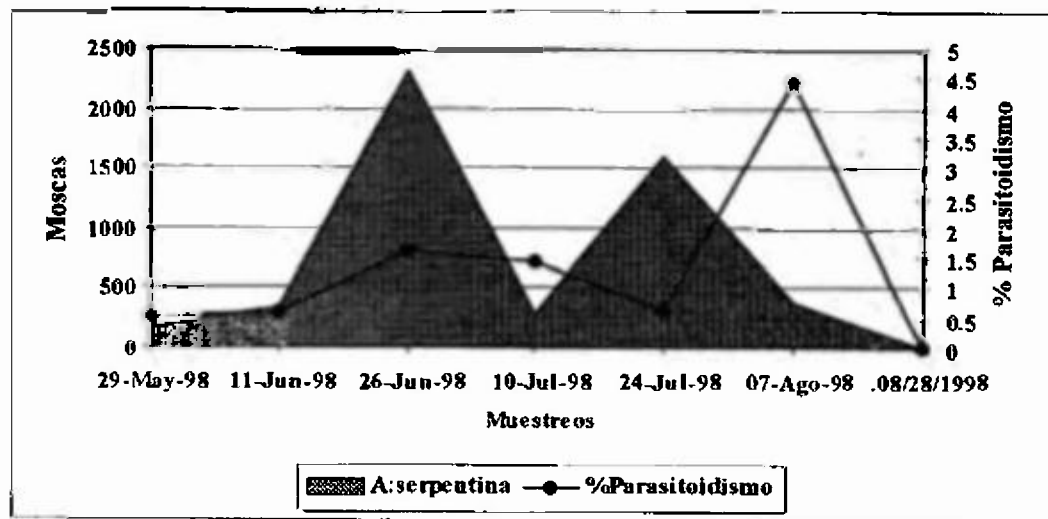


Fig. 27: Efecto del parasitoidismo de *Doryctobracon trinidadensis* sobre la población de *A. serpentina*.

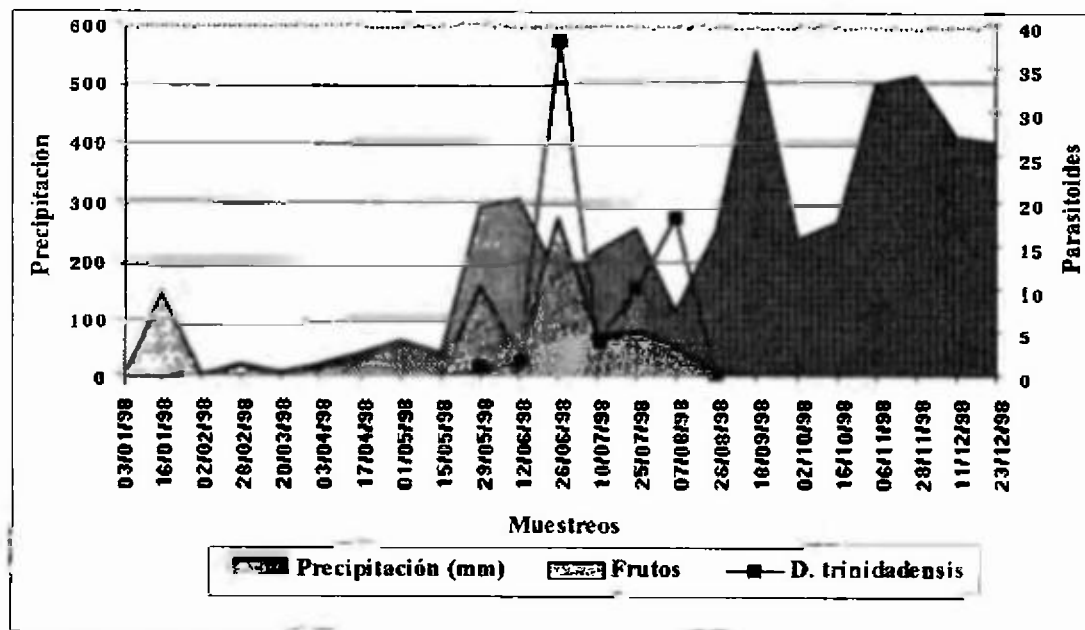


Fig. 28: Relación entre la precipitación y fructificación de *Pouteria buenaventurensis* con la población de *D. trinidadensis*.

Estos resultados concuerdan con lo establecido por Salt (1937, *En: Bateman, 1976*), quien reporta que las feromonas de marcado depositadas por las hembras de mosca de la fruta después de su oviposición, permiten a varias especies de Hymenoptera parasitoides, localizar a su huésped y tener una distribución uniforme dentro de los hospederos disponibles de dicho insecto, apoyado por Greany y Oatman, (1972) y Vinson (1972, *En: Bateman, 1976*).

Carrejo y Gonzales, (1999), indican que no existe ninguna relación entre el número de moscas que se desarrollan en una fruta hospedera y el porcentaje de parasitoidismo, causado por *Doryctobracon zeteki* asociado a *A. leptozona* en frutos de caimito (*Pouteria caimito*), ya que los parasitoides se ven influenciados principalmente por características propias de la fruta, disponibilidad de hospederos alternos y condiciones del medio ambiente.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que:

1. La precipitación es un factor que influye directamente sobre la humedad y temperatura del suelo, siendo más marcado su efecto sobre la humedad con cierto grado de correlación positiva.
2. El periodo de fructificación de *Pouteria buenaventurensis* es muy variable ya que depende de las condiciones climáticas que se presenten cada año, influenciado principalmente por la precipitación, humedad y temperatura del suelo.
3. La especie *A. serpentina* en el sector de muestreo de Cerro Azul y Altos de Pacora, tienen una distribución amplia, encontrándose tanto en sectores perturbados como no perturbados por el hombre.
4. La especie *A. intermedia* en el sector de muestreo de Cerro Azul y Altos de Pacora, se distribuye únicamente en los sectores no perturbados por el hombre.

5. Las dos especie de *Anastrepha* en estudio permanecen volando durante ocho meses del año, apareciendo desde enero *A. intermedia* y dos meses más tarde *A. serpentina*, alcanzando sus máximo picos poblacionales en junio - julio y julio - agosto, respectivamente.
6. La precipitación, humedad y temperatura del suelo influyen directamente sobre la fluctuación poblacional de las especies de *Anastrepha* en estudio.
7. Los frutos de *Pouteria buenaventurensis* únicamente fueron infestados por *A. serpentina* que es una especie oportunista asociada a la mayoría de sapotaceas.
8. Los frutos de *Pouteria buenaventurensis* no presentaron infestación de *A. intermedia*, posiblemente debido a su hábito alimenticio y al desfase entre la emergencia de su población y la fructificación del árbol.
9. De todos los frutos colectados durante los muestreos los del árbol mas joven("C") ubicado en el sector de Migdalia Fuentes, fueron los que presentaron un mayor porcentaje e intensidad de infestación por *A. serpentina*.

10. La utilización del recurso disponible por *A. serpentina* es más eficiente al final de la fructificación, donde se presentan los mayores porcentajes de frutos infestados y con una mayor intensidad de infestación.
11. Los frutos de *Pouteria buenaventurensis* son un recurso altamente eficiente para el desarrollo de *A. serpentina*, encontrándose en estos hasta 73 pupas.
12. De los dos parámetros usados para determinar el tamaño del fruto, el diámetro es el que presentó mayor correlación con la intensidad de infestación por *A. serpentina*.
13. El porcentaje de parasitoidismo alcanzado por *Doryctobracon trinidadensis* sobre las población total de larvas de *A. serpentina* desarrolladas en frutos de *Pouteria buenaventurensis* fue muy bajo.

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se podría recomendar lo siguiente:

1. Evaluar más afondo la relación existente entre *Pouteria buenaventurensis* y las dos especies de *Anastrepha* que viven en sus frutos, colectando frutos desde el inicio de su formación, para determinar el momento preciso en que cada especie inicia la infestación.
2. En los estudios futuros, es conveniente que, además de pesar las pupas desarrolladas en cada fruto, éstas sean aisladas en otro frasco para determinar el porcentaje de supervivencia.
3. Utilizar el diámetro del fruto como indicador del tamaño, dado que su relación con la intensidad de infestación presenta una mayor correlación.

4. Establecer un convenio legal con el personal de la institución de ANAM para obtener más colaboración de su parte para el registro de los factores climatológicos de la zona de Cerro Azul - Altos de Pacora y otros lugares. Esto ayudaría a obtener datos más representativos de la zona y poder usarlos de una manera más confiable en posteriores investigaciones.

5. Gestionar o tratar de agilizar más los tramites para la obtención de los medios de transporte que permitan al estudiante realizar sus muestreos en las fechas estipuladas a fin de obtener la información necesaria en el momento adecuado y poder desarrollar un mejor trabajo de investigación.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- ALUJA, S. 1994. Manejo integrado de la mosca de la fruta México, D. F. Trillas, 251 pp.
- BATEMAN, M.A. 1972. The Ecology of Fruit Flies. *Ann. Rev. Entomological*, 17: 493-518.
- BATEMAN, M A 1976. Fruit Flies. IN: Deluchi, V. L. Ed., Studies in Biológico Control Cambridge University Press. P. 15-43.
- BOSCAN DE MARTINEZ, N, y GODOY, F. 1986a. Influencia de los Factores Meteorológicos sobre la fluctuación Poblacional de *Anastrepha obliqua* Maquart (Diptera. Tephritidae) en Mango. *Agronomía Tropical*, 36(1-3): 55-65.
- BOSCAN DE MARTINEZ, N, y GODOY, F. 1986b. Epocas de Incidencia de *Anastrepha* spp (Diptera Tphritidae) en Yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en El Limón, Aragua Venezuela. *Agronomía Tropical*, 36(1-3): 119-127.
- BOSCAN DE MARTINEZ, N, y GODOY, F. 1987a. Fluctuación Poblacional de *Anastrepha striata* Schiner La mosca de la Guayaba (*Psidium guajava* L.) En Cagua, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 37(4-6): 117-121.
- BOSCAN DE MARTINEZ, N, y GODOY, F. 1987b Fluctuación Poblacional de *Anastrepha serpentina* Wied. en Nispero (*Achras zapota*) en El Limón, Aragua-Venezuela. *Agronomía Tropical*, 37(4-6): 123-129.
- BOSCAN DE MARTINEZ, N, y GODOY, F. 1996. Nuevos parasitoides de Moscas de las Frutas de los Géneros *Anastrepha* y *Ceratitits* en Venezuela *Agronomía Tropical*, 46(4): 465-471.
- CARREJO, N. S , and GONZALES, O. 1999. Parasitoids Reared From Species of *Anastrepha* (Diptera. Tephritidae) in Valle del Cauca, Colombia *Florida Entomologist*, 82(1). 113-118.
- CARBALLO, V M 1998. Abundancia Estacional y Daño de *Anastrepha striata* en Genotipos de Guayaba y Cas *Manejo Integrado de Plagas*, (Costa Rica), 50: 66-72

- CELEDONIO, H. H., ALUJA, M. and LIEDO, P. 1995. Adult population Fluctuations of *Anastrepha* Species (Diptera: Tephritidae) in Tropical Orchard Habitats of Chiapas, México. *Environ. Entomol.* 24 (4): 861-868
- CHRISTENSON, L. D. and FOOT, R. H. 1960. Biology of Fruit Flies. *Annual Review of Entomology*, 5: 171-183.
- ESKAFI, F. M., and FERNADEZ, A. 1990. Larval-Popual Mortality of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) from Interaction of Soil, Moisture, and Temperature. *Environmental Entomology*, 19(4): 1666-1670.
- HERNANDEZ, O. V. and PEREZ, A. R. 1993. The Natural Host Plants of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) in a Tropical Rain Forest of México. *Florida Entomologist*, 76(3): 447-459.
- HERNANDEZ, L. A. 1996. Sincronía Biológica entre cuatro Especies de *Anastrepha* y sus Hospederos Altos de Pacora- Panamá 1995-1996. Tesis. Maestría en Entomología. Universidad de Panamá, Panamá, Panamá 67 pp
- HERNANDEZ S. C. y ALEXANDER, C. 1997. Hospederos nativos de Mosca de la Fruta y Análisis Preliminar de la Calidad Hospedera de *Lacmellea speciosa* (Apocinaceae), para *Anastrepha anomala* Stone (Diptera: Tephritidae), en Cerro Azul-Altos de Pacora, Panamá. Tesis. Escuela de Biología Universidad de Panamá, Panamá, Panamá. 52 pp.
- KORYTKOWSKI, C. A. 1997. Manual de Identificación de Mosca de la Fruta, parte II Género *Anastrepha* Schiner Corregido y actualizado. Universidad de Panamá, Vice-Rectoría de Investigación y Post-Grado. Ciudad de Panamá. 250 pp.
- LEYVA - VAZQUEZ, J. L., 1988. Temperatura umbral y unidades calor requeridas por los estados inmaduros de *Anastrepha ludens* (Loew) (Diptera: Tephritidae) *Folia. Entomol. Mexicana*, 74: 189-196.
- MCPHAIL, M. and BLIS, C. I., 1933. Observations on the Mexican Fruit Fly and Some Related Species in Cuernavaca, México, *U.S. Dept. Agr. Cir.* 255, 24 pp.
- NORRBOM, A. B. and KIM, K. C. 1988. A list of the reported host plants of the species Of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) Washington, DC United States Departamen States Department of Agriculture 114 pp.

- NAVARRO, J. A. 1996. Eficiencia Hospedera del Caimito, *Chrysophyllum cainito* L. para *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) en Burunga, Arraijan, Panamá. Tesis. Maestría en Entomología. Universidad de Panamá, Panamá, Panamá. 58 pp.
- PILZ, G. E., 1981. Sapotaceae of Panamá. *Annls of the Missouri Botanical Garden. St. Louis Missouri*. 68(1): 231 pp.
- STONE, A. 1942. The Fruit Flies of The Genus *Anastrepha* U.S. Dpt. Agric. Misc. Publ., 439: 1-112. (40).
- SHAW, J. G. 1947. Hosts and Distribution of *Anastrepha serpentina* in Northeastern Mexico *Journal of Economic Entomology.*, 40(1): 34-40.
- SERRANO, N. A. y GUERRA, E. M. 1995. Hospederos Nativos de Mosca de la Fruta (Diptera: Tephritidae) en Cerro Azul-Altos de Pacora, Panamá. Tesis. Escuela de Biología Universidad de Panamá, Panamá, Panamá. 60 pp.
- TAPIA, R.C. 1989. Relación del Estado Fenológico del Mango Papayo e Infestación Por Mosca de la Fruta en Capira, Panama. Tesis. Maestría en Entomología. Universidad de Panamá, Panamá, Panamá. 264 pp.
- THOMAS, B. 1997 Degree-Day Accumulations and Seasonal Duration of the Pre-Imaginal Stages of the Mexican Fruit Fly (Diptera Tephritidae) *Florida Entomologist* 80(1): 70-84.
- WAHL, D. B. Y SHARKEY, M. J. 1993. Superfamily Ichneumonoidea In: GOULET, H. & HUMBER, J. T. (Eds), *Hymenoptera of the world: An identification guide to families* Ontario, Research Branch Agriculture Canada. 668 pp.
- WHARTON, R. A. y MARSH, P. M. 1978. New world Opiinae (Hymenoptera: Braconidae) Parasitic on Tephritidae (Diptera), *jour. Wash. Acad. Sci.*, 68 (4): 148-167.

ANEXOS

Anexo 1: Precipitación, humedad y temperatura del suelo, frutos colectados y adultos de *Anastrepha* durante el período de muestreo.

Muestreros	Precipitación (mm)	Humedad	Temperatura	Frutos	<i>A. serpentina</i>	<i>A. intermedia</i>	<i>D. trinidadensis</i>
		Suelo (%)	Suelo (°C)				
03/01/98	0	94	23			24	
16/01/98	5.9	93.1	22			15	
02/02/98	0	85.87	23		1	9	
28/02/98	16.2	55.6	21			2	
20/03/98	4.4	45	23		5	1	
03/04/98	16.5	40	22		10		
17/04/98	36.8	30	22		3		
01/05/98	61.60	30	22		57		
15/05/98	34.9	32.1	22		16	2	
29/05/98	288.2	80.2	24	153	31	11	1
12/06/98	300.1	97.3	23	37	14	199	2
26/06/98	165.6	94	24	270	148	423	38
10/07/98	212.2	92.4	25	68	266	189	4
25/07/98	252.8	89.2	24	80	166	60	10
07/08/98	110.6	97.4	22	48	236	23	18
26/08/98	248.6	97	23	12	224	11	0
18/09/98	554.9	97	23		76		
02/10/98	233.4	96.5	22		2		
16/10/98	262.3	96	22				
06/11/98	496.3	95.9	22			1	
28/11/98	512.2	84.3	24			1	
11/12/98	409.6	97.9	23				
23/12/98	397.2	96.9	23		0	0	
08/01/99	50.7	94	23				
22/01/99	1.4	93.1	22			1	
05/02/99	3.3	85.87	23		2		
23/02/99	161.7	55.6	21		1		
11/03/99	54.5	45	23				
26/03/99	6.4	40	22				
09/04/99	14.4	30	22		3		
26/04/99	52.2	30	22		1		
10/05/99	453.5	32.1	22				
21/05/99	304.6	82.5	23				
04/06/99	90.3	85.07	23		7		
13/06/99	152.0	85	23		1	2	
06/07/99	608.1	87.7	22		2		
23/07/99	385.3	96	23				
06/08/99	93.9	96	23		12	1	
26/08/99	176.9	92.8	22		1		
15/09/99	408.9	89	20		1		

Anexo 2: Comparación de los datos climatológicos de los períodos de muestreo 1995-1996 y 1998-1999

Muestreo	Precipitación (mm) 1995-1996	Precipitación (mm) 1998-1999	Humedad Absoluta(%)95-96	Humedad Absoluta(%)98-99	Humedad Disponible(%)98-99
2ºMay		288.2			80.2
1ºJun	306.7	300.1	42.88	23.46	97.3
2ºJun	271.7	165.6	36.4	22.33	94
1ºJul	379.0	212.2	38.1	24.55	92.4
2ºJul	203.9	252.8	37.62	23.19	89.2
1ºAgo	472.8	110.6	48.49	23.12	97.4
2ºAgo	446.8	248.6	45.54	20.61	97
1ºSep	304.7	239.0	36.95	18.06	97
2ºSep	370.4	554.9	39.62	24.2	97
1ºOct	265.1	209.2	39.49	26.35	96.5
2ºOct	193.6	233.4	35.18	26	96.5
1ºNov	241.0	262.3	38.86	26.5	96
2ºNov	272.5	496.3	43.93	27	95.9
1ºDic	231.4	512.2	40.67	27	84.3
2ºDic	69.5	409.6	39.36	23	97.9
1ºEnr	68.9	397.2	35.74	28.5	96.9
2ºEnr	98.9	50.7	36.04	29	94
1ºFeb	58.9	1.4	34.23	30	93.1
2ºFeb	21.3	3.3	30.16	42.12	85.87
1ºMrz	95.1	161.7	35.56	16.61	55.6
2ºMrz	4.7	54.5	30.24	16.8	45
1ºAbr	60.0	6.4	35.73	17.55	40
2ºAbr	34.7	14.4	32.58	18.37	30
1ºMay	0.0	52.2	32.9	21.62	30
2ºMay	271.7	453.5	34.48	20	32.1
1ºJun		304.6			82.5
2ºJun		90.3			85.07
1ºJul		152.0			85
2ºJul		608.1			87.7
1ºAgo		385.3			96
2ºAgo		93.9			96
1ºSep		176.9			92.8
2ºSep		408.9			89

Anexo 3: Precipitación, frutos y adultos de *Anastrepha* colectados durante 1995-1996

Muestras	Precipitación(mm)	Frutos	<i>A. intermedia</i>	<i>A. serpentina</i>
06/09/95		56	0	25
06/23/95	306.7	45	0	14
07/07/95	271.7	29	9	1
07/21/95	379.0	13	12	5
08/04/95	203.9	2	3	1
08/18/95	472.8	2	12	0
09/01/95	446.8	0	12	0
09/15/95	304.7	8	4	0
09/29/95	370.4	12	0	0
10/13/95	265.1	12	0	0
10/27/95	193.6	11	2	0
11/09/95	241.0	33	0	0
11/24/95	272.5	48	0	0
12/07/95	231.4	48	2	0
12/22/95	69.5	52	1	0
01/05/96	68.9	96	1	3
01/19/96	98.9	136	3	2
02/01/96	58.9	142	1	0
02/16/96	21.3	137	1	9
03/01/96	95.1	121	0	2
03/15/96	4.7	110	1	0
04/09/96	60.0	98	0	0
04/26/96	34.7	87	1	5
05/10/96	0.0	61	0	0
05/24/96	271.7		0	1
06/07/96			3	1
06/28/96			18	1
07/12/96			5	1
07/26/96			28	1
08/09/96			34	0
08/27/96			12	0
09/13/96			7	0
09/27/96			0	0

Anexo 4: Adultos capturados por sector por año

Sectores	<i>A serpentina</i> 98	<i>A serpentina</i> 99	<i>A.intermedia</i> 98	<i>A.intermedia</i> 99
R. Café	78	7	0	0
Lago	3	0	0	0
ANAM	0	2	0	0
Cerro Jefe	205	1	135	0
Dofia Julia	137	1	83	1
M Fuentes	197	14	190	2
Chayotera	80	1	46	0
Desvio	154	1	168	1
Desvio Amba	260	2	170	0
Lote H4	121	1	158	0
V Myrta	21	1	21	0

Anexo 5: Frutos colectados, porcentaje e intensidad de infestación por árbol

Arbol	Nº de frutos	%de frutos	Frutos	% de	Intensidad de
			infestados	infestación	infestación adultos/fruto
A	320	47.90%	171	53.44%	10.71
B	164	24.55%	95	57.93%	12.97
C	68	10.18%	54	79.41%	23.02
D	116	17.37%	53	45.69%	16.04
Total	668	100	373	55.84%	

Anexo 6: Frutos colectados y porcentaje de infestación por fecha de colecta

Fecha colecta	Frutos	% Infestación	Intensidad de infestación adultos/fruto
29/V/1998	153	19.61	6.2
11/VI/1998	37	59.46	15.54
26/VI/1998	270	68.15	12.76
10/VII/1998	68	57.37	7.21
24/VII/1998	80	81.25	24.51
07/VIII/1998	48	68.75	12.3
28/VIII/1998	12	0.00	0
Total	668		

Anexo 7: Peso de pupas y pupas por fruto de cada una de las colectas.

Fecha colecta	Frutos	Frutos infestados	Peso pupas (mg)	Pupas/fruto
29/V/1998	153	25		0
11/VI/1998	37	8	14.2	11.125
26/VI/1998	270	155	20.6	12.0903
10/VII/1998	68	37	17.9	6.5405
24/VII/1998	80	28	18	18.1071
07/VIII/1998	48	34	17	9.7647
28/VIII/1998	12	0		0

Anexo 8: Adultos de *A. serpentina* y % de parasitoidismo en los frutos infestados

Fecha colecta	Frutos infestados	<i>A. serpentina</i>	% de Parasitoidismo
29/V/1998	25	185	0.54
11/VI/1998	8	340	0.58
26/VI/1998	155	2310	1.62
10/VII/1998	37	274	1.44
24/VII/1998	28	1584	0.63
07/VIII/1998	34	388	4.43
28/VIII/1998	0	0	0
Total		5081	1.42