

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DINAMICA POBLACIONAL Y PATRON DIARIO DE ALIMENTACION
DE *ANOPHELES PSEUDOPUNCTIPENNIS* THEOBALD
(DIPTERA: CULICIDAE).

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA
EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

EMPERATRIZ DEL CARMEN LUGO VILLALTA

MONTERREY, N. L. AGOSTO DE 1991

TM

Z5320

FCB

1991

L8



1020091651

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DINÁMICA POBLACIONAL Y PATRÓN DIARIO DE ALIMENTACIÓN
DE *ANOPHELES PSEUDOPUNCTIPENNIS* THEOBALD
(DIPTERA: CULICIDAE).

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA
EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

EMPERATRIZ DEL CARMEN LUGO VILLALTA

MONTERREY, N. L.

AGOSTO DE 1991



TM

ZS320

FCB

1991

L8



FONDO TESIS

163641

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DINÁMICA POBLACIONAL Y PATRÓN DIARIO DE ALIMENTACIÓN
DE *ANOPHELES PSEUDOPUNCTIPENNIS* THEOBALD
(DIPTERA: CULICIDAE).


TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA MEDICA


PRESENTA

EMPERATRIZ DEL CARMEN LUGO VILLALTA

COMISION DE TESIS


M.C. FILIBERTO REYES VILLANUEVA
PRESIDENTE


DR. MOHAMMAD H. BADI
SECRETARIO


M.C. ROBERTO MERCADO HEREDIA
VOCAL

MONTERREY, NUEVO LEÓN

AGOSTO DE 1991

Agradezco especialmente a la OMS/OPS por la oportunidad que me brindó para mi superación profesional y el apoyo durante mis estudios, y de esta forma poder ayudar a solucionar los problemas de salud de mi país Nicaragua.

DEDICATORIA

A mis padres

Guillermo Lugo Ulloa

Manuela Villalta de Lugo

Por su comprensión y apoyo, permitiéndome alcanzar una meta mas que me he trazado.

Para ellos mi amor y gratitud.

A mis hijos

Luis Manuel

Souyen Emperatriz

A quienes adoro, y son mi razón de vivir.

A mis hermanos

Elisa

Guillermina

Guillermo

Por compartir conmigo la felicidad de alcanzar una meta.

A mi abuelita

Simonita

Por sus consejos.

A mis sobrinos

Henry Manuel

Ana Elgin Ma.

Por los momentos agradables que me han hecho
sentir como tía.

A mi cuñado

Henry Manuel Sandino T.

Con respeto y cariño.

A Guillermo Gutiérrez C.

Con amor por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Ante el deseo de expresar mi agradecimientos a las siguientes personas, por sus valiosas aportaciones necesarias para la culminación de este trabajo.

Al Biól. M.C. Filiberto Reyes Villanueva, entomólogo investigador, asesor titular, un profundo agradecimiento por su acertada dirección y su valiosa asesoría aportadas en la realización de este trabajo, así como por el estímulo que me -- brindó para poder alcanzar esta meta.

Al Dr. Mohammad H. Badii y al M.C. Roberto Mercado H. -- por la revisión de este trabajo y por formar parte de la comisión de tesis.

Al Q.B.P. Miguel Angel Salas Luevano, con especial reconocimiento por su ayuda y apoyo desinteresado en el trabajo de campo.

Al Biól. Américo David Rodríguez, con gratitud y cariño -- por su orientación en el procesamiento de datos.

A la Biól. Blanca T. de Jesús González Rodríguez, por ser una gran amiga franca y sincera, siempre dispuesta a apoyarme aún en momentos difíciles.

A mis compañeros de maestría por hacer mas agradable mi estancia en esta facultad José Andrés, José Luis, José Alfonso, María de la Luz, Alejandro y Sylvia Mayela.

A todas aquellas personas que de una manera u otra hicieron posible la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

Páginas

Lista de Figuras y Cuadros	i
Resumen	ii
I Introducción	1
Hipótesis	5
II Antecedentes	6
III Materiales y Métodos	17
3.1. Muestreo de larvas	17
3.2. Distribución espacial y Tamaño de muestra.....	18
3.3. Muestreo de adultos	19
IV Resultados y Discusión.....	22
V Conclusiones	30
VI Literatura Citada.....	32

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

- FIGURA 1 Fluctuación poblacional de adultos de *A. pseudopunctipennis* colectas con trampa animal. Santiago, N.L., México.
- FIGURA 2 Patrón diario de alimentación de *A. pseudopunctipennis* bajo condiciones de campo. Santiago, N.L., México.
- FIGURA 3 Total de hembras de *A. pseudopunctipennis* colectadas durante el período de muestreo en Los Chávez, Santiago, N.L.
- FIGURA 4 Total de hembras de *A. pseudopunctipennis* colectadas durante el período de muestreo en Los Chávez, Santiago, N.L. y su relación con la temperatura.
- FIGURA 5 Total de hembras de *A. pseudopunctipennis* colectadas durante el período de muestreo en Los Chávez, Santiago, N.L. y su relación con la precipitación.
- FIGURA 6 Fluctuación poblacional de larvas de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L., México.
- FIGURA 7 Fluctuación poblacional de larva de primer instar de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L., México.
- FIGURA 8 Fluctuación poblacional de larvas de segundo instar de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L., México.

pseudopunctipennis en tres puntos diferentes del criadero (n=90 calados). Santiago, N.L. México.

- FIGURA 17 Comparación de los índices de agregación de los cuatro estadios en los diferentes puntos del criadero.
- FIGURA 18 Tamaño de muestra para larvas de primer estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres diferentes puntos del criadero. Santiago, N.L. México.
- FIGURA 19 Tamaño de muestra para larvas de segundo estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres diferentes puntos del criadero. Santiago, N.L. México.
- FIGURA 20 Tamaño de muestra para larvas de tercer estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres diferentes puntos del criadero. Santiago, N.L. México.
- FIGURA 21 Tamaño de muestra para larvas de cuarto estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres diferentes puntos del criadero. Santiago, N.L. México.
- FIGURA 22 Relación de la densidad larvaria con el total de hembras de *A. pseudopunctipennis* en Los Chávez, Santiago, N.L. México.
- FIGURA 23 Relación de la densidad larvaria con el total de hembras de *A. pseudopunctipennis* en Los Chávez, Santiago, N.L. México.
- FIGURA 24 Criadero No. 1 río "La Silla", Santiago, N.L. México.
- FIGURA 25 Criadero No. 2 río "La Silla", Santiago, N.L. México.

México.

- FIGURA 26 Criadero No. 3 río "La Silla", Santiago, N.L. -- México.
- FIGURA 27 Realización del muestreo larval con el calador de 400ml.
- FIGURA 28 Realización del conteo de larvas por instar.
- FIGURA 29 y FIGURA 30. Se observa la Trampa-malla con cebo-animal (caballo), utilizado para el muestreo de -- adultos.
- FIGURA 31 Realización de la captura de adultos con el aspirador manual, dentro de la trampa-malla.
- CUADRO 1 Patrón de alimentación de *A. pseudopunctipennis* - bajo condiciones de campo.
- CUADRO 2 Porcentaje de nulíparas y paridas colectadas durante el período de muestreo en la localidad "Los Chávez", Santiago, N.L. México.
- CUADRO 3 Análisis de varianza para las poblaciones larvales de *A. pseudopunctipennis*, colectados en tres puntos diferentes del criadero, en el río "La Silla", Santiago, N.L. México.
- CUADRO 4 Análisis de varianza para las poblaciones larvales de *A. pseudopunctipennis*, colectados en tres puntos diferentes del criadero, en el río "La Silla", Santiago, N.L. México.
- CUADRO 5 Análisis de varianza para las poblaciones larvales de *A. pseudopunctipennis*, colectados en tres pun--

tos diferentes del criadero, en el río "La Silla",
Santiago, N.L. México.

CUADRO 6 Análisis de varianza para las poblaciones larvales
de *A. pseudopunctipennis*, colectadas en tres pun--
tos diferentes del criadero, en el río "La Silla",
Santiago, N.L. México.

CUADRO 7 Población larval de *A. pseudopunctipennis* en dife-
rentes puntos del criadero en el río "La Silla", -
Santiago, N.L. México.

CUADRO 8 Valores de regresión de $\log (S^2+1)$ sobre $\log (\bar{x}+1)$
para los muestreos de larvas de primer instar de -
una población de *A. pseudopunctipennis*, en tres --
puntos diferentes del criadero en el río "La Silla"
Santiago, N.L. México.

CUADRO 9 Valores de regresión de $\log (S^2+1)$ sobre $\log (\bar{x}+1)$
para los muestreos de larvas de segundo instar de
A. pseudopunctipennis, en tres puntos diferentes -
del criadero en el río "La Silla", Santiago, N.L.-
México.

CUADRO 10 Valores de regresión de $\log (S^2+1)$ sobre $\log (\bar{x}+1)$
para los muestreos de larvas de tercer instar de -
A. pseudopunctipennis, en tres puntos diferentes -
del criadero en el río "La Silla", Santiago, N.L.-
México.

CUADRO 11 Valores de regresión de $\log (S^2+1)$ sobre $\log (\bar{x}+1)$
para los muestreos de larvas de cuarto instar de -

A. pseudopunctipennis, en tres puntos diferentes - del criadero en el río "La Silla", Santiago, N.L.- México.

CUADRO 12 Tamaño de muestra calculados con un error estandard de la \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de primer instar de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero (orilla, centro y dentro).

CUADRO 13 Tamaño de muestra calculados con un error estandard de la \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de segundo instar de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero (orilla, centro y dentro).

CUADRO 14 Tamaño de muestra calculados con un error estandard de la \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de tercer instar de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero (orilla, centro y dentro).

CUADRO 15 Tamaño de muestra calculados con un error estandard de la \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de cuarto instar de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes de; criadero (orilla, centro y dentro).

RESUMEN

Se realizó un estudio de dinámica poblacional y patrón diario de alimentación de *A. pseudopunctipennis* en el río "La Silla", localidad "Los Chávez", Santiago, Nuevo León, - México.

Este estudio incluyó muestreo de larvas con caladores de 400ml. de capacidad y de adultos mediante colecciones -- con trampa-malla (Net-Tramp) utilizando como cebo un caballo.

Las poblaciones de mosquitos se distribuyeron en agregados o contagio para todos los estadios. La mayor densidad larvaria se presentó en el mes de junio, descendiendo -- en la medida que lo hizo el desarrollo metamórfico. En el mes de julio descendió debido a la alta precipitación pluvial que se presentó; también ocurrió en los meses comprendidos de octubre a abril debido a las bajas temperaturas.

Los resultados obtenidos en la estimación del tamaño -- de muestra, indican que éste aumentara con el nivel de precisión deseado. Con 0.25 de error standard de la media -- obtuvieron tamaños de muestras prácticos que coincidieron -- con los utilizados en este estudio. Los obtenidos con 0.10 de precisión resultaron inaplicables en condiciones normales.

Con respecto al muestreo de adultos, la lluvia de verano definió dos curvas de crecimientos poblacional en el año, la primera se inicia en abril y la segunda a finales de agosto. El patrón diario de alimentación de *A. pseudopunctipennis* resultó unimodal, el pico se ubicó entre las 2000 y 2200 horas, obteniéndose un porcentaje de 61% de hembras nulíparas y 39% de paridas.

I. INTRODUCCION

La malaria es la enfermedad transmisible mas importante en el mundo, interfiriendo seriamente con el desarrollo socioeconómico de los trópicos, por lo que ha ejercido una profunda influencia en la historia de la humanidad mas que ninguna otra enfermedad (Avila y Cols. 1987). Actualmente los índices de morbilidad y mortalidad oscilan entre los 300 millones de casos, y solo en Africa se presentan alrededor de un millón de muertes al año. En algunos lugares de América Central ha seguido aumentando el número de casos (WHO, 1978). En América Latina se estima que anualmente se presentan más de un millón de casos, de los cuales México aporta cerca del 10%, es decir, alrededor de cien mil casos por año (Rodríguez y Loyola, 1989).

Los mosquitos son los huéspedes definitivos usuales de las especies de *Plasmodium* de mamíferos y aves. Típicamente, los agentes causales del paludismo de los mamíferos sólo son transmitidos por mosquitos *Anopheles*, aunque se han desarrollado experimentalmente en otros mosquitos, como en *Mansonia uniformis* (Garnhan, 1966).

Knight y Stone (1977) y Kinght (1978) han enumerado 372 especies de *Anopheles*, con 76 especies que merecen considerare

ción como transmisores del paludismo. Se han encontrado muchas otras infectadas en la naturaleza, pero no se juzgan -- peligrosas; para considerar a un mosquito transmisor hay que tener pruebas de que lleva la infección en la naturaleza, ya que una especie puede ser capaz de transmitir la infección - en condiciones experimentales y sin embargo, sufrir la in--- fluencia de ciertos factores bióticos que impiden que se infecte en condiciones naturales. Por ejemplo, *Anopheles* ---- *atropos*, una especie de agua salobre que está distribuida -- a lo largo de la costa del Golfo de México y del Atlántico - al sur de los Estados Unidos, es un buen huésped experimen-- tal, pero hasta ahora no se ha comprobado que transmita los- plasmodios en la naturaleza. Asimismo, una especie de ----- *Anopheles* puede tener importancia en el mantenimiento del -- paludismo endémico en una localidad, mientras que otra es la causante de los brotes epidémicos, que se deben al aumento - estacional o esporádico del número de mosquitos de esta se-- gunda especie.

Para ser eficaces como vectores, las hembras de ----- *Anopheles* deben poseer cuatro características, alimentarse - con frecuencia de sujetos humanos, ser moderadamente sensi-- bles a los gametocitos, vivir tiempo suficiente para que el- parásito *Plasmodium* complete su desarrollo y estar presentes en número suficiente para mantener la transmisión ----- (McGregor, 1976). Estas características biológicas deben --

considerarse también en unión con ciertos factores abióticos importantes, como la temperatura, las precipitaciones y el grado de humedad, al tener en cuenta los distintos estados ecológicos del paludismo, es decir estable o inestable (Russell y Cols. 1963).

La infección palúdica en el mosquito anofelino, se determina mediante la disección de las hembras sospechosas aisladas en focos endémicos, y el examen de su pared gástrica en busca de ooquistes o "esporocistos" y de las glándulas salivales en busca de esporozoitos. El índice de las glándulas salivales (es decir, la tasa de esporozoitos) se considera un criterio más válido, ya que indica el grado de desarrollo completo del *Plasmodium* en el mosquito. En áreas de gran endemia, la tasa de esporozoitos de los anofelinos infectados de forma natural ha oscilado entre el 0.1 y el 30% en función de diversos factores (Gillies, 1954).

En la región de México ocurren al menos 13 especies de anofelinos (Vargas y Martínez-Palacio 1956; Eads and Campos-1963). Dos de ellos son considerados como principales transmisores de malaria en el país: *Anopheles albimanus* Weidemann y *A. pseudopunctipennis* Theobald (Who 1982; Bruce-Chwatt, 1985). *A. pseudopunctipennis* se distribuye en toda América Latina incluyendo la parte sureste de los E.E.U.U., hasta los 2,300 metros de elevación. Las generaciones son conti-

nuas, pero los picos de abundancia ocurren al final de la estación seca, con cantidades menores durante las lluvias. Se encuentran en aguas corrientes y transparentes conteniendo abundante crecimiento de algas filamentosas (Hechtt, 1945).- En Ecuador, las larvas abundan en charcas iluminadas por el sol en los lechos de los ríos durante la estación seca. La *Spirogira* es una asociación universal.

El reconocimiento de la importancia de los diferentes criaderos, las variaciones estacionales de la población larvaria de *Anopheles pseudopunctipennis* y el papel que juega esta especie en la comunidad biológica en su conjunto, permitirá desarrollar estrategias de control mas efectivas, y por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron los siguientes:

- 1.- Determinar el patrón diario de alimentación de adultos de *A. pseudopunctipennis*.
- 2.- Determinar la estructura de edades (nullparas y paridas) de hembras de *A. pseudopunctipennis* y su fluctuación en el tiempo.
- 3.- Determinar la distribución espacial, tamaño óptimo de muestra y fluctuación poblacional en el tiempo para los estadios larvales de *A. pseudopunctipennis* en criaderos naturales.

HIPOTESIS

A. pseudopunctipennis es un insecto hematófago que ---
exhibe un comportamiento alimenticio bien definido en el --
tiempo, con la mayor actividad a una determinada hora entre
el crepúsculo y la noche, además sus poblaciones de larvas-
tienen una densidad variable a lo largo del año, dependien-
do de la temperatura y sobre todo de la precipitación plu--
vial.

ANTECEDENTES

1.- Bionomia de *A. pseudopunctipennis*.

El ciclo gonotrófico es el tiempo transcurrido entre cada ovipostura por un anofelino hembra (Bown D. 1990). Si se conoce el ciclo gonotrófico y el porcentaje de preferencia hacia el hombre, se puede, determinar la probabilidad de que una hembra se alimente sobre el hombre por día. Este parámetro es parte de la fórmula para capacidad vectorial, componente entomológico del modelo matemático de la transmisión de la malaria de MacDonald (1957). Además con la edad fisiológica, ciclo del insecto y ciclo esporogónico del *Plasmodium*-específico, se puede inferir sobre el estado de infectividad del insecto.

Los anofelinos al igual que el resto de los culicidos tienen cuatro estadio metamórficos: huevo, larva, pupa y adulto. El ciclo es brevemente como sigue: los huevos son puestos individualmente en la superficie del agua, eclosionando en 2 ó 3 días bajo condiciones favorables de temperatura. Las larvas crecen lenta o rapidamente, dependiendo de la temperatura y otros factores, ampliandose de una semana ó varios meses en este estadio. La larva muda cuatro veces para después pupar. Durante el estado pupal ocurren cambios que se dan dentro del cuerpo, el cual se transforma en el mosquito adulto. Este estadio es usualmente terminado en 2 ó 3 --

días, y después de que el adulto emerge de su cubierta pupal, descansa por un corto tiempo (fase teneral) en la superficie del agua antes de iniciar el vuelo (Bradley y King 1941).

Respecto a la bionomía de *A. pseudopunctipennis* Theobald, las larvas requieren de mucha luz para su desarrollo; prefieren charcos y corrientes en arroyos muy expuestos a los rayos solares, donde exista gran insolación y vegetación de algas verdes como *Spirogira*. Reposan en los márgenes con corrientes lentas, juntos a hojas, varas, y otros pequeños trozos de materia flotante y particularmente abundante en las áreas montañosas, donde no existen inundaciones por las lluvias durante el verano (Carpenter y LaCasse 1955).

En estudios realizados en Oaxaca, se determinó la importancia de los ríos como criaderos ideales para *A. pseudopunctipennis*, los cuales en la época de lluvia presentan condiciones desfavorables. En cambio en la época seca aparecen condiciones benignas, al formarse charcos que se llenan de algas y favorecen el desarrollo de las larvas (Hoffman y Samano 1938).

Las actividades del adulto son dependientes de la temperatura, probablemente más que cualquier otro factor. La temperatura óptima para picar para anofelinos está entre 28 y 30°C y la mínima entre 16 y 17 °C (Bradley y King 1941).

El primer factor que determina el sitio de transmisión es el comportamiento de la población humana, la cual en Colombia se divide en dos grupos: niños hasta 5 años de edad con una mínima exposición extradomiciliar y gente adulta con un promedio cerca de 30% de exposición entre las 6 y 9 P.M. La mayor actividad durante la puesta del sol se asocia con temperaturas en descenso y la humedad relativa en ascenso. Este posible efecto meteorológico actúa conjuntamente con una posible atracción a la concentración de CO_2 y el olor (Elliott, 1972).

Se ha reportado que los adultos viven fuera de las casas-habitación en Venezuela y respecto a la dispersión, estos llevan a cabo vuelos de hasta 2800 metros. También en Argentina ocurren vuelos regulares de 6-10 Km. (Horsfall, 1955). Para la alimentación existen varios registros de hospederos, los cuales incluyen una gran cantidad de animales que pueden proveerlos de sangre. Entre ellos están el hombre, vaca, oveja, cerdo, perro, aves de corral, caballo y gato. En Perú, el hombre fue el hospedero para el 80% de los mosquitos capturados en las residencias y el 30% para los colectados en establos (Horsfall, 1955). Las colectas en Argentina muestran al hombre como hospedero en casi el 40% de los casos (Davis y Shannon 1928). Un reporte de Venezuela cita a solo 3% de los casos (Horsfall, 1955). El mismo autor menciona que cuando el trampeo con cebo humano se comparó con -

las capturas usando animales en Perú, los mosquitos fueron más atraídos hacia los asnos, becerros, cerdos y cabras. El hombre fue cerca de la mitad de atractivo que el asno. Se considera que las especies de *Anopheles* con antropofilismo, es debido a la necesidad de encontrar refugio para los períodos de reposo. Dadas las condiciones ecológicas prevalentes en la zona donde habita esta especie, las casas-habitación constituyen albergues adecuados, y de ahí resulta que las hembras están, a la hora de picar, más cerca del hombre que de los otros animales (Vargas, 1938).

Los adultos recién emergidos entran temprano en la mañana, en busca de refugio a las casas, donde permanecen durante todo el día, para salir al anochecer, en un período de desarrollo ovárico que dura cuatro días aproximadamente. En las casas se encuentran durante el día machos y hembras jóvenes y hembras en distintas fases del desarrollo ovárico --- (Bordas y Cols. 1951).

A. pseudopunctipennis en los Estados de Morelos y Oaxaca es excesivamente doméstico, picando al hombre preferentemente fuera de las casas. Entra a ellas para resguardo y reposo en las primeras horas de la mañana, y al anochecer se efectúa la salida de los machos y de las hembras en ayunas, a excepción de las hembras con sangre semi-digerida o incompleto desarrollo ovárico (Downs y Cols. 1951; Hecth y Hernández 1958). Sin embargo en Guerrero esta especie comparte --

con *A. albimanus* en reposo prolongado en los techos de palma. En México y en los valles de las montañas de los Andes de Sudamérica, *A. pseudopunctipennis* Theobald posee hábitos de entrar a la casa y alimentarse sobre el hombre, pero en Centroamérica y Venezuela estos hábitos son raros. Este -- ejemplo demuestra la especiación en anofelinos y la sele--- cción natural dentro del medio ambiente local, además de la domesticación y alimentación de especies originalmente silvestres (Horsfall, 1955).

En el noroeste de México, *A. pseudopunctipennis* es la especie de mayor responsabilidad en la transmisión del paludismo de las llanuras de esta región. En toda la costa inmediata al litoral de Tamaulipas y Veracruz, se encuentra -- en forma irregular, pero conforme se adentra en las llanuras adquiere notoriedad, como se puede apreciar en San Luis Potosí y diversos municipios de Tamaulipas y Veracruz. Mas al norte, en el borde oeste de las llanuras, en Nuevo León, es muy común durante todo el año, aunque su mayor densidad se observa en mayo y julio, adaptada a condiciones que no -- son las mismas para otras partes del país, por la ausencia de criaderos con abundante desarrollo de algas. Practica-- mente ocurre en todas las entidades del país, como ya se -- mencionó anteriormente, desde el nivel del mar hasta el altiplano. Uno de los lugares más altos es Tacuba, D.F., --- a 2.270 metros sobre el nivel del mar (Vargas y Martínez --

1953-1956). A nivel continental, esta especie es probablemente el anofelino de mayor distribución dentro del nuevo mundo, desde el sur de Estados Unidos hasta la Argentina -- (Carpenter y LaCasse, 1955).

Por otro lado, las mediciones de la densidad poblacional son útiles para determinar los patrones diarios de actividad y las fluctuaciones estacionales. La trampa de luz -- New Jersey fue superior a otros métodos de colecta en cuanto al número de *A. albimanus* con 93.9% por colecta, del --- cual 96% correspondió a hembras. Fue particularmente útil para medir las fluctuaciones estacionales, determinar la actividad máxima nocturna y la detección de la especie por localidad; esta trampa ha resultado inadecuada para monitorear poblaciones de *A. pseudopunctipennis*, con un promedio del 0.1 individuos por colecta (Breeland, 1972). No obstante, las colectas de adultos debajo de los puentes sobre los ríos, parece ser más útil. Para *A. albimanus* hubo 74.4% -- hembras y 9.7% para *A. pseudopunctipennis*. Tales sitios -- son recomendables para coleccionar mosquitos en estudios de -- preferencia alimenticia, longevidad y evaluación de proyectos de control. Esta comparación de métodos para medir la población del anofelino en un área malárica de las costas -- del Salvador, fue usada por los investigadores para determinar el rango de dispersión de *A. albimanus* y *A. pseudopunctipennis* (Breeland, 1972).

Estudios mas recientes realizados en Tapachula, Chiapas, México sobre la bionomía de esta especie revelan que la duración del ciclo gonotrófico fue de 3 días y que la población de hembras nulíparas necesita 4 días para alimentarse, reposar y ovipositar. La maduración de huevos ocurre durante la segunda noche desde que se alimentó y la oviposición ocurre luego, e inmediatamente retornan por su siguiente alimentación a la tercera noche. De un total de 1195 hembras capturadas, obtuvieron 84.7% de hembras nulíparas y 15.3% de paridas.

La trampa con caballo mostró ser un excelente método para capturar un alto número de hembras de *A. pseudopunctipennis*. También encontraron un segundo pico de alimentación entre 23 y 01 de la mañana, cuando la temperatura es generalmente menor a 20°C en las montañas. Por su distribución *A. pseudopunctipennis* es considerado como una especie de montaña, adaptada a bajas temperaturas y a periodos cortos y favorables de alimentación (Fernández I. 1991).

2.- Distribución espacial y muestreos.

Los primeros que se sintieron atraídos por el tópicola distribución espacial fueron matemáticos y estadísticos, antes que lo hicieran los ecólogos. Debido a que la entomología a menudo se ocupa de poblaciones aparentemente ilimitadas, las poblaciones de insectos proveían un objetivo es-

tadístico atractivo, donde la aleatoriedad se consideraba - una premisa básica, útil para la teoría de la distribución - principalmente por su maleabilidad estadística (Taylor, 1984).

En poblaciones donde los individuos se distribuyen al azar, es decir que son independientes unos de otros, la varianza en cada densidad de población es igual a la media.

De los estudios ecológicos pueden derivarse tres tipos principales de patrón espacial: aleatorio, regular o uniforme y agregado o de contagio. En el primero, en una unidad de espacio o volumen dada, hay la misma probabilidad de que un individuo ocupe cualquier punto en el espacio, y la presencia de un individuo no se ve afectada por la del otro. Por otra parte, la presencia de un individuo puede disminuir o aumentar la probabilidad de encontrar otro, en los patrones regular y agregado respectivamente (Southwood, 1978).

Parece haber un acuerdo general de la importancia de la distribución espacial, como una propiedad ecológica que caracteriza a las distintas clases de plantas y animales -- (Southwood, 1978; Taylor, 1986).

Se han propuesto varios índices para describir la disposición Espacial de plantas y animales, basados principalmente en la relación varianza-media, sin embargo, no existe

a la fecha un índice perfecto que se adecúe a, y explique - todas las posibles variaciones en la distribución espacial, así como los mecanismos que las originan. El principal problema es el error de medición causado por los cambios en la media y otros factores (Green, 1966; Iwao, 1968; Myers, 1978). A pesar de esto, hay varios índices que han sido ampliamente usados, principalmente en entomología aplicada.

Taylor (1961) a través de análisis de numerosos conjuntos de datos de muestreo de diversas clases de organismos, - obtenidos por diferentes investigadores, encontró una relación consistente entre varianza y la media y lo definió como $S^2 = am^b$. A ésta se le denomina Ley de poder de Taylor, donde a y b pueden calcularse mediante la regresión lineal de S^2 sobre el $\log m$.

El mismo autor ha propuesto que el coeficiente b es un índice de agregación específico de cada especie y significativamente diferente entre especies. Un valor de $b=1.0$ denota aleatoriedad, y menor o mayor que 1.0 indica uniformidad o agregación respectivamente. El intercepto a se interpreta como un factor dependiente del hábitat y del método de muestreo (Taylor, 1971; 1978; 1984; 1988).

La determinación del tamaño de muestra óptimo es un -- factor muy importante en el diseño de planes de muestreo, -

particularmente en el monitoreo de plagas. Cuando se toman pocas unidades muestrales, el análisis estadístico puede -- generar conclusiones erróneas y no es posible tomar decisiones confiables. Si por el contrario, se colectan más unidades de las necesarias para alcanzar una decisión, se desperdician tiempo y recursos en el muestreo, debido a la colecta y procesamiento excesivo de datos (Beardsley et al., --- 1979; Ruesink, 1980).

Aunque la literatura sobre este tópico es muy abundante respecto a plagas agrícolas, existe un vacío en lo que -- se refiere a insectos de importancia médica, con pocos re--portes para mosquitos y bastantes recientes se ha encontrado para la distribución de larvas de *Coquilletidia* -----perturbans en Florida, que los estadios larvales más jóve--nes están más agregados que los estadios más avanzados. Hubo una tendencia para que las larvas se concentraran en ---áreas más allá de 25 metros de la costa y las larvas tuvieron una distribución normal logarítmica en sitios favora--bles (Morris, 1990).

La regresión media-varianza para la ley de Poder de -- Taylor fue aplicada en un muestreo de *Aedes triseriatus* encampo, y obtuvieron un valor de b de 1.4, lo que indica una distribución espacial en agregados de los huevos. Se con--cluyó que unas trampas fueron más atractivas que otras para

1020091651

oviposición de las hembras de *A. triseriatus* (Beehler y ---
Defoliart 1990).

MATERIALES Y METODOS

3.1. Muestreo de larvas:

Se realizaron muestreos semanales durante un año, en tres criaderos seleccionados en el río "La Silla" y ubicados en Santiago, Nuevo León, en la localidad de "Los Chávez" (Rancho del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey). En estos criaderos predominan algas como *Spirogyra* y *Chara*.

En cada criadero se seleccionó una área de 2x2 metros a partir de la orilla, en la cual se hicieron un total de 20 calados, distribuidos de la siguiente forma: 10 calados a lo largo de la orilla, a un metro de la orilla otros 10 calados, y 2 metros hacia dentro los últimos 10 calados. La capacidad del cucharón que se utilizó es de 400ml. En cada calado se contó el número de larvas y se clasificaron según su instar los cuales se definió por su tamaño, para esto se realizó un muestreo preliminar en el cual se colectaron una cantidad aproximada de 1,000 larvas. Se clasificaron arbitrariamente por instar para luego medirlas con un micrómetro. Donde se obtuvo el intervalo de confianza utilizando la $\bar{x} \pm t$ (Student) por el error estándar para cada instar. Los resultados fueron los siguientes: 1.94mm \pm 0.11 para el primer instar; 4.01mm \pm 0.09 para el segundo instar; 5.23mm \pm 0.25 para el tercer instar; 6.32mm \pm 0.20 para el cuarto instar.

Estas medidas se utilizaron como parámetros en los muestreos. Se aplicó ANOVA (Análisis de Varianza) y la prueba de rango múltiple de Duncan, para la comparación de medias, a las densidades poblacionales larvales. Los tratamientos fueron los 3 puntos del criadero, y las repeticiones fueron los 3 criaderos. Se realizó un ANOVA por muestreo para determinar si la abundancia larval variaba intra e intercriaderos a lo largo del año.

3.2. Distribución espacial de las poblaciones larvales y determinación del tamaño de muestra:

Para determinar el patrón de distribución espacial, se utilizó como modelo la relación varianza-media conocida como Ley de Poder de Taylor (Taylor, 1961), la cual se expresa como $\log S^2 = \log a + b \log m$; donde b se interpreta como índice de agregación verdadera para la especie en estudio y a una constante que depende del método de muestreo. Para cada fecha de muestreo se calculó la media y la varianza del número de larvas por 10 calados (cucharonadas). Luego se transformaron los datos a $\log (S^2+1)$ y $\log (\bar{x}+1)$ y a través de una regresión lineal simple se calcularon los coeficientes a y b de la Ley de Poder. Lo anterior se realizó para los tres puntos de los criaderos y para cada instar larval, conociéndose así la distribución espacial y el tamaño óptimo de muestra para las poblaciones larvales de *Anopheles pseudopunctipennis* en sus criaderos naturales.

Tambi3n se calcul3 el intervalo de confianza y el error estandard de b y se realiz3 una prueba de significancia del 3ndice con la t de student (Zar, 1984), ya que la determinaci3n del tama3o de muestra requiere que se conozca el patr3n de distribuci3n de la especie (Walgenbach et al., 1985). Y se calcul3 a partir de los valores a y b de Taylor, con un 10 y 25% de error estandard de la media (ESM) (Southwood, 1966), por medio de la f3rmula:

$$n = \frac{a\bar{x}^b - 2}{c^2} \quad (\text{Ruesink, 1980})$$

Donde:

n = Tama3o de muestra

a = Antilog. del intercepto al origen

b = Pendiente (3ndice de agregaci3n)

c = Nivel de confiabilidad (%de error estandard de \bar{x})

3.3 Muestreo de adultos:

Los muestreos se realizaron durante un a3o, haci3ndose capturas con cebo animal cada 15 d3as durante 13 horas, desde las 1700 hasta 0600 A.M. (las capturas se realizaron cada hora). Las hembras alimentadas se colectaron en el momento que se posaron en la trampa-malla, mediante un aspirador el3ctrico manual, para la determinaci3n de la din3mica poblacional y el patr3n diario de alimentaci3n. Este 3ltimo expresado como la media de hembras alimentadas de todos los muestreos por

cada hora \pm error standard ($\bar{x} \pm ES$).

El tipo de trampa que se utilizó es una trampa-malla --- (Net-Tramp), que consiste en un gran mosquitero (pabellón) -- con las medidas de 3.5x3.5x2 metros, suspendido de 4 soportes (palos) de madera que pueden ser las vigas de una casa, las ramas de un árbol. Esta trampa han sido utilizadas ampliamente en Africa (WHO, 1975).

La trampa-malla tiene que ser mucho más grande que el cebo animal (en este estudio se utilizó como cebo un caballo) y dejar un espacio de 15-20 cm. del suelo a la parte inferior de la malla, a través del cual entran los mosquitos. La cantidad de espacio libre dentro de la malla debe ser determinada por el tamaño del cebo que se utilice.

Los mosquitos son atraídos por los olores que el cebo expele, ya que la trampa retiene un poco estos olores y es así como los mosquitos llegan a ella. La trampa debe estar bien-cerrada y rígida como sea posible. El borde de la malla debe ir con cuerdas y aseguradas en el suelo; estas prevenciones son para que la malla no se tire con el viento y evitar que los mosquitos se perturben (WHO, 1975).

El % de hembras paridas y nullparas se graficó contra el tiempo, durante el período de estudio, con el objeto de conocer -

los picos de máxima reproducción. A los mosquitos colectados en cada muestreo, se les practicó disección de ovarios para observar el número de hembras nulíparas y paridas, en base a la estructura traqueolar de los ovarios por el método de Detinova, 1962.

RESULTADOS Y DISCUSION

Dinámica poblacional.

Este estudio comprendió de mayo de 1990 a abril de 1991 e incluyó el muestreo de larvas y adultos de *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald, en la localidad "Los Chávez" -- Santiago, N.L., México.

La Fig. 1 muestra la fluctuación poblacional de adultos de *A. pseudopunctipennis* colectados con cebo animal (caballo) donde la lluvia de verano define 2 curvas de crecimiento poblacional en el año, la primera se inicia en abril y la segunda a finales de agosto.

Los resultados obtenidos al procesar los datos para determinar el patrón diario de alimentación se presentan en el Cuadro 1 y Fig. 2. En el Cuadro 1 se muestran los valores de la media, desviación y error standard del total de mosquitos capturados por hora. En la Fig. 2 se gráficarón los valores de la media de hembras alimentadas por hora del día. Se encontró que la alimentación de *A. pseudopunctipennis* exhibe un patrón unimodal, presentándose el pico a las 21:00 hr. con un promedio de 9 mosquitos. La actividad de alimentación se inició a partir de las 19:00 hr., y el descenso ocurrió a partir de las 22:00 hr. (Fig. 2 y Cuadro 1). La mayor variación se presentó a las 20:00 hr.

Estudios realizados en Tapachula, México, se encontró un pico de alimentación para *A. pseudopunctipennis* entre las 23:00 y las 1:00 hr. utilizando cebo humano (Fernández I. 1991. Comunicación personal). Elliott (1972) encontró que la actividad alimenticia para *A. pseudopunctipennis* utilizando cebo humano también fue unimodal en Ecuador, con el pico entre 22:00 y 24:00 hr., pero resultó ser bimodal en Perú donde el primero fue de la 18:00 a 20:00 y 4:00 a 6:00 hrs el segundo. Los diferentes patrones que se han encontrado para *A. pseudopunctipennis* varían de una región a otra. Su actividad alimenticia está en dependencia con el fotoperíodo (scotofase) así como también con la temperatura, humedad y tipo de hospedero.

En el Cuadro 2 se muestra el número de nulíparas y paridas y el total de hembras capturadas por muestreo, también se muestra el % de hembras nulíparas y paridas que resultaron a lo largo de todos los muestreos realizados. Obteniéndose un 39% de paridas y 61% de nulíparas. En la Fig. 3 se muestra la proporción de nulíparas y paridas colectadas en cada muestreo a lo largo del año, la proporción de nulíparas fue mayor con respecto a las paridas en la mayoría de los muestreos. El predominio de nulíparas puede ser debido a que los muestreos se realizaron cerca de los criaderos (río), y así -

a las pocas horas después de que emergen salen en busca de -- alimento. El conocimiento de la estructura de edades es impor- tante desde el punto de vista epidemiológico, debido a que los mosquitos hembras de mayor edad (paridas) son más eficaces pa- ra transmitir la enfermedad.

En la Fig. 4 se muestra la relación entre temperatura y total de hembras colectadas. Se observa que la temperatura no influyó en el total de hembras colectadas, ya que la temperatura fue mayor de 15°C en la mayoría de los muestreos. El efecto fue evidente cuando la temperatura descendió de los -- 10°C, debido a esto no hubo capturas en los meses comprendi- dos entre finales de noviembre e inicios de abril. Con res- pecto a la relación con la precipitación, en la Fig. 5 se observa que durante el período comprendido de julio a agosto, -- si hubo efectos por la lluvia. Aparentemente la temperatura y la precipitación fueron determinantes para la fluctuación poblacional de adultos de *A. pseudopunctipennis*.

La fluctuación poblacional de larvas de *A. pseudopunctipennis*, expresada en promedio de larvas por cala- do se muestra en la Fig. 6. Se observa que la población lar- val se inició en mayo y terminó en septiembre.

Por otro lado, los resultados de la fluctuación pobla- cional de larvas de *A. pseudopunctipennis* por estadio durante

el período de muestreo, se observan en las Fig. 7,8,9 y 10. - Es notable para los cuatro estadios, que en el mes de junio - se presentó la mayor densidad, y esta fue decreciendo a medida que avanzó el desarrollo larval. La mayor densidad ocurrió en la época seca y lo contrario sucedió en la época de lluvia, debido a que los criaderos son arrastrados por la corriente la cual se lleva la vegetación (algas), elemento básico de los criaderos que proporciona condiciones favorables para el desarrollo de las larvas. Otro factor desfavorable son las bajas temperaturas en invierno. Se realizó un análisis de varianza a cada muestreo, para determinar si la abundancia varió inter e intracriadero. No hubo diferencia entre los criaderos, solamente se encontró diferencia en 4 % OVA -- intracriadero (Cuadros 3,4,5 y 6), a los cuales se les aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan. Se encontró que la media de la orilla fue mayor a la del centro y dentro esto es debido a la abundancia de algas en la orilla y porque hay menos corriente (Cuadro 7).

En la Fig. 11 muestra la relación de la fluctuación larval con la precipitación pluvial. A medida que la precipitación aumentó disminuyó la densidad poblacional. En la Fig.12 se muestra la fluctuación de la densidad larval con la temperatura promedio del día de muestreo y se observa que la población fue afectada drásticamente cuando, la temperatura bajó - de 5°C.

Distribución espacial.

Los resultados obtenidos al procesar los datos, para determinar la distribución espacial de las larvas de *A. pseudopunctipennis*, se presentan en los Cuadros 8,9,10 y 11, y en las Figs. 13,14,15 y 16. En los Cuadros se muestran los valores del índice de agregación (b), el antilog del punto de la ordenada al origen (a), el error standard de b, el intervalo de confianza de b y el coeficiente de correlación (r). Todos los valores de b para las larvas de los cuatro estadios, en los 3 puntos del criadero, fueron significativamente mayores a la unidad; por lo tanto la distribución espacial de las larvas es en agregados o contagio. Lo anterior sugiere que a las altas densidades de larvas sean el resultado de un mayor número de oviposiciones lo cual a su vez sería la respuesta a diferentes condiciones microclimáticas, tales como temperatura, luz y vegetación. A este nivel, lo que puede explicar directamente el hacinamiento de larvas de *A. pseudopunctipennis*, la preferencia que tienen estas por las algas, al encontrar sobre y entre ellas, mayores poblaciones de microplacton como fuente de alimentación, además de mejores posibilidades de escapar de los depredadores. De acuerdo a los resultados obtenidos, hay una ligera disminución en el grado de agregación a medida que aumenta el desarrollo de las larvas, lo cual se puede explicar en función de una baja en la densidad poblacional. Una población pequeña tiende a distribuirse mas al azar que en agregados. En cada uno de los -

análisis realizados, los datos mostraron una buena correlación y los valores obtenidos para error standard fueron -- bastantes aceptables. Las líneas de regresión entre la varianza (S^2) y la media (\bar{X}), en cada uno de los estadios larvales y los 3 puntos del criadero, se muestran en las Figs. 13, 14, 15 y 16. En cada una de las gráficas se incluyen -- la ecuación exponencial y el valor de coeficiente de correlación (r). En la Fig. 17 se observa que los valores del -- coeficiente de agregación (b) del primer estadio, fueron -- ligeramente superiores con respecto a los demás. Lo cual -- coincide con lo mencionado anteriormente. En la medida que el ciclo avanza, la mortalidad total es mayor y por conse-- cuencia las poblaciones son mas bajas, y por lo mismo menos agregadas.

Los tamaños de muestras calculados a partir de los va-- lores de a y b de Taylor, para las poblaciones de larvas -- por estadio y en los 3 diferentes puntos del criadero, se -- presentan en los Cuadros 12, 13, 14 y 15 en las Figs. 18, -- 19, 20 y 21. En cada uno de los cuadros se indican los va-- lores de las medias escogidas arbitrariamente y los valores de los tamaños de muestras que corresponden a cada uno de -- ellos calculados en base a un 0.25 y 0.10 de error estan-- dard de la media (Southwood, 1966). También se obtuvo la -- relación gráfica donde se observa claramente la tendencia -- a aumentar el tamaño de muestra a medida que disminuye la --

densidad poblacional. Por ejemplo en la Fig. 21, para una media de 0.1 larvas por calados, se necesita realizar 50 calados para un nivel de precisión de 0.25; el tamaño de muestra se dispara considerablemente al 0.10 ya que para la misma media se requiere muestrear 370 calados. Los resultados obtenidos en la estimación del tamaño de muestra fueron muy similares entre si por lo que serán discutidos en forma muy general. Se utilizó la fórmula de $n = a\bar{x}^{b-2}/c^2$, donde a y b son los coeficientes de Taylor y c, el nivel de precisión. Se escogieron niveles de precisión de 0.10 y 0.25 para error standard de la \bar{x} para cada análisis, en base a que el primero se utiliza en estudios de entomología aplicada (para determinación de parámetros útiles en la toma de decisiones), mientras que el segundo acepta un grado muy limitado de error por lo que solo podría ser utilizado en estudios básicos (tablas de vida) (Southwood, 1966). Obviamente al aumentar el tamaño de muestra, el cual resultó alto en comparación con los obtenidos con un 0.25 de precisión, se obtuvieron tamaños de muestras prácticos, y esto coincide con los utilizados en este estudio. En cambio, los obtenidos con un 0.10 de precisión resultaron inaplicables en condiciones normales (100-720 calados), implicando una gran inversión de tiempo y trabajo. En base a lo que precede, los tamaños de muestra (n) al 0.25 de precisión, si se pueden recomendar para predecir infestaciones y en programas de aplicación de insecticidas y/o biocidas a nivel de larva, como un control-

preventivo en aquellos lugares endémicos para la malaria.

CONCLUSIONES

- 1.- La lluvia de verano define 2 curvas de crecimiento poblacional de adultos de *A. pseudopunctipennis* en el año, la primera se inicia en abril y la segunda a finales de agosto.
- 2.- En el período de enero a marzo no existe *A. pseudopunctipennis* en el campo debido a las bajas temperaturas.
- 3.- En el mes de junio *A. pseudopunctipennis* alcanza la mayor densidad larval.
- 4.- En los meses de junio y septiembre se presenta la mayor proporción de hembras paridas (entre 25 y 39%) de *A. pseudopunctipennis*.
- 5.- El patrón diario de alimentación de *A. pseudopunctipennis* es unimodal, con el pico entre 20:00 y 22:00 horas.
- 6.- La distribución espacial de las poblaciones larvales es en agregados con el mayor contagio a un metro de la orilla del criadero.

- 7.- La población larval mas abundante se presentó en la orilla de los criaderos.

- 8.- El tamaño de muestra para estudios basicos y aplicados en la biología de *A. pseudopunctipennis*, y para poblaciones altas (las mayores densidades larvales en el -- año) oscila entre 91.00 y 15.00 calados respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Avila, J., Luna J.L. y López M. 1987. El paludismo en México, tendencia y situación actual. Boletín Mensual de la Secretaria de Salud en México. 2:1-7.
- Beardsley, J.W., Aliniabee, M.T. and Watson T.F. 1979. Sampling and monitoring. Biol. Cont. and Pest. Man. Div. of Agric. Sc. Univ. of California. pp. 11-22.
- Beehler, J.W. and DeFoliart, G.R. 1990. Spatial distribution of *Aedes triseriatus* eggs in a site endemic for La Crosse encephalitis virus. J. Am. Mosq. Control Assoc. 6:254-257.
- Bordas, E., Navarro, L. y Downs, W.G. 1951. Estudios comparativos de los hábitos del adulto de tres especies de *Anopheles* mexicanos. Rev. del Inst. de Sal. y Enf. Trop. México. XII:35-38.
- Bown, D. 1990. Comunicación personal. OPS, Guatemala, Guatemala.
- Bradley, G.H. and King, W.V. 1941. Determination of densities of populations of *Anopheles quadrimaculatus* on the wing pros. New Jers. Mosq. Exterm. Ass., 30:22-27.

- Breeland, S.G. 1972. Studies on diurnal resting habits of *Anopheles albimanus* and *A. pseudopunctipennis* in El Salvador. Mosq. News. 32:99-106.
- Bruce-Chwatt, L.J. 1985. Essential Malariology. J. Wiley, and Sons. Inc. New York. 452pp.
- Carpenter S. and LaCasse, W. 1955. Mosquitoes of North America (North of Mexico). Univ. of California Press. Berkeley and Los Angeles. 360pp.
- Davis, N.C., and Shannon, R. 1928. The blood feeding habits of *Anopheles pseudopunctipennis* in northern Argentina. Amer. J. Trop. Med. 8:443-447.
- Detinova, T.S. 1962. Age grouping methods in Diptera of medical importance with special reference to some vectors of malaria, Wld. Hlth. Org. Monogr., Ser. 47.
- Eads, R.B. and Campos, E.G. 1963. Mosquitoes collected in the mexican states of Tamaulipas and San Luis Potosi. Mosq. News. 23:45-48.
- Elliott, R. 1972. The influence of vector behavior on malaria transmission. Am. J. Trop. Med. Hyg. 21:755-763.

- Fernández I. 1991. Comunicación personal. Centro de Investigación del Paludismo, SSA, Tapachula, Chiapas, ----- México.
- Garnhan, P.C. 1966. Malaria parasites and other *Haemosporidia*. Immunity to Protozoa. Oxford, Blackwell Scientific -- Public. pp. 89-108.
- Green, R.H. 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. Res. Popul. Ecol. 8:1-7.
- Gillies, M.T. 1954. The recognition of age-groups within populations of *Anopheles gambiae* by the pre-gravid rate and the sporozoite rate. Ann. Trop. Med. Parasitol., - 48:58-74.
- Hechtt, L.W. 1945. The malaria of the Andean region of --- South America. Rev. Inst. Sal. Enfer. Trop. 6:239-252.
- Hecht, O. y Hernández, J. 1958. Contribución al estudio de - los hábitos de los Anophelinos adultos. Acta Zool. Mex. 2:11.
- Hoffmann, C.C. y Samano, B.A. 1938. Los criaderos invernales de *Anopheles pseudopunctipennis* en el estado de - Oaxaca. Ann. Inst. Biol. IX:182-192.

Horsfall, W.R. 1955. Mosquitoes their bionomics and Relation to Disease. Mosquitoes Ronald Press Comp. New York. -- 456pp.

Iwao, S. 1968. A new regression method for analysing the -- aggregation pattern of animal populations. Res. Popul. Ecol. 10:1-20.

Knight, K.L. and Stone A. 1977. A Catalog of the Mosquitoes of World. (Diptera: Culicidae). 2nd. Ed. Thomas Say -- Foundation. College Park, Maryland, Entomol. Soc. Am.

Knight, K.L. 1973. Supplement to a Catalog of the Mosquitoes of the World. (Diptera: Culicidae). 2nd. Ed. Thomas -- Say Foundation. College Park, Maryland, Entomol. Soc. - Am.

MacDonald, G. 1957. The Epidemiology and Control of Malaria. Oxford Univ. Press, London.

McGregor, I.A. 1976. Epidemiology and control of malaria. - In Epid. and Community Health in Warm Climate Countries. Edited by R. Cruickshank, K.L. Standas, and H.B.L. Ru-- sell. London, Churchill Livingtone. pp. 208-222.

Morris, C.D. 1990. Distribution and abundance of larval ---

Coquillettidia perturbans in a Florida freshwater marsh.
J. Am. Mosq. Control Assoc. 6:452-460.

Myers, J.H. 1978. Selecting a measure of dispersion. Environ.
Entomol. 7:619-621.

Rodríguez M.H. y Loyola E.G. 1989. Situación epidemiológica-
actual y perspectivas de la investigación entomológica-
del paludismo en México. IV Simposio Nac. de Entom. Med.
y Vet. Soc. Mex. de Entomol. Memoria 1:119. pp15-40.

Ruesink W.G. 1980. Introduction to sampling theory 61-78. En
M. Koqan and D.C. Herzog (Eds). Sampling Methods in --
Soybean Entomology. Springer-Verlag. New York, 587pp.

Russell, P.F., West, L.S., Manwell, R.D. and MacDonald G. --
1963. Practical Malariology, 2nd Ed. London, Oxford Uni-
versity Press.

Southwood, T.R.E. 1966. Ecological methods with particular -
special reference to the study of populations. Methuen,
London. Co. LTD. Ed. 390pp.

----- 1978. Ecological methods with particular reference
to the study of insect populations Chapman and Hall. --
London 524pp.

- Taylor L.R. 1961. Aggregation as a species characteristic, -
In: G.P. Patil, E.C. Pielou and W.E. Waters (eds). Sta-
tistical Ecology. Vol. 1, Penn. State Univ. Press.
- Taylor, L.R., Woivod I.P. and Perry J.N. 1978. The density -
dependence of spatial behaviour and the rarity of ran-
domness. J. Anim. Ecol. 47:383-406.
- Taylor, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial dis-
tributions of insect populations. Annu. Rev. Ent. -----
29:321-357.
- Taylor, L.R. 1986. Synoptic dynamics, migration and Rothams-
ted Insect Survey. J. Anim. Ecol. 55: 1-38.
- Taylor, L.R., Perry J.N., Woivod I.P. and Taylor R.A.J. 1988.
Specificity of spatial power-law exponent in ecology --
and agriculture. Nature 332:721-722.
- Vargas L. 1938. Observaciones sobre la preferencia alimenti-
cia sanguínea del *A. pseudopunctipennis* en Temixco, Ho-
relas. Ann. Inst. Biol. Univ. Hac. Méx., 9:201-203.
- Vargas L. y Martínez A. 1953. Algunas observaciones sobre --
distribución geográfica y variaciones estacionales de -
los *Anopheles* del noreste de México. Rev. Inst. Sal. --

Enferm. Trop. 13:2321-331.

Vargas L. y Martínez A. 1956. Anofelinos Mexicanos. Taxonomía y Distribución. Secret. de Salud y Asist. CNEP. - 131pp.

Walgenbach J.F., Wyman J.A. and Hogg D.B. 1985. Evaluation of sampling methods and development of sequential plan for potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) on potatoes. Environ. Entomol. 14:231-236.

World Health Organization, 1992. Manual on Environmental Management for Mosquito Control. World Health Organ., Geneva, WHO publication No. 66. 293pp.

----- 1975. Manual on Practical Entomology in Malaria, -- Part II Methods and Techniques. World Health Organ., - Geneva, 191pp.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall., -- 2nd Ed., Englewood Cliffs, N.J. 620pp.

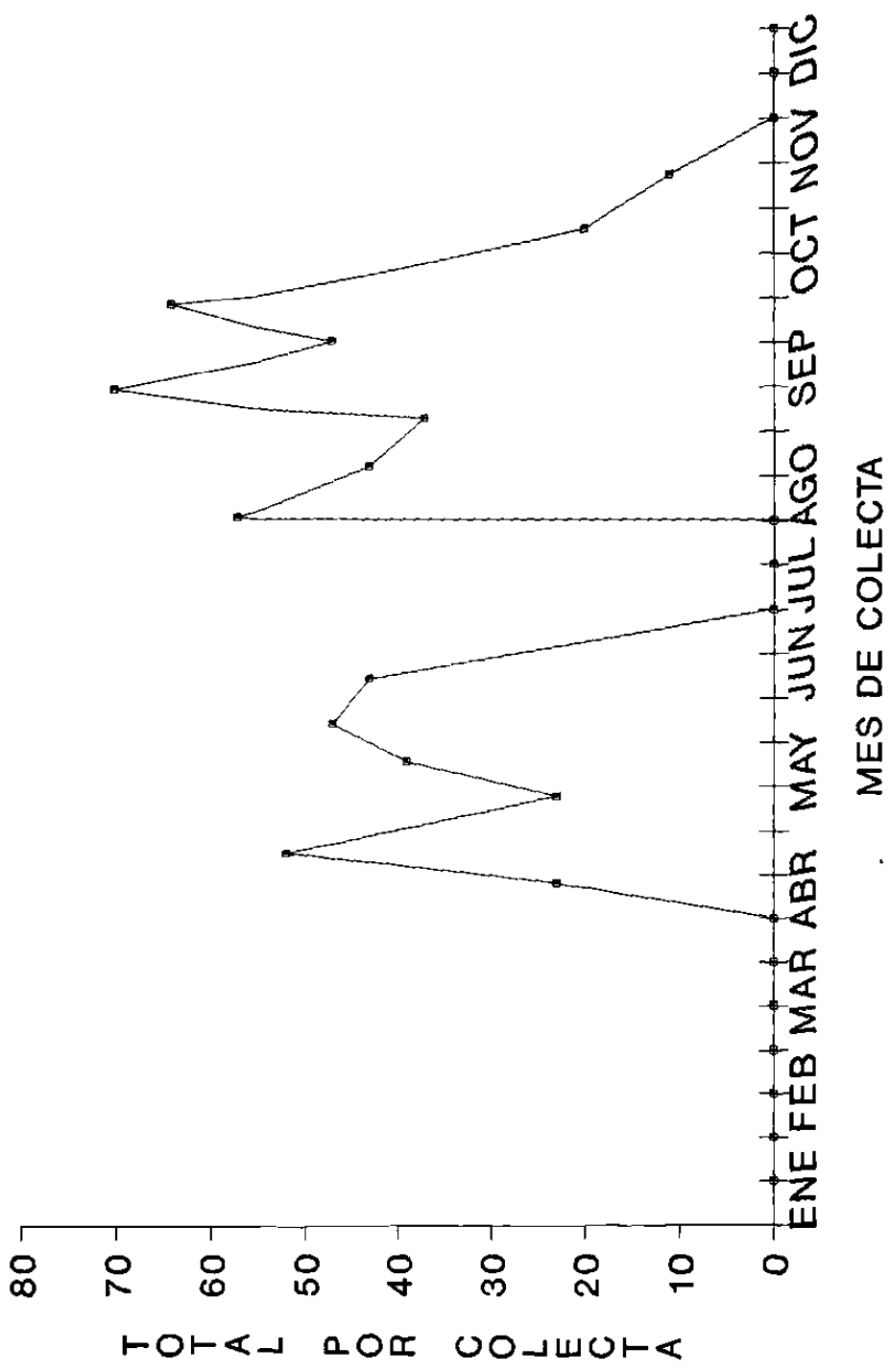


Fig.1. Fluctuación poblacional de adultos de *A. pseudopunctipennis* colectados con trampa animal. Santiago, N.L. México.

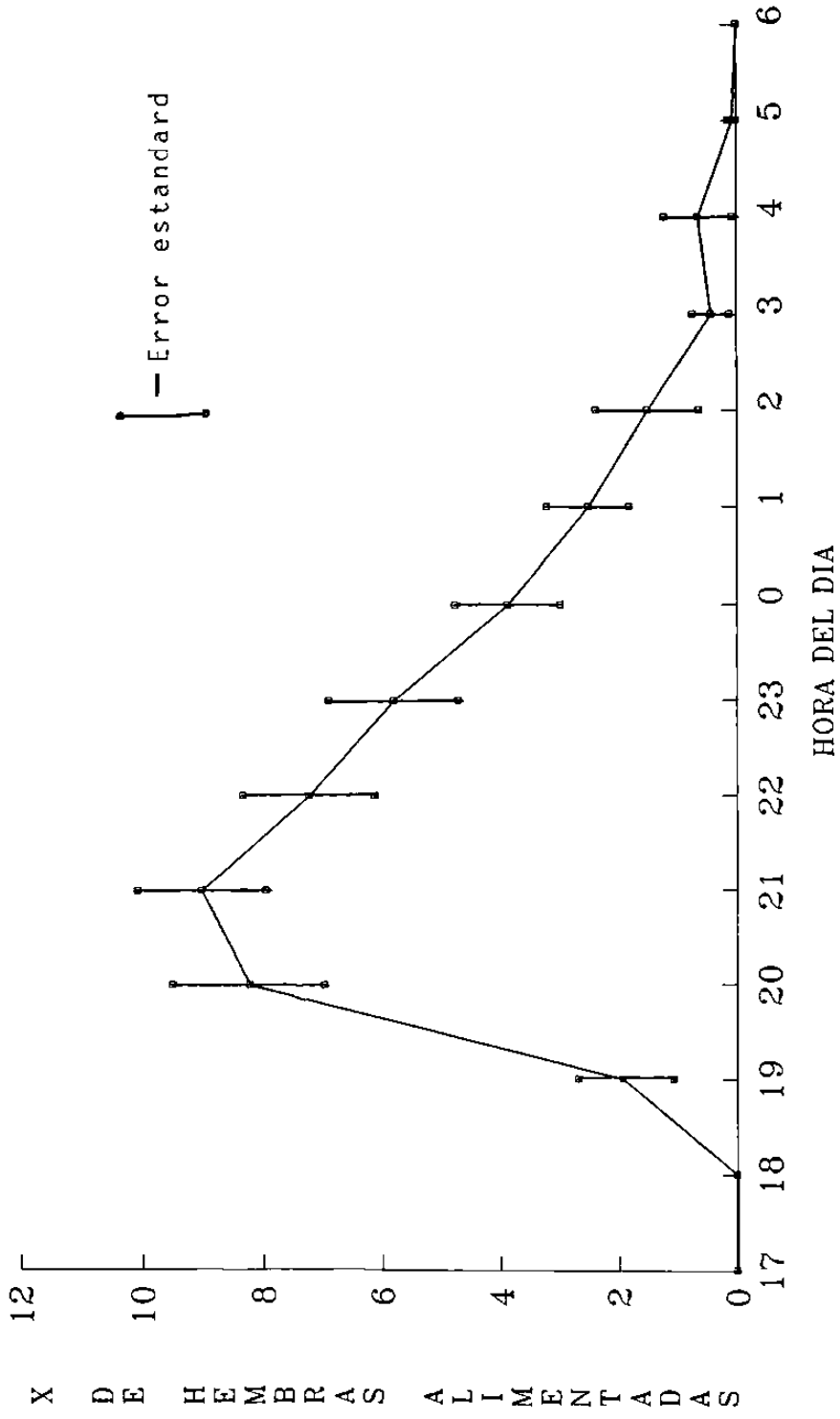


FIG.2. Patron diario de alimentacion de *A. pseudopunctipennis* bajo condiciones de campo. Santiago, N.L., México.

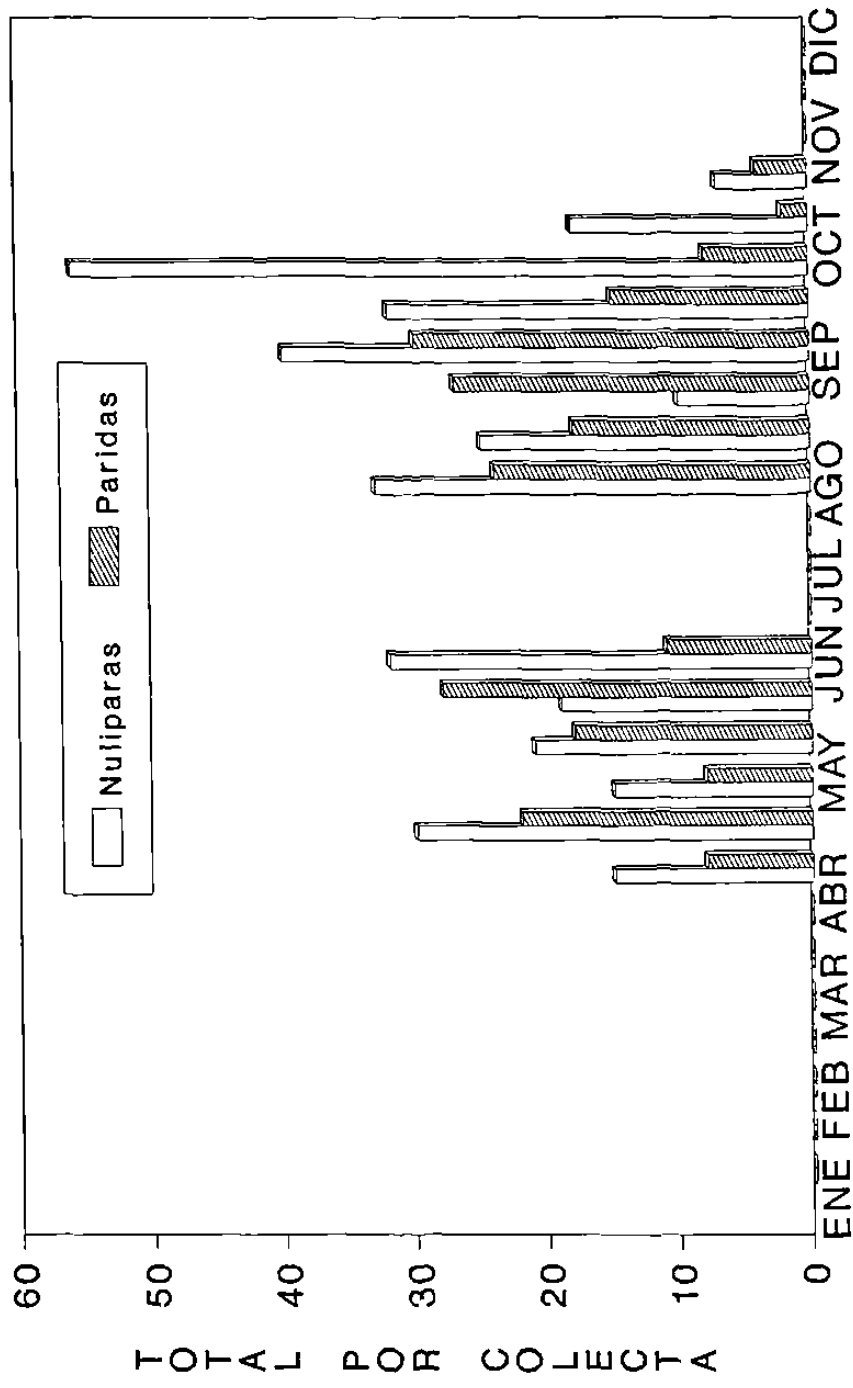


Fig.3. Total de hembras de *A. pseudopunctipennis* colectadas durante el período de muestreo en Los Chávez, Santiago, N.L.

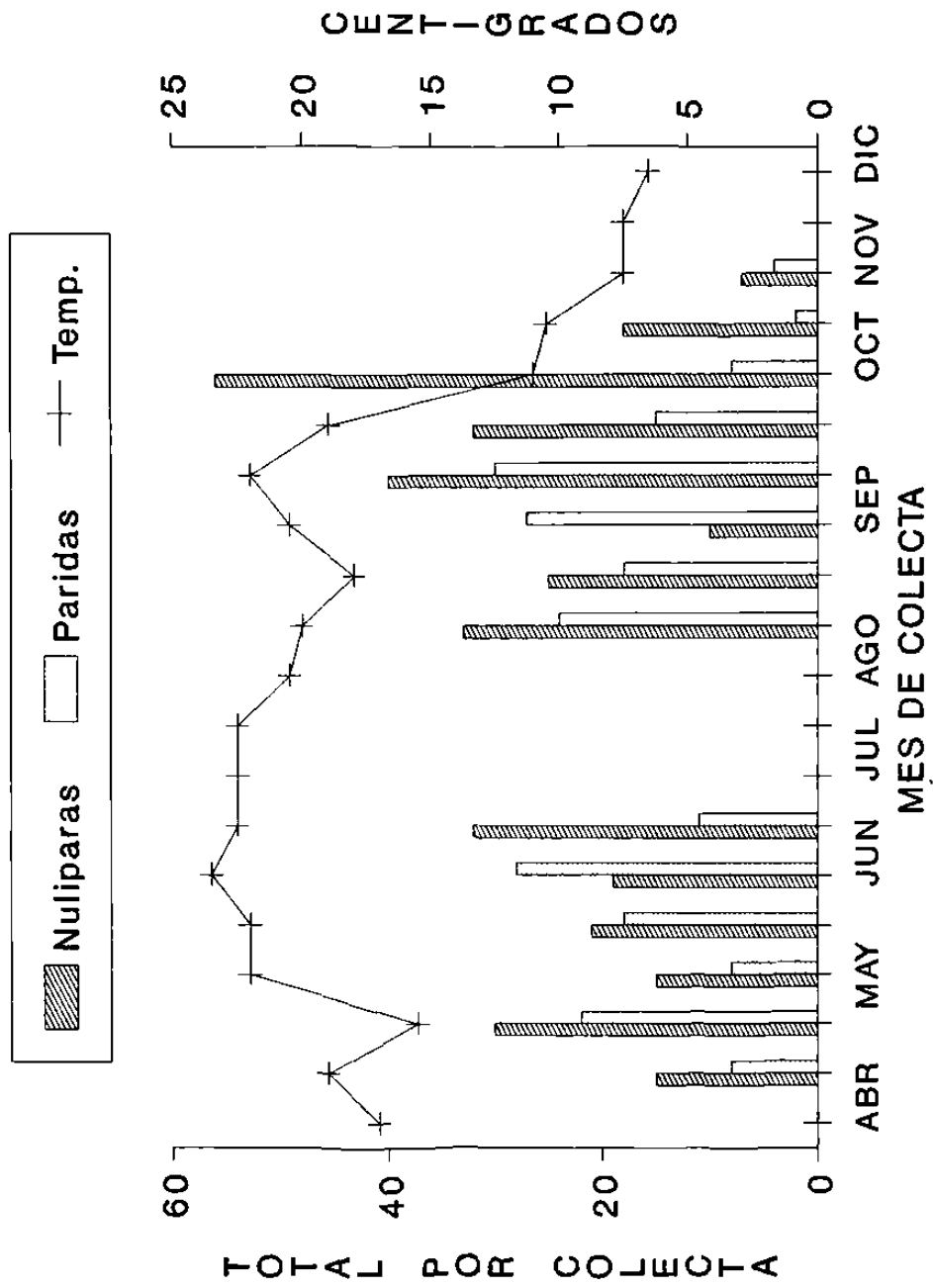


Fig. 4. Total de hembras de *A. pseudopunctipennis* colectadas durante el periodo de muestreo en Los Chávez, Santiago, N.L. y su relación con la temperatura.

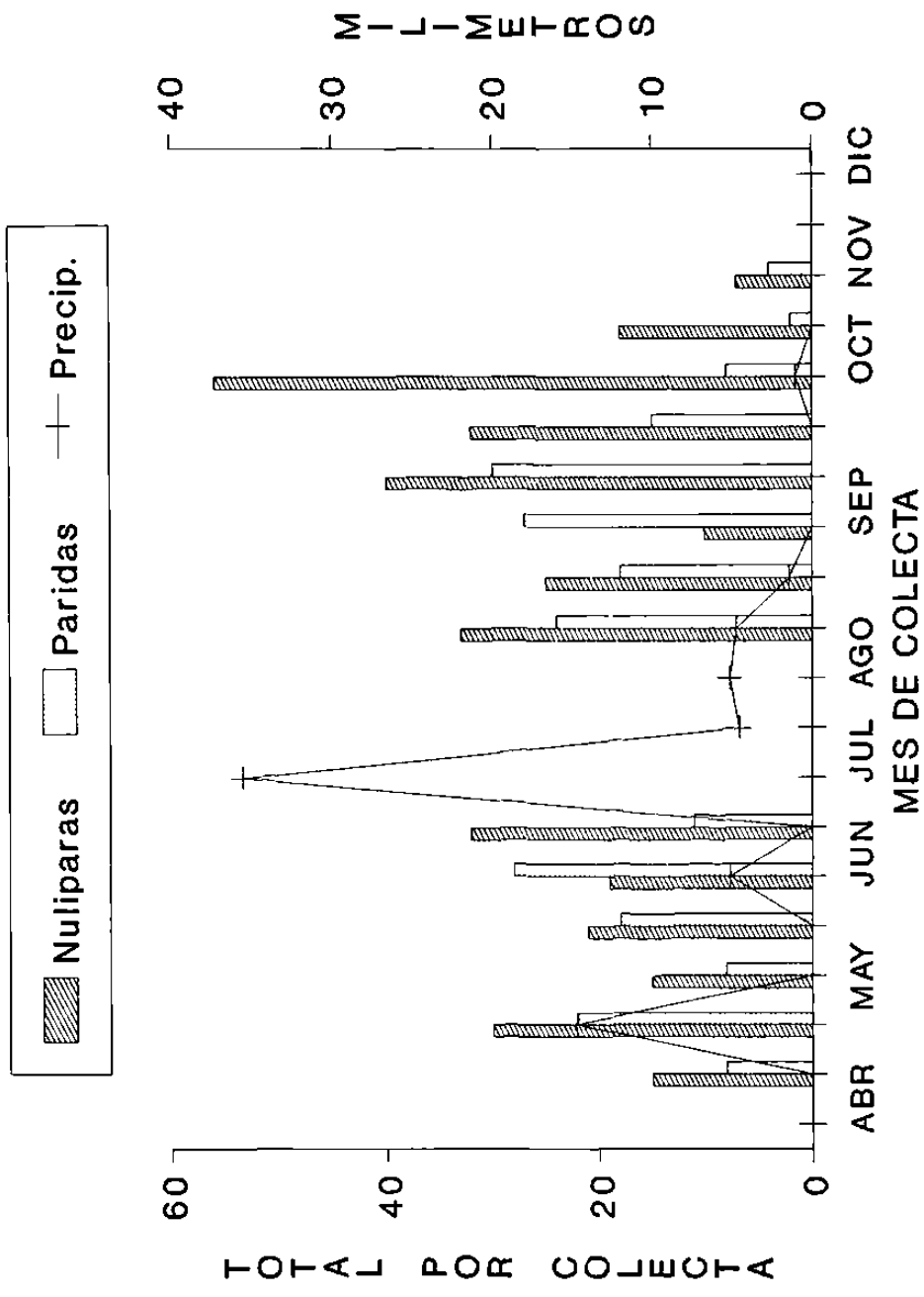


Fig. 5. Total de hembras de *A. pseudopunctipennis* colectadas durante el período de muestreo en Los Chávez, Santiago, N.L. y su relación con la precipitación.

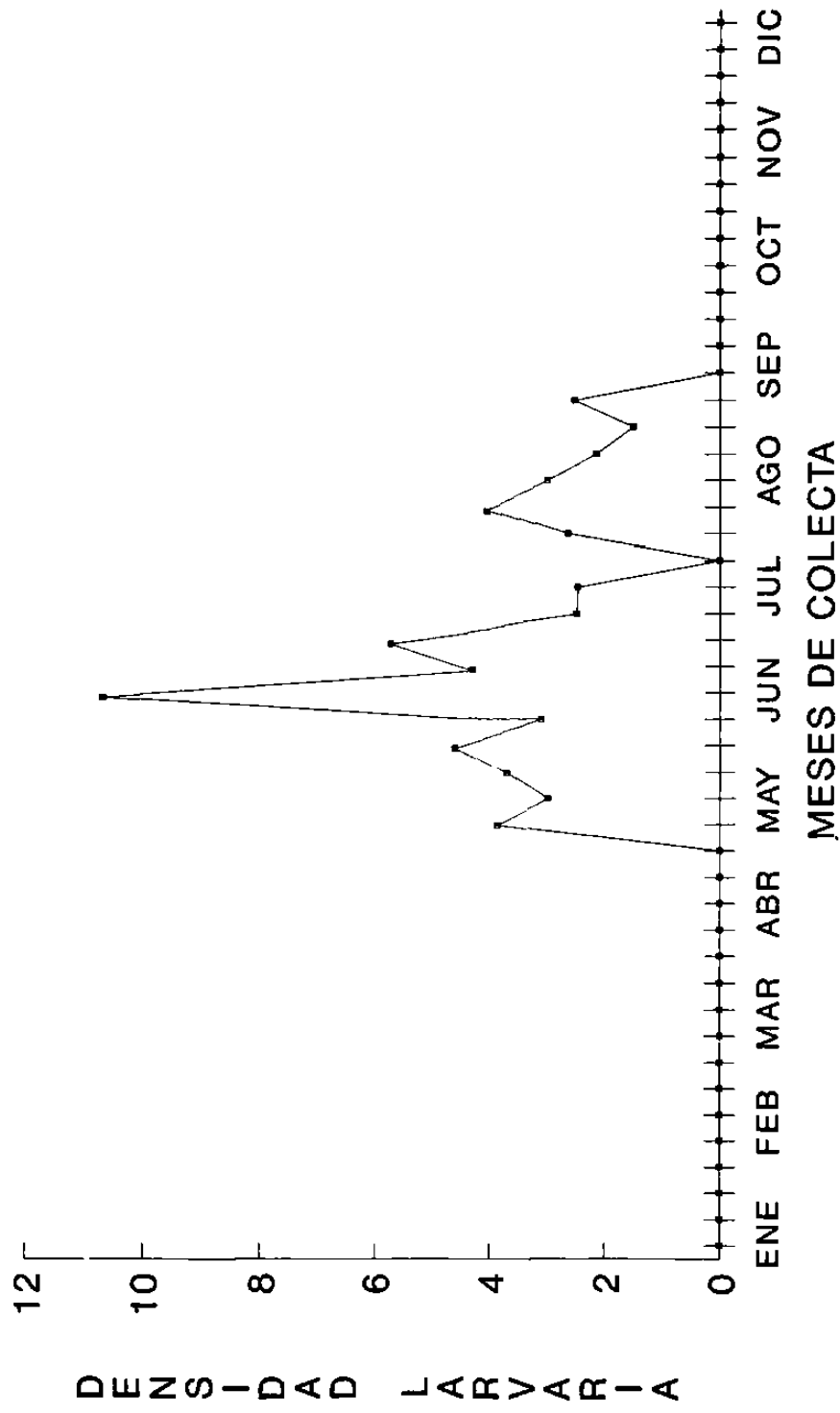


Fig. 6 . Fluctuación poblacional de larvas de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L. México.

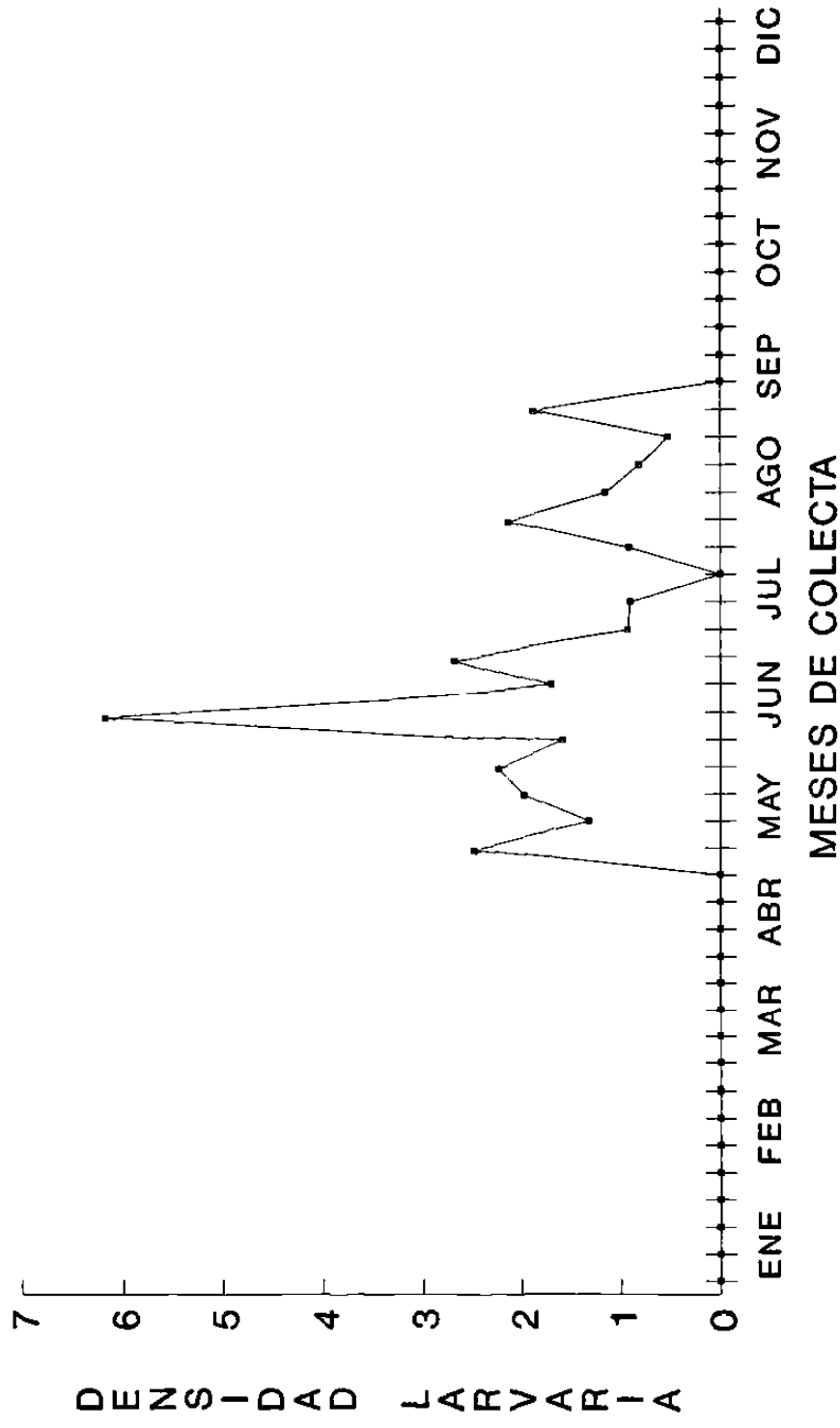


Fig.7. Fluctuación poblacional de larvas de primer instar de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L. México.

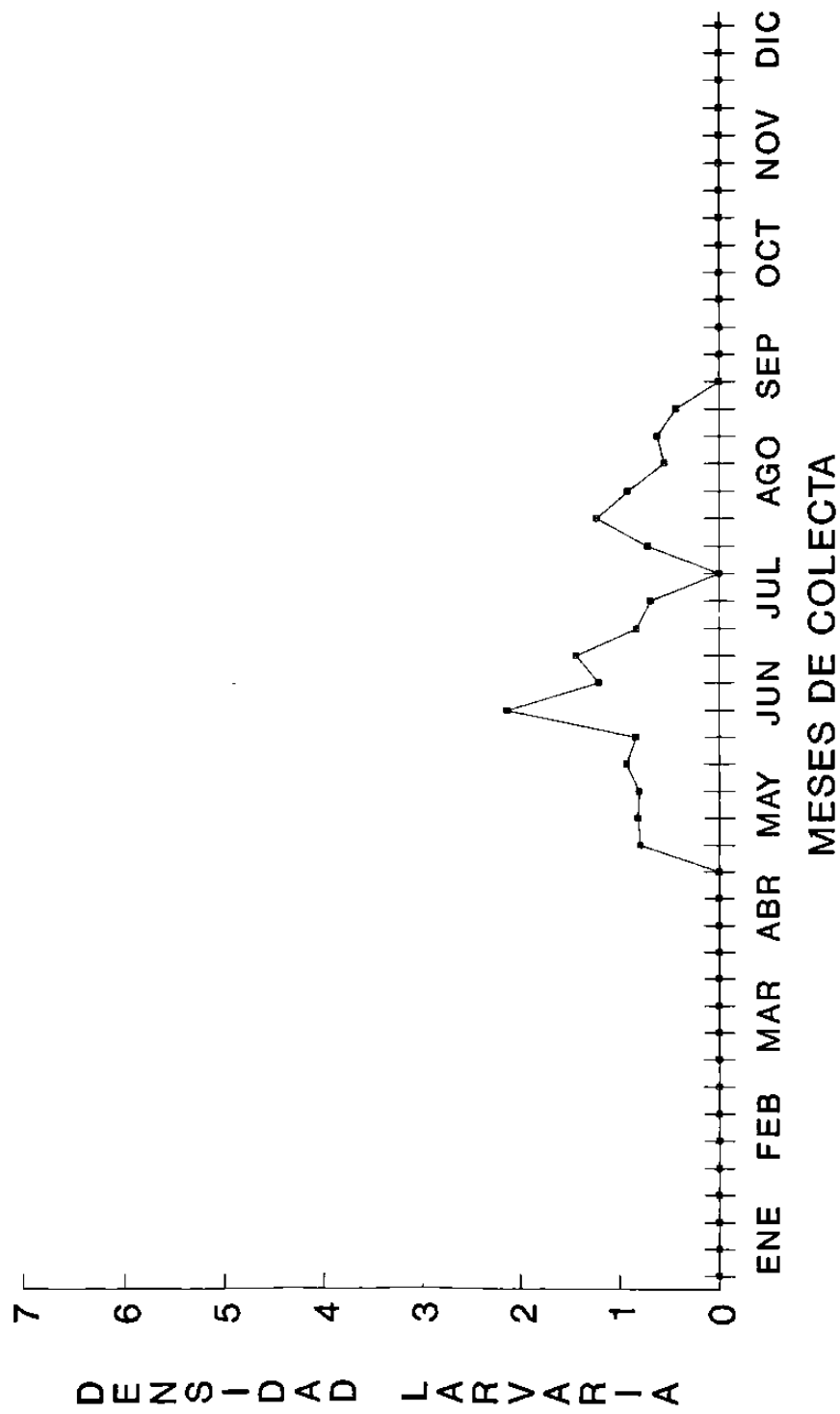


Fig. 8. Fluctuación poblacional de larvas de segundo instar de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L. México.

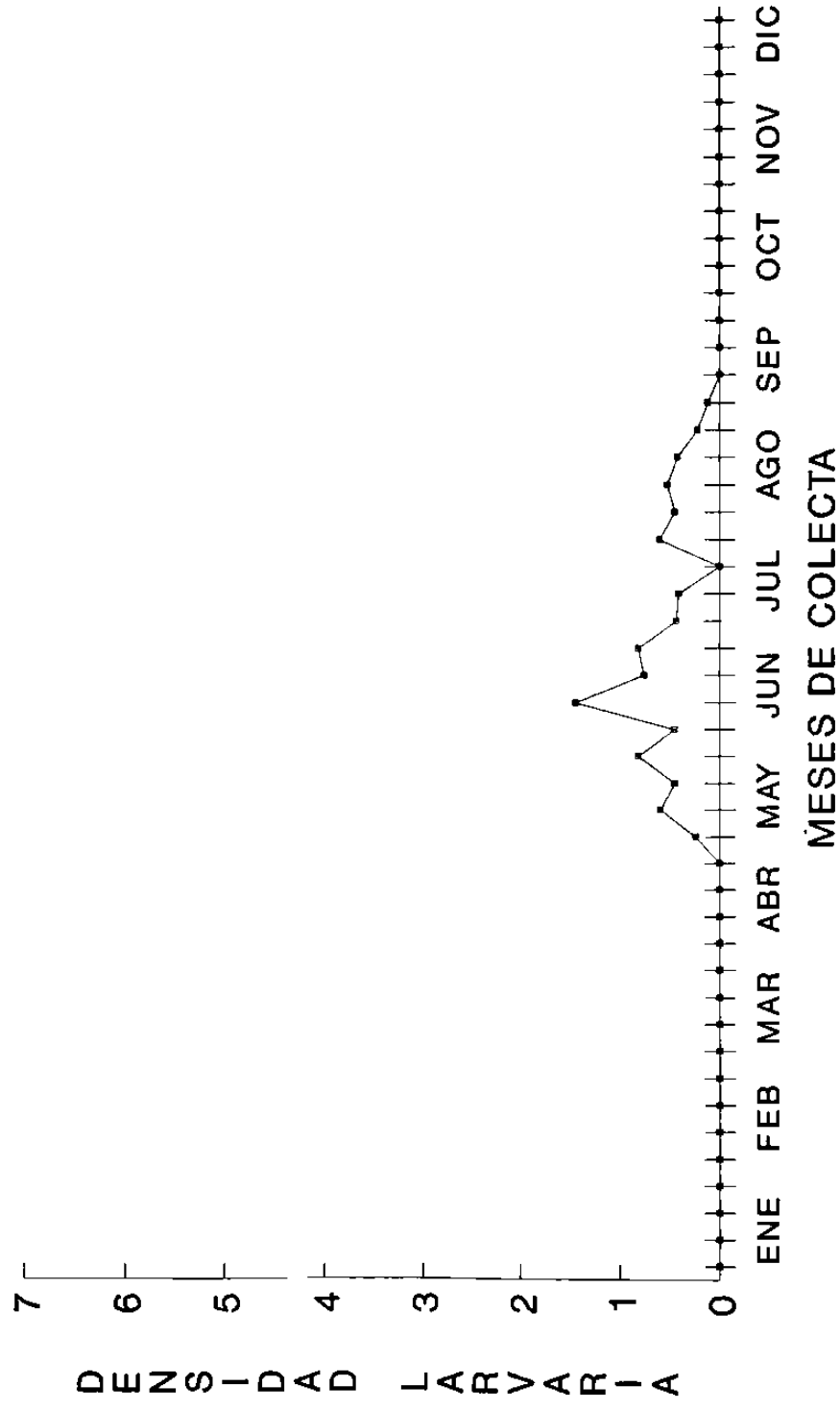


Fig.9. Fluctuación poblacional de larvas de tercer instar de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L. México.

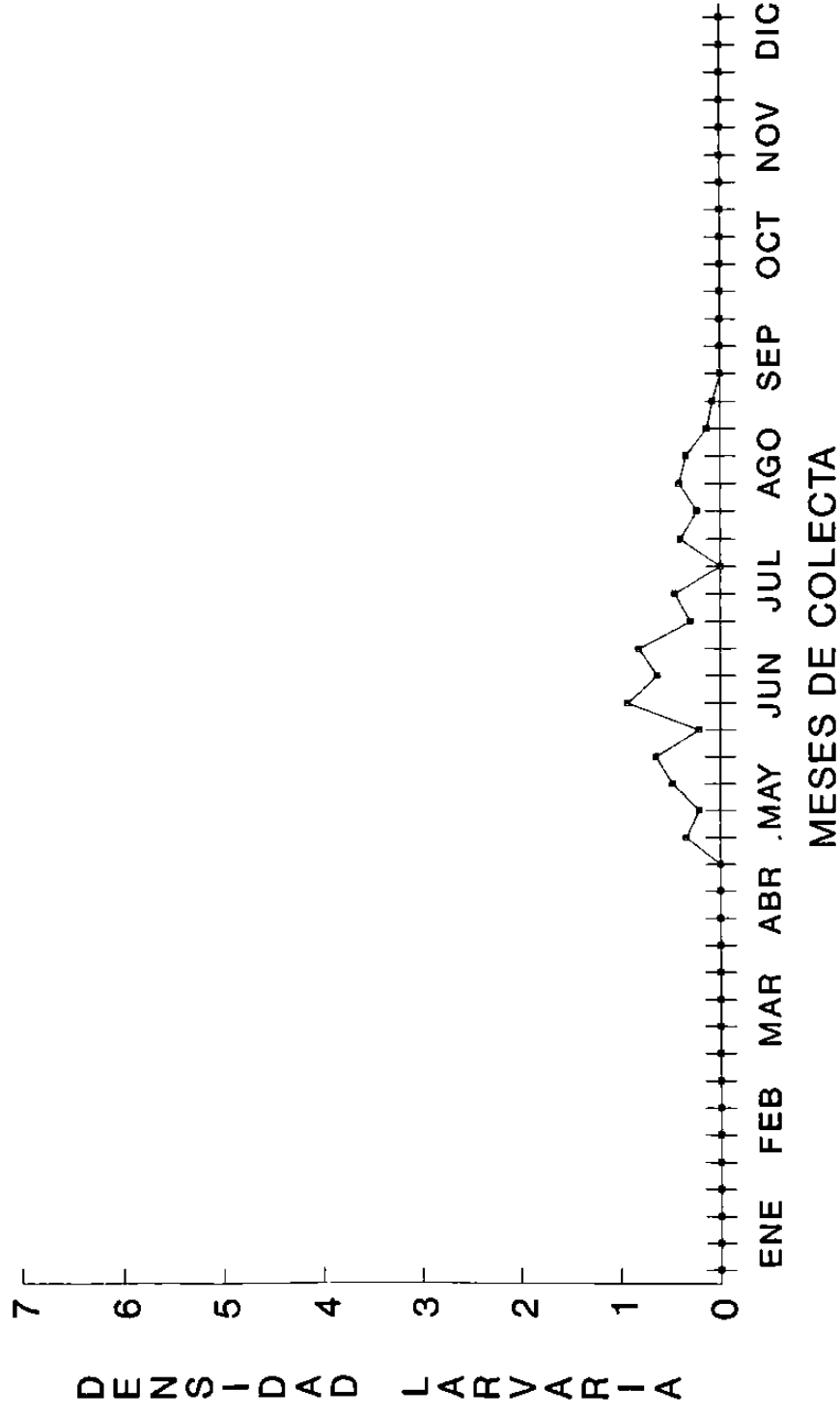


Fig.10. Fluctuación poblacional de larvas de cuarto instar de *A. pseudopunctipennis* expresada en promedio de larvas por calado. Santiago, N.L. México.

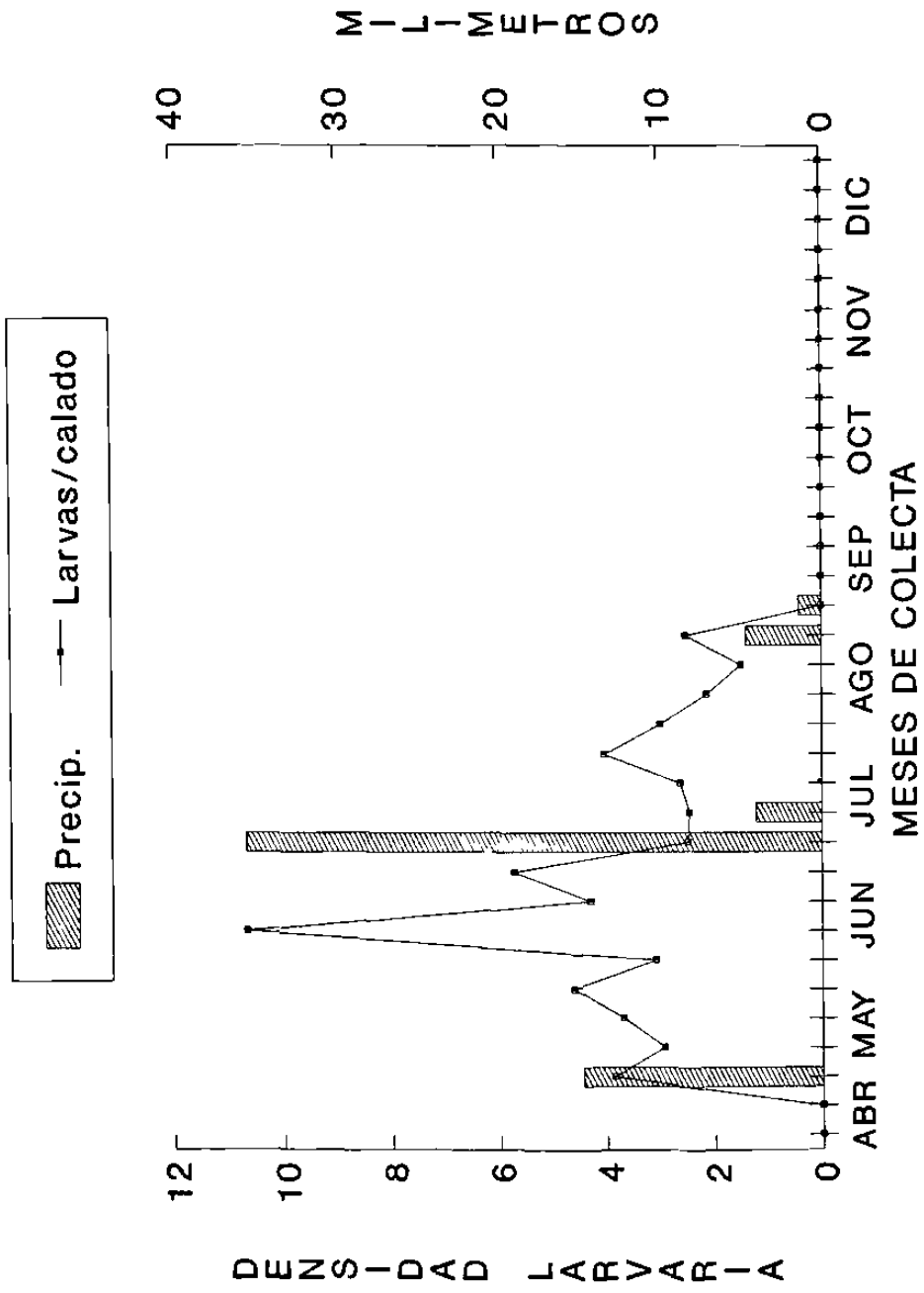


Fig.17. Fluctuación de la densidad larvaria de *A. pseudopunctipennis* y su relación con la precipitación.

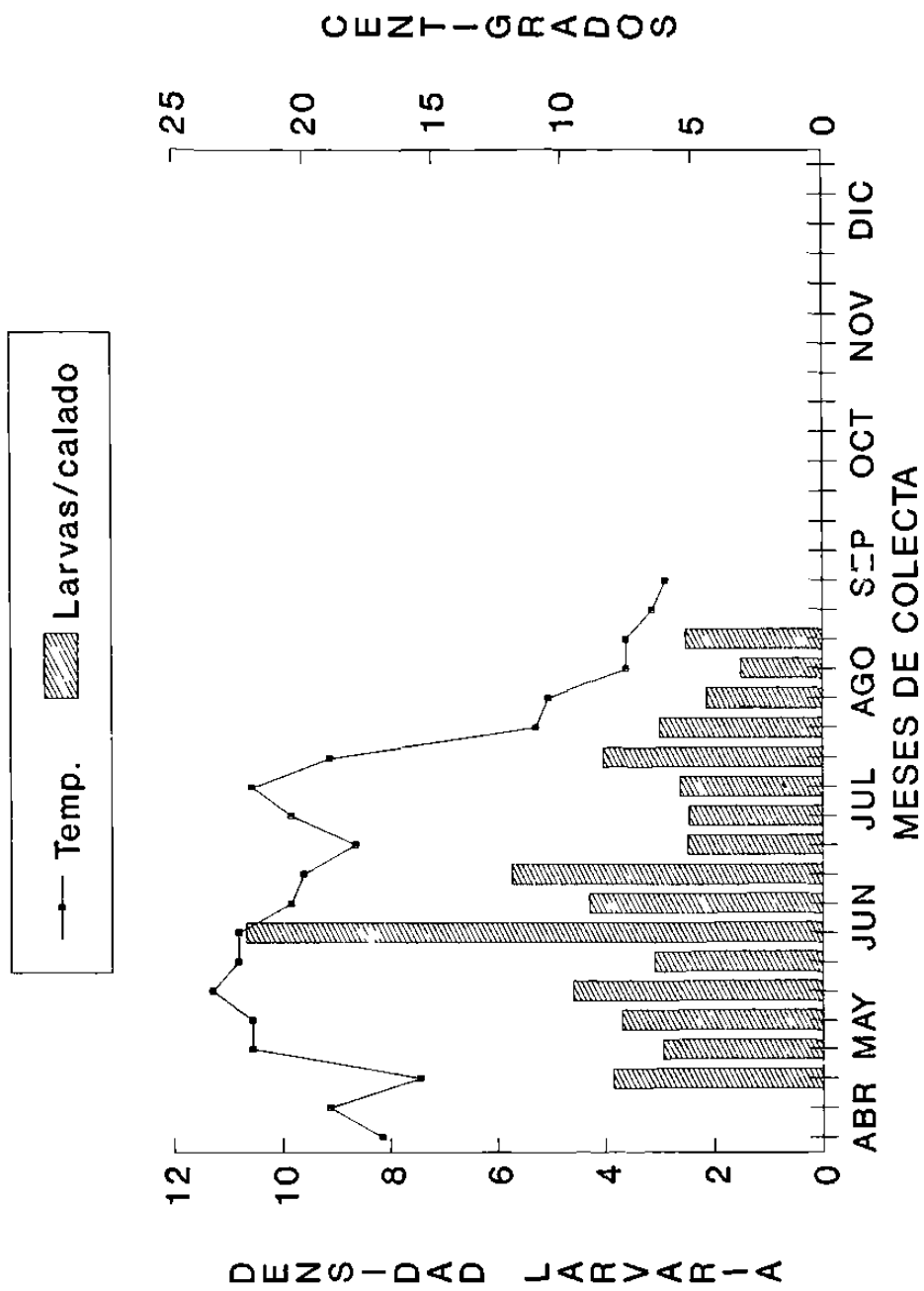
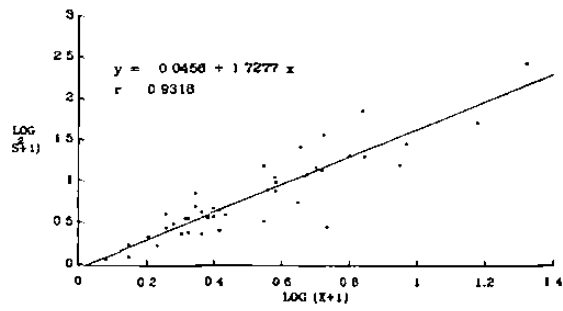
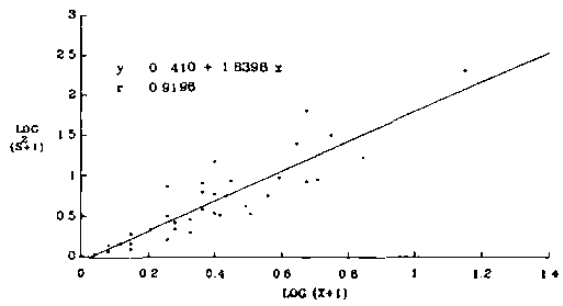


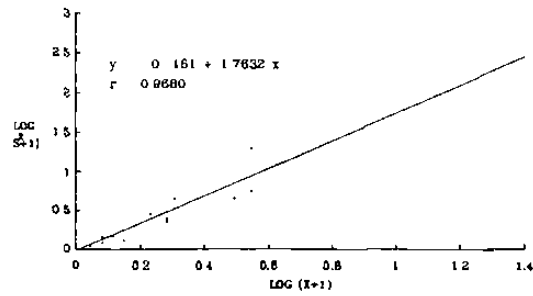
Fig.12. Fluctuación de la densidad larvaria de *A. pseudopunctipennis* y su relación con la temperatura.



ORILLA



CENTRO



DENTRO

Fig. 13. Regresión de $\log (S^2+1)$ sobre $\log (X+1)$ para las poblaciones de larvas de 1er estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres puntos diferentes del criadero (n=90 calados). Santiago N.L. México.

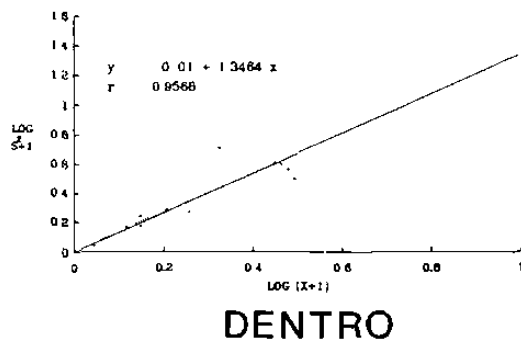
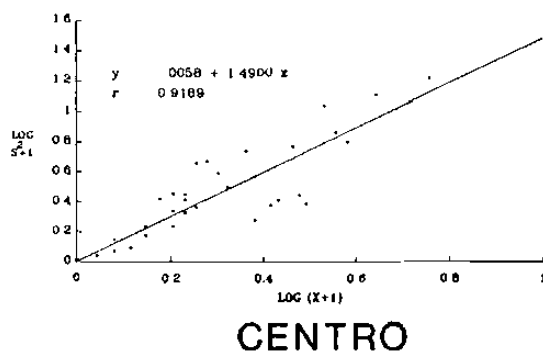
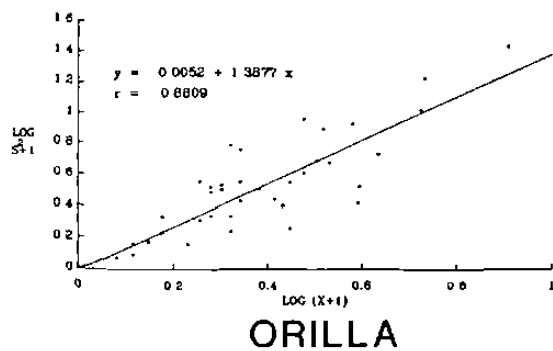


Fig.14 Regresión de $\log(\bar{S}^2+1)$ sobre $\log(\bar{X}+1)$ para las poblaciones de larvas de 2do estadio de *A.pseudopunctipennis* en tres puntos diferentes del criadero (n=90 calados). Santiago N.L. México.

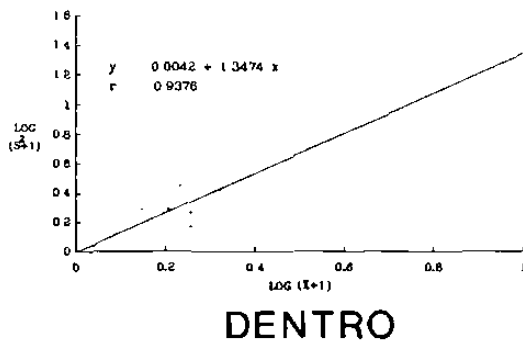
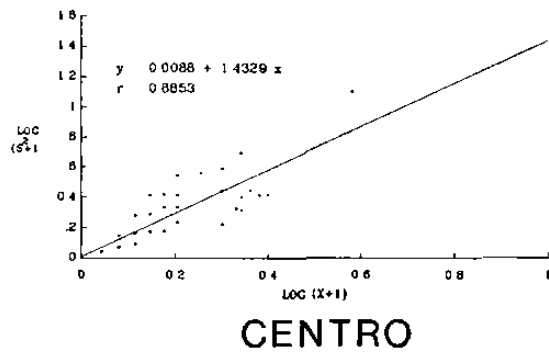
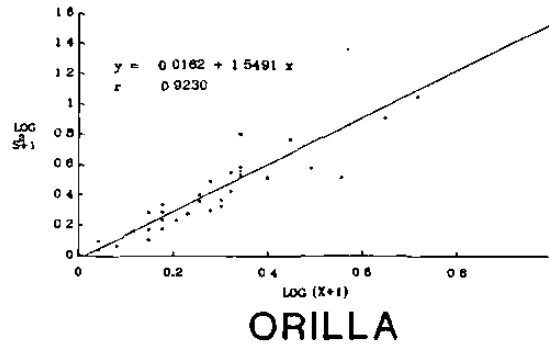


Fig. 15 Regresión de $\log (\bar{S}^2+1)$ sobre $\log (\bar{X}+1)$ para las poblaciones de larvas de 3er estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres puntos diferentes del criadero (n=90 calados). Santiago N.L. México.

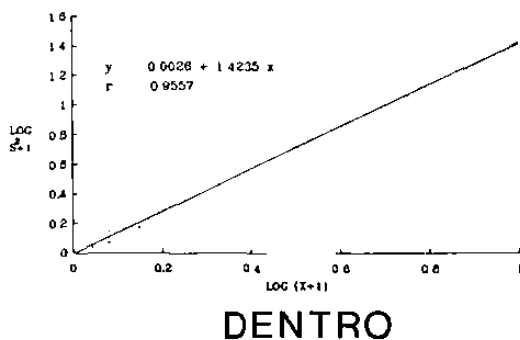
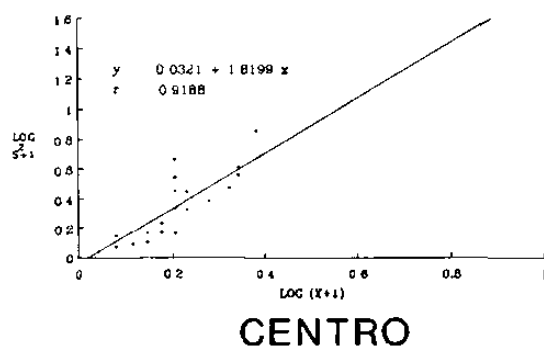
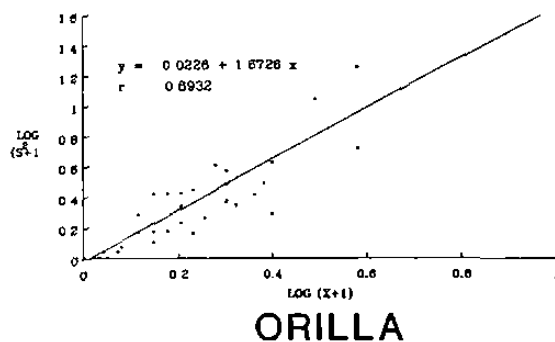


Fig.16. Regresión de $\log(S^2+1)$ sobre $\log(\bar{X}+1)$ para las poblaciones de larvas de 4to estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres puntos diferentes del criadero (n=90 calados). Santiago N.L. México.

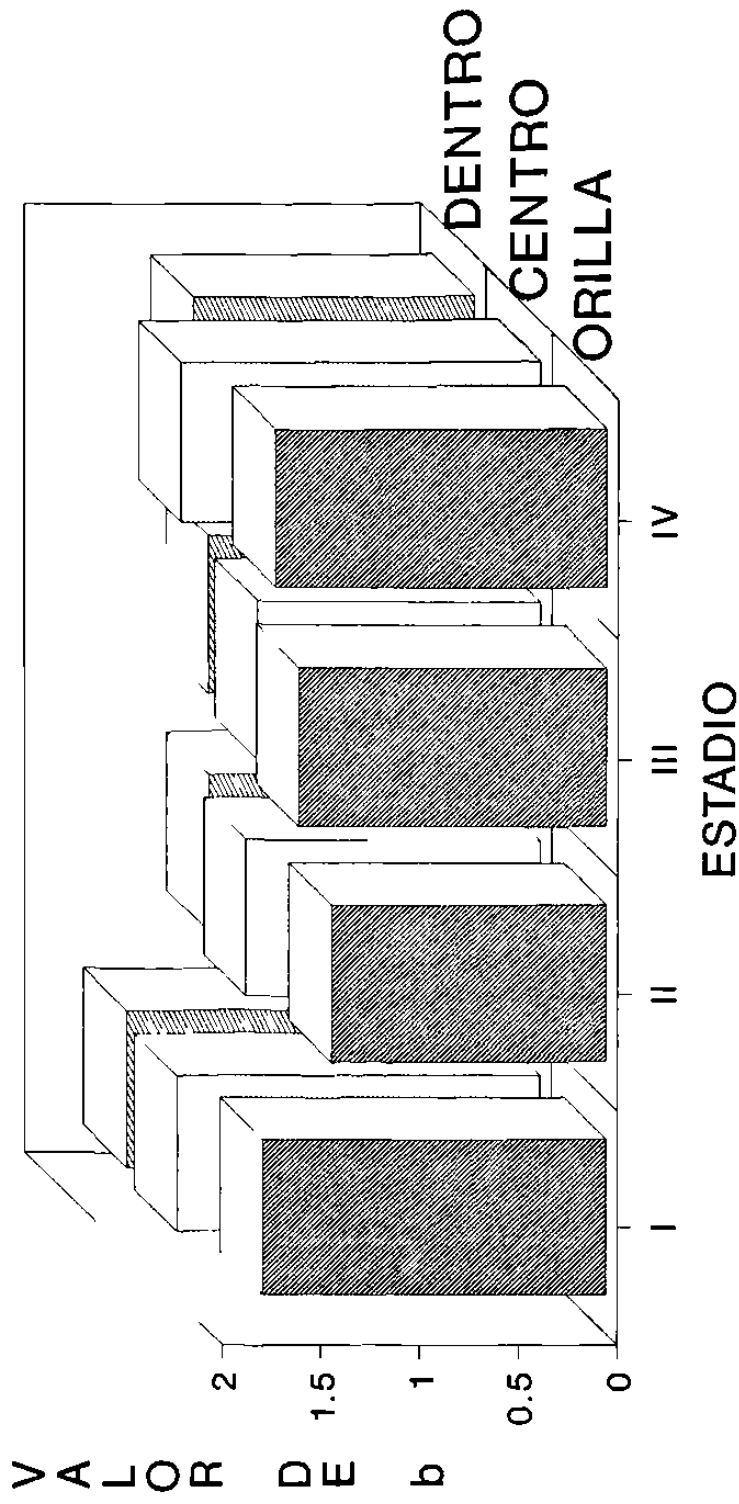
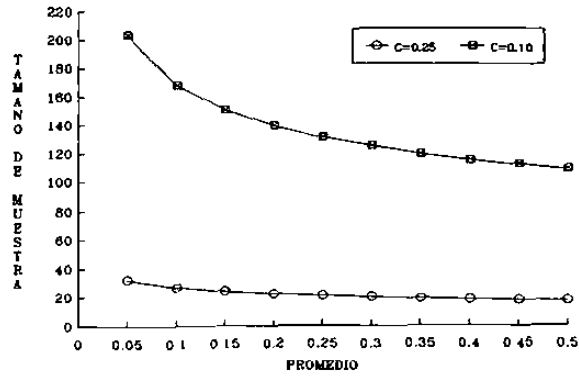
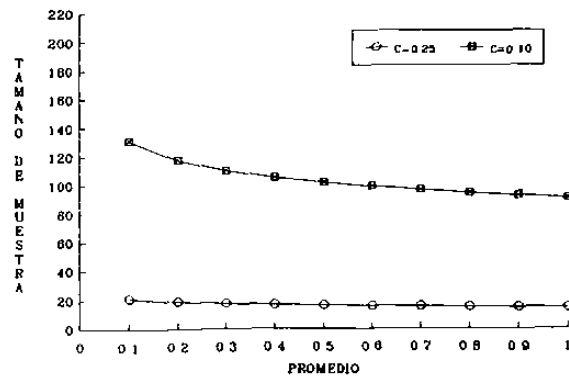


Fig.17. Comparación de los índices de agregación de los cuatro estadios en los diferentes puntos del criadero.

ORILLA



CENTRO



DENTRO

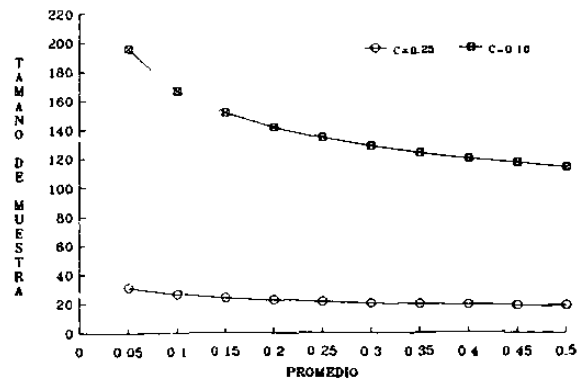
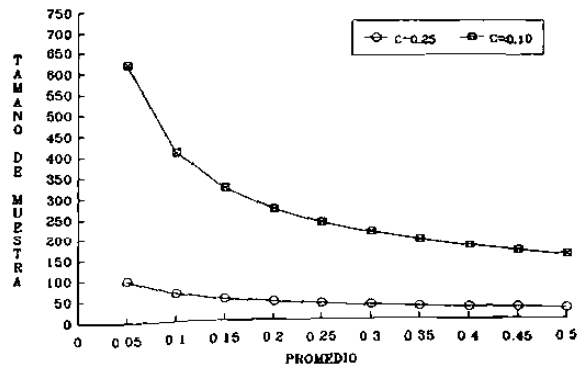
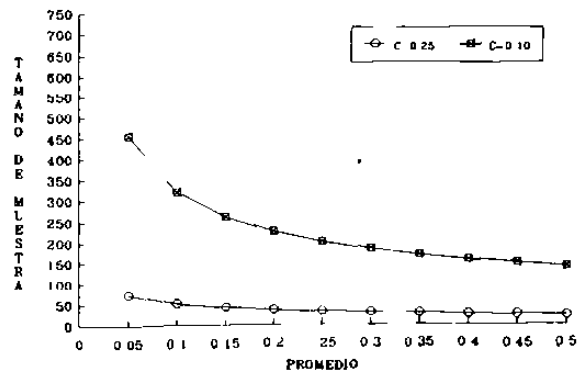


Fig.18. Tamaño de muestra para larvas de primer estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres diferentes puntos del criadero Santiago, N.L. México.

ORILLA



CENTRO



DENTRO

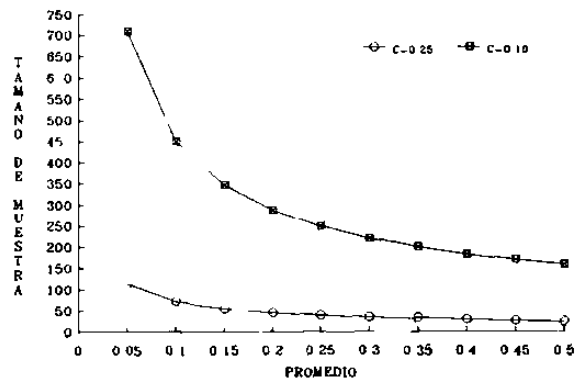
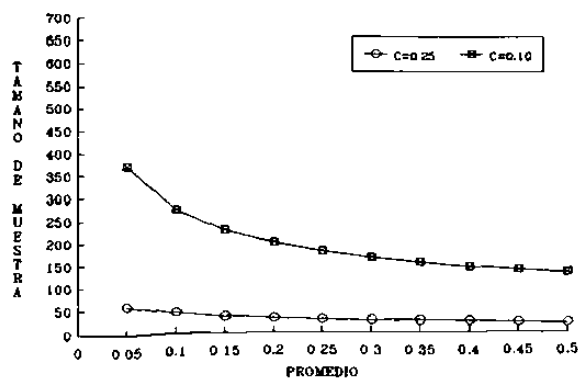
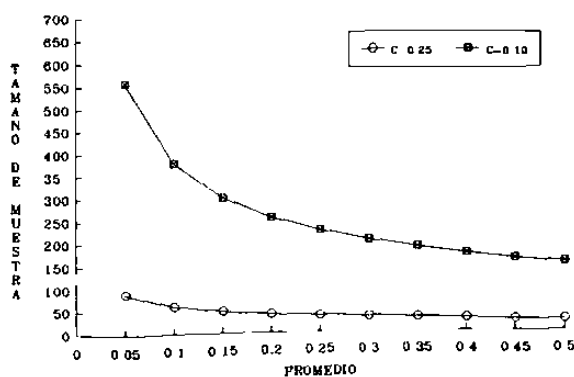


Fig.19. Tamaño de muestra para larvas de segundo estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres diferentes puntos del criadero Santiago, N.L. México.

ORILLA



CENTRO



DENTRO

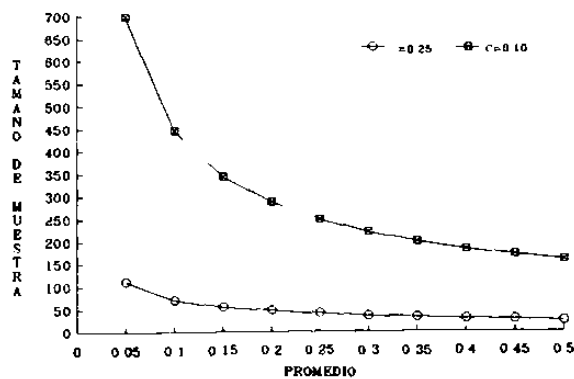


Fig.20. Tamaño de muestra para larvas de tercer estadio de *A. pseudopunctipennis* en tres diferentes puntos del criadero Santiago, N.L. México.

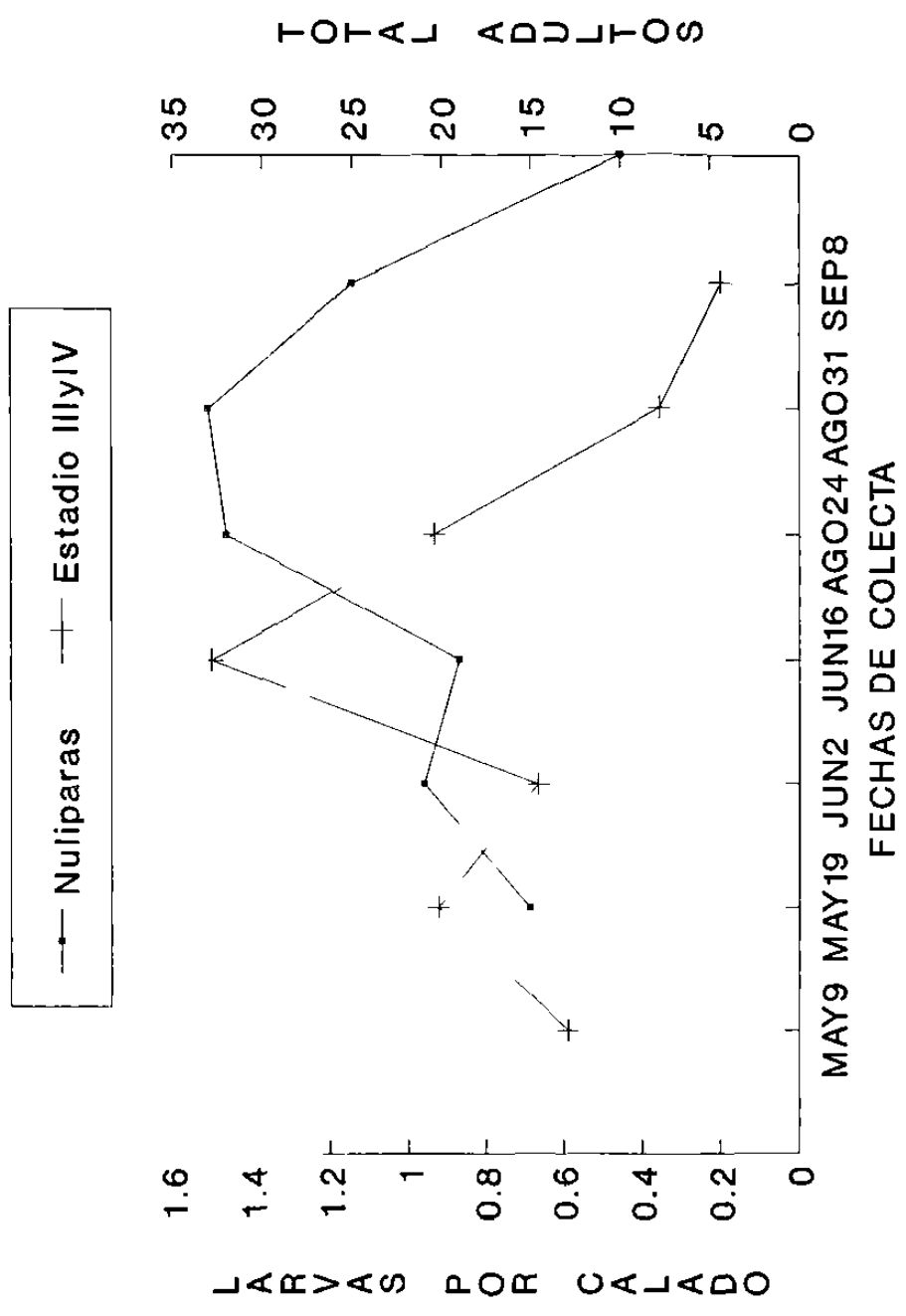


Fig.22. Relación de la densidad larvaria con el total de hembras de *A. pseudopunctipennis* en Los Chávez, Santiago, N.L. México.

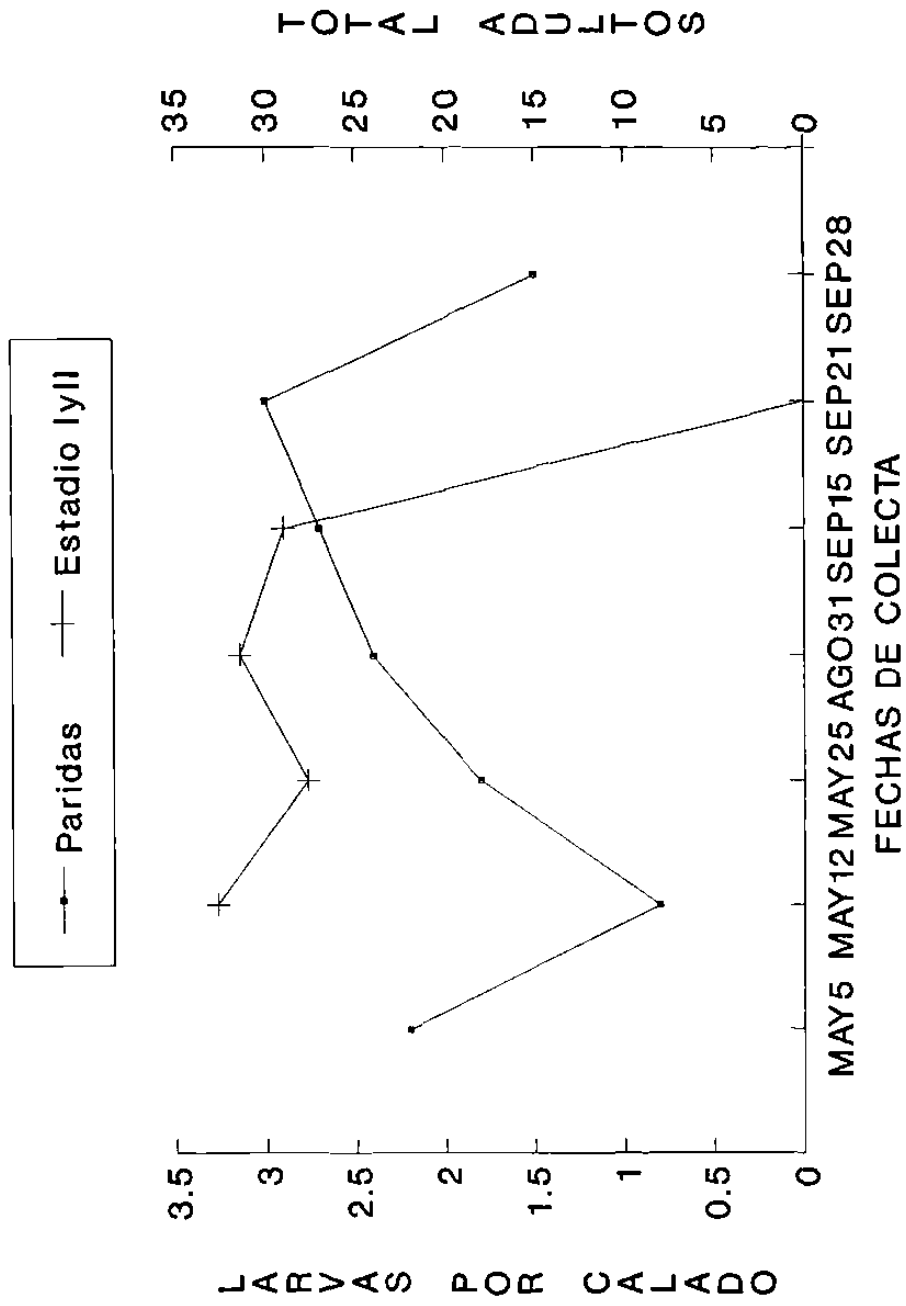


Fig.23. Relación de la densidad larvaria con el total de hembras de *A. pseudopunctipennis* en Los Chávez, Santiago, N.L. México.

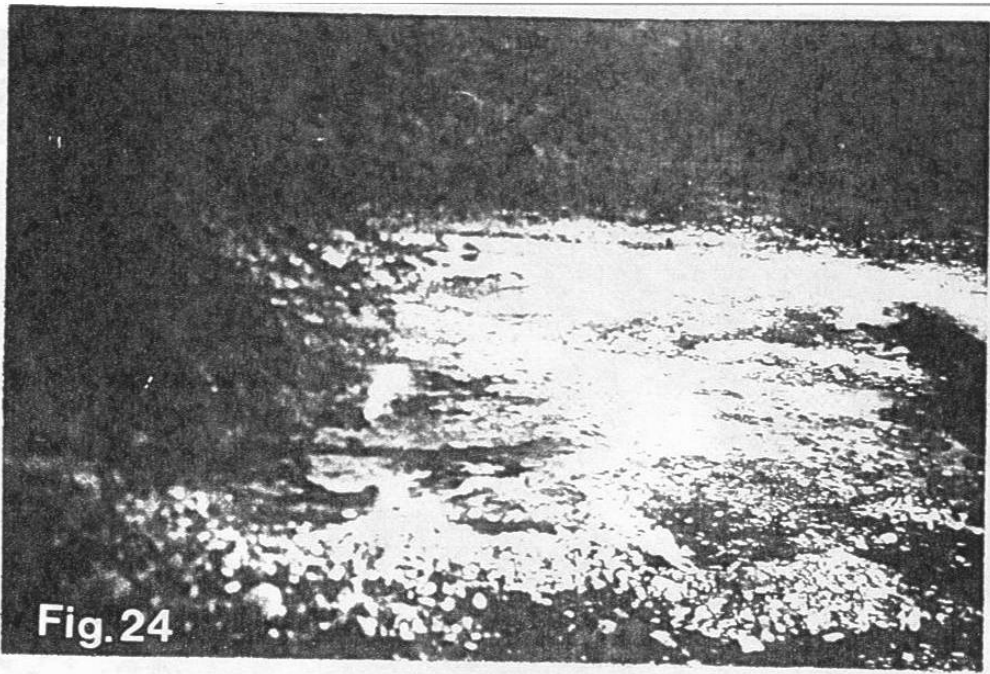


Fig. 24

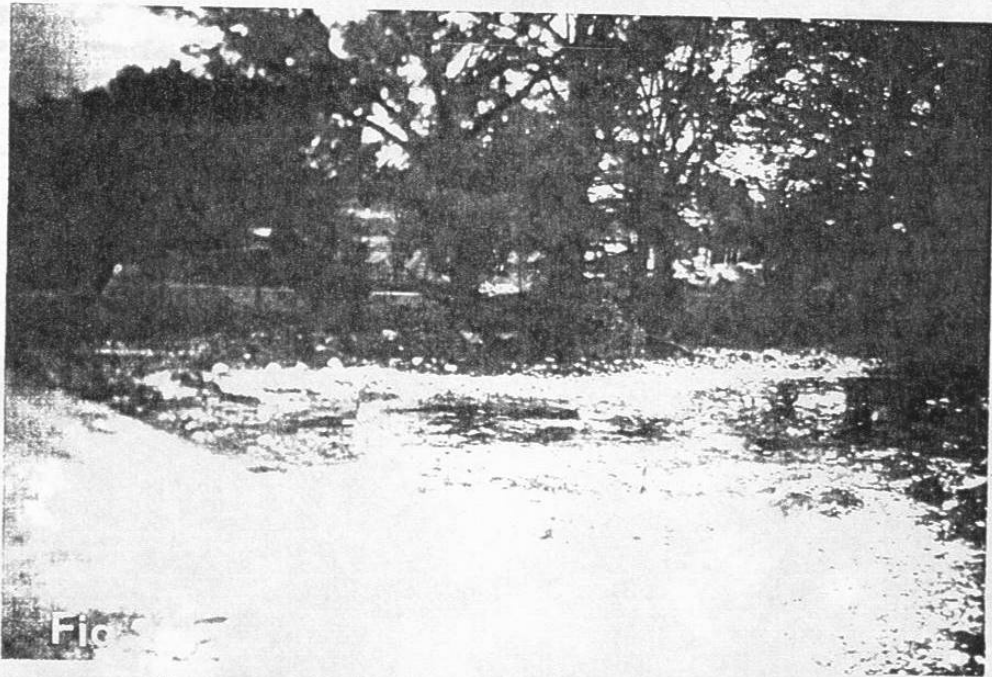


Fig.

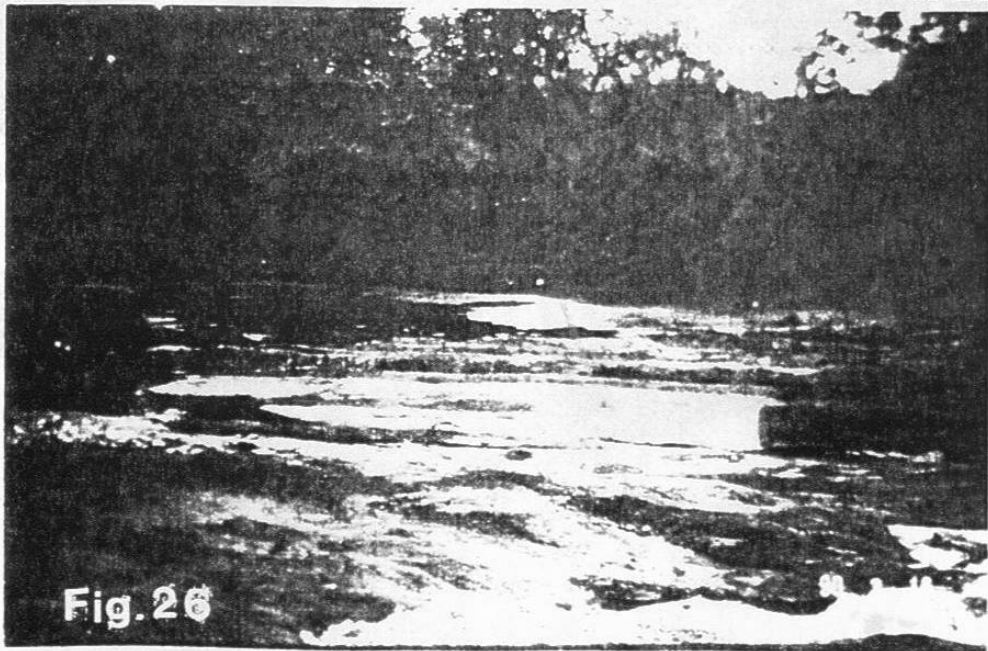
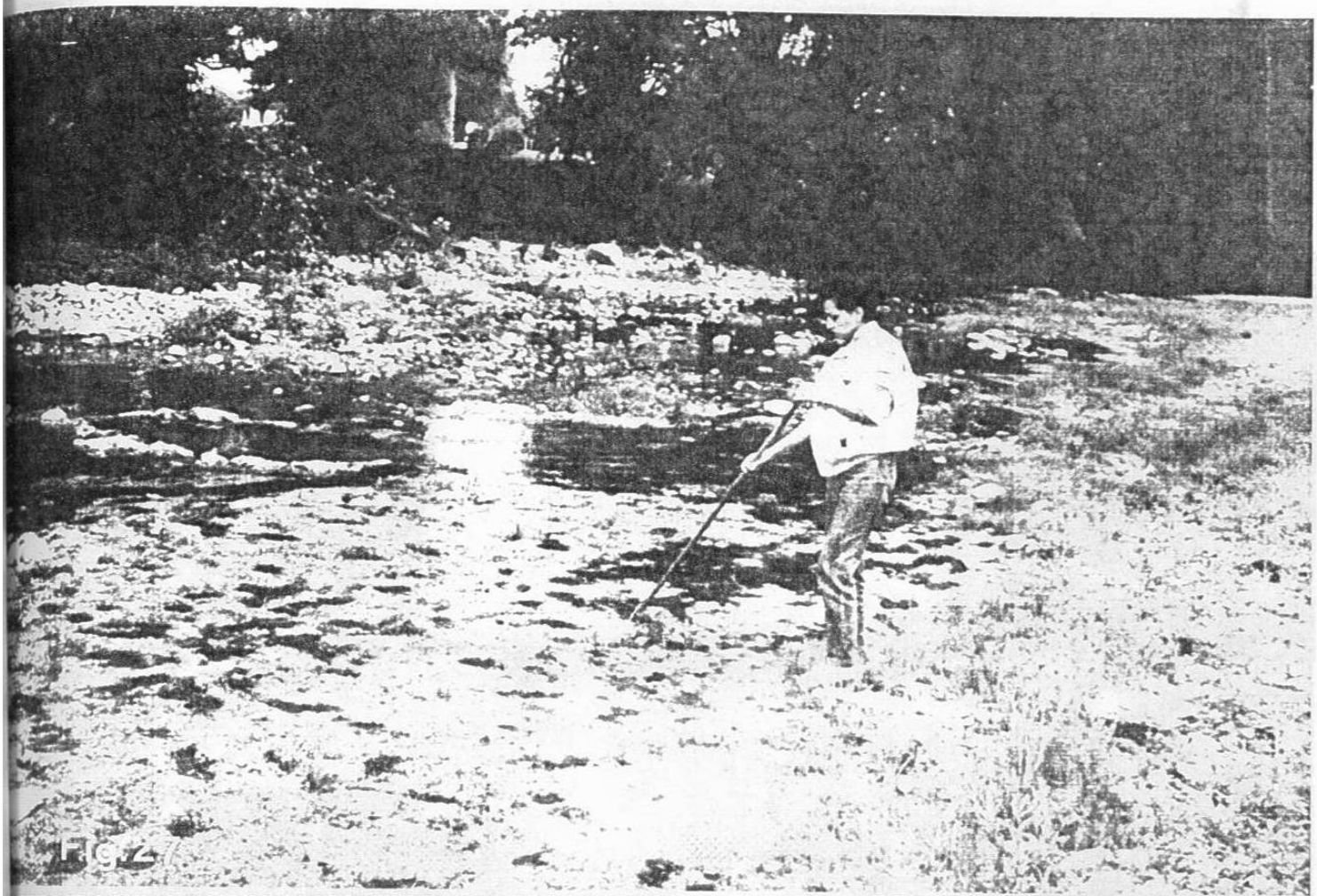


Fig. 26



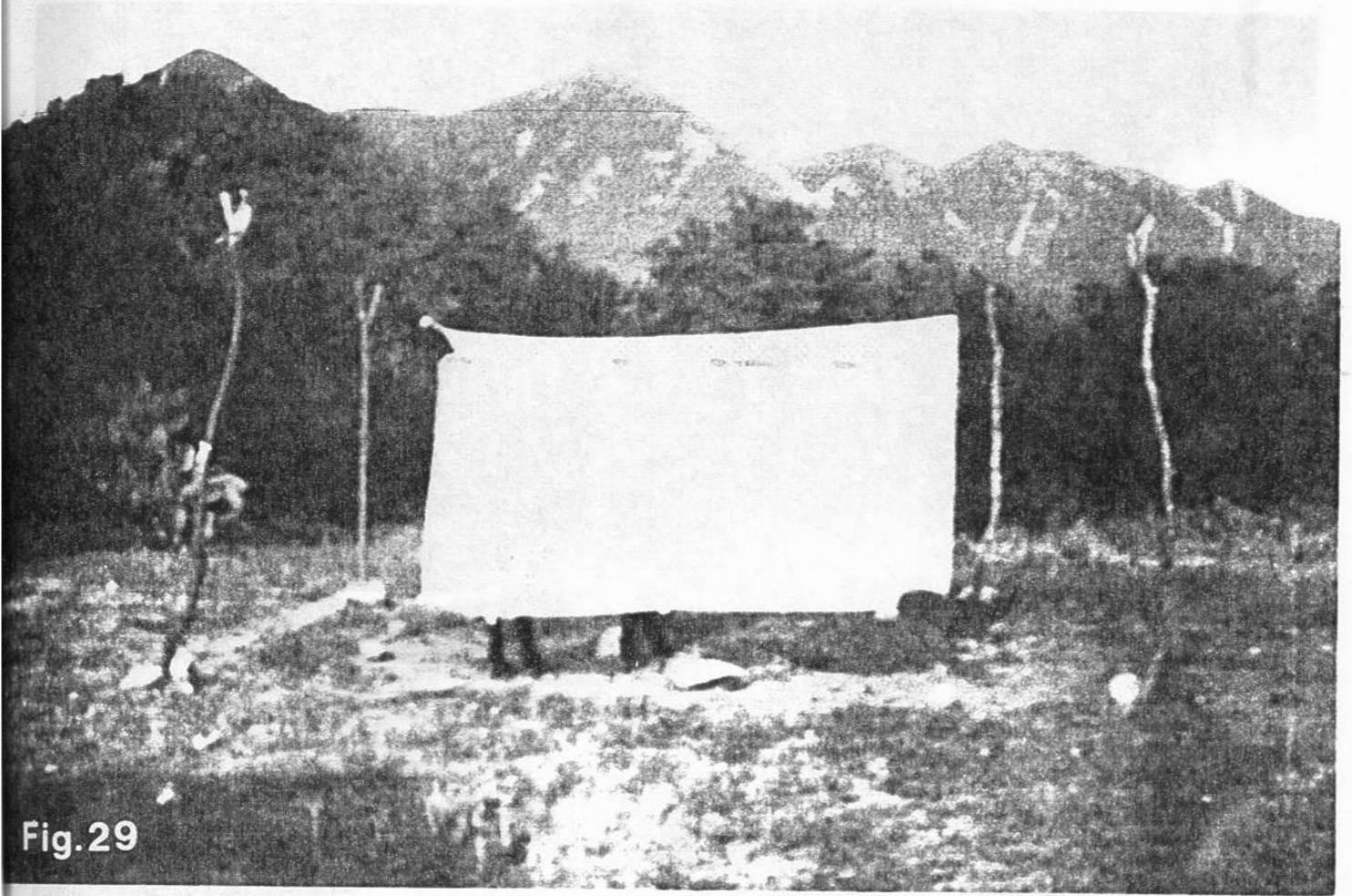


Fig.29

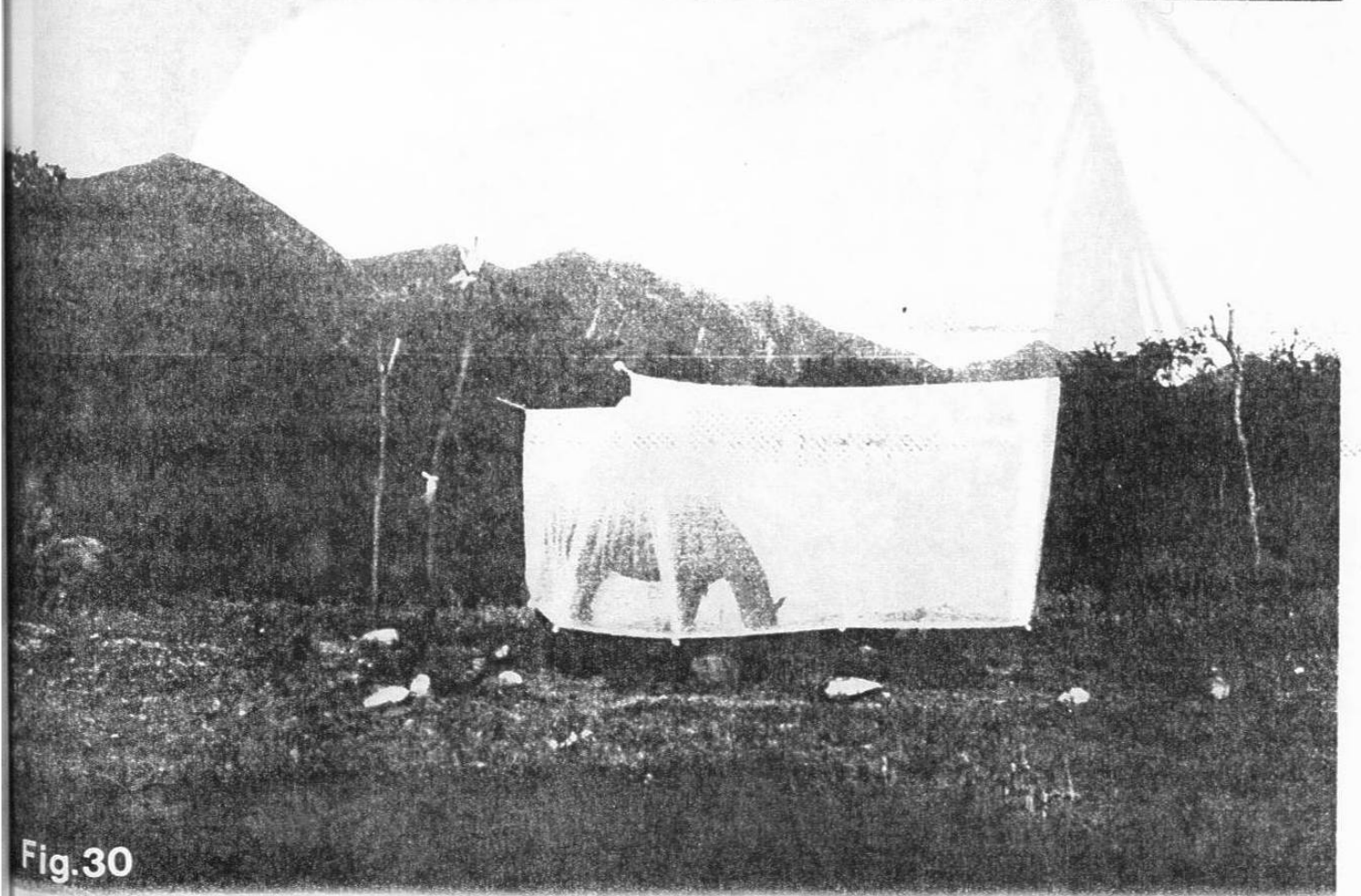


Fig.30

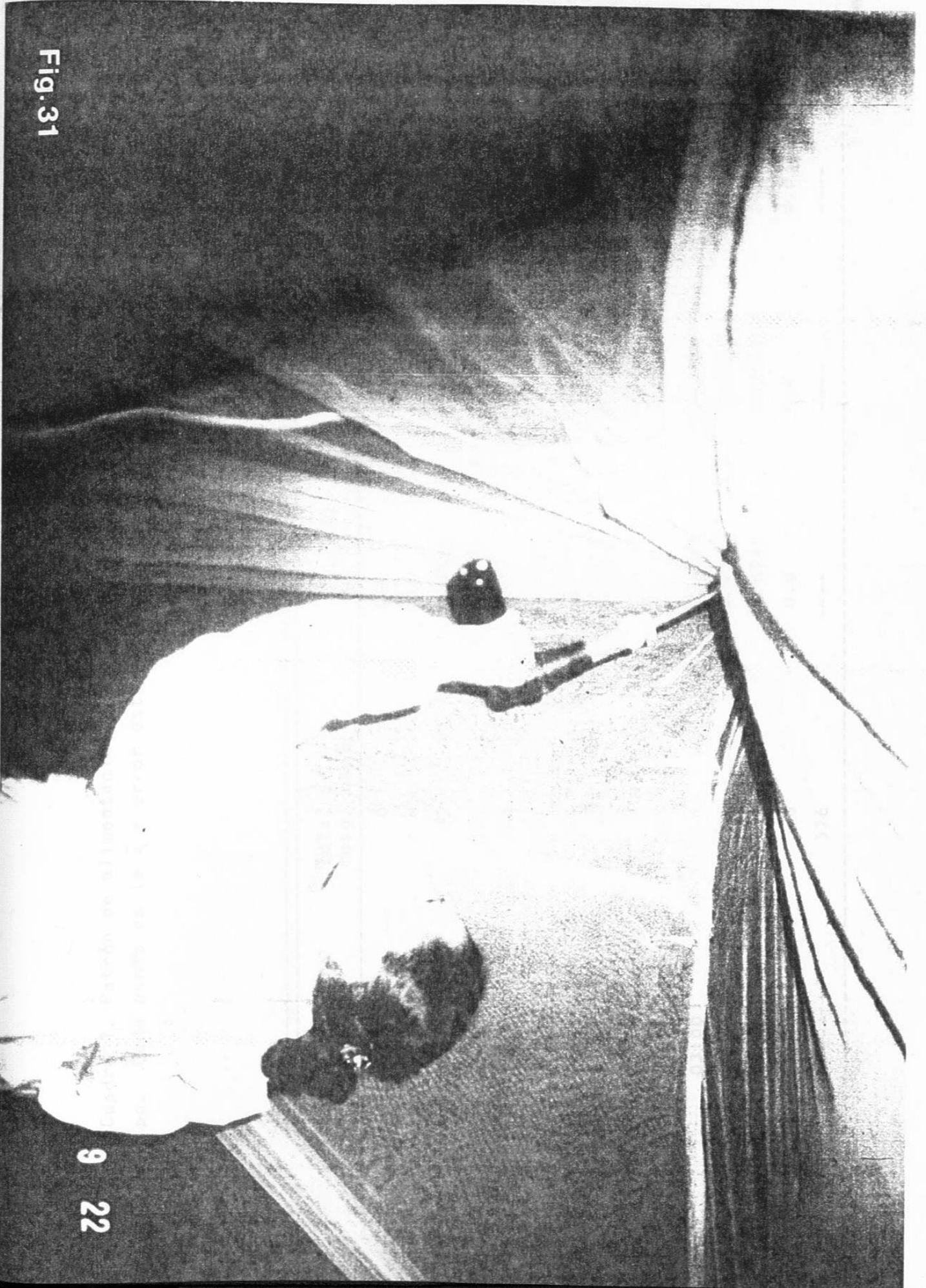


Fig. 31

Cuadro 1. Patrón de alimentación de *A. pseudopunctipennis* bajo condiciones de campo. Cada punto es la \bar{x} \pm error standard de hembras colectadas por hora.

Hora/captura	Total de mosg. capt.	\bar{x}	Desv. Std.	Error Std.
17:00	0	0.0	0.0	0.0
18:00	0	0.0	0.0	0.0
19:00	27	1.9289	3.1976	0.8546
20:00	115	8.2142	4.7423	1.2674
21:00	126	9.0	3.9807	1.0639
22:00	101	7.2143	4.1171	1.1003
23:00	81	5.7857	4.0984	1.0953
24:00	54	3.8571	3.3016	0.8824
01:00	35	2.5	2.5646	0.6854
02:00	21	1.5	3.2522	0.8692
03:00	6	0.4285	1.1579	0.3094
04:00	9	0.4285	1.1579	0.3094
05:00	1	0.0714	0.2672	0.0714
06:00	0	0.0	0.0	0.0
-----	576	-----	-----	-----

Cuadro 2. Porcentaje de nulíparas y paridas colectadas durante el período de muestreo en la localidad "Los Chávez", Santiago, V.L., México.

Mulíparas	Paridas	Total de hembras capturadas
30	22	52
15	3	23
21	19	39
19	28	47
32	11	43
33	24	57
25	23	43
10	27	37
41	30	70
32	15	47
56	8	64
13	2	20
7	4	11
15	3	23
353	223	576
617	39%	100%

Cuadro 3. Análisis de Varianza para las poblaciones larvales de *A. pseudopunctipennis*, colectadas en tres puntos diferentes del criadero, en el sitio "La Silla", Santiago J.L., México.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F*
Tratamientos	2	4050	2025	
Error	6	1622	207.33	7.4908
Total	8	5672		

*Significativo al 5% de P_{α} .

Cuadro 4. Análisis de Varianza para las poblaciones larvales de *A. pseudopunctipennis*, colectadas en tres puntos diferentes del criadero, en el río "La Silla", Santiago N.L., México.

	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F*
Tratamientos	2	9204.67	4602.33	
Error	6	3533.33	588.89	7.8153
Total	8	12738		

*Significativo al 5' de P_{∞} .

Cuadro 5. Análisis de Varianza para las poblaciones larvales de *A. pseudopunctipennis*, colectadas en tres puntos diferentes del criadero, en el río "La Silla", Santiago d.L., México.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F*
Tratamientos	2	3510.88	1755.44	
Error	6	836.66	139.44	12.5888
Total	8	4347.55		

*Significativo al 5 de P_{ca}.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para las poblaciones larvales de *A. pseudopunctipennis*, colectadas en tres puntos diferentes del criadero, en el río "La Silla", Santiago D.L., México.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F*
Tratamientos	2	11350.22	5675.112	
Error	6	544.67	90.777	62.5166
Total	8	11894.89		

*Significativo al 5% de P_{0.05}.

Cuadro 7. Población larval de *A. pseudopunctipennis* en diferentes puntos del -
criadero en el río "La Silla", Santiago ..L., México.

Tratamientos	Criaderos			Total de larvas	No. de medias de larvas por pto./1
	1	2	3		
ORILLA	37	69	47	153	51.00a
CENTRO	20	38	17	75	25.00b
DELTRO	0	8	0	8	2.67b
ORILLA	96	51	92	239	79.66a
CENTRO	76	9	35	120	40.00ab
DELTRO	4	0	0	4	1.33b
ORILLA	75	59	92	226	75.33a
CENTRO	0	0	0	0	0.00b
DELTRO	0	0	0	0	0.00b
ORILLA	20	76	39	135	45.00a
CENTRO	0	0	0	0	0.00b
DELTRO	0	0	0	0	0.00b

1.- Las medias seguidas por diferentes letras son significativamente diferen-
tes (Prueba de rango múltiple de Duncan. $P < 0.05$).

Cuadro 8. Valores de regresión de $\log(S^2 + 1)$ sobre $\log(\bar{x} + 1)$ para los muestreos de larvas de primer instar de una población de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero en el río "La Silla", Santiago, Nuevo León, México.

PUNTOS	a/ a-	b/ b-	c/ Sb-	d/ IC-	e/ r
ORILLA	-0.0482	1.7381	0.1025	± 0.2072	0.9283
CENTRO	-0.0453	1.8406	0.1157	± 0.2338	0.1970
CLINTRO	-0.0161	1.7633	0.673	± 0.1359	0.9680

a/ Coeficiente (intercepto en Y) de la Ley de Poder de Taylor.

b/ Índice de anregación de la Ley de Poder de Taylor.

c/ Error estandard de b.

d/ Intervalo de confianza de b.

e/ Coeficiente de correlación.

Cuadro 9. Valores de $\log(S^2 + 1)$ sobre $\log(\bar{x} + 1)$ para los muestreos de larvas de segundo instar de una población de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero en el río "La Silla", Santiago, Nuevo León, México.

PUNTOS	\bar{a} /	\bar{b} /	S_{b^2} /	$IC_{\bar{d}}$ /	r^2 /
ORILLA	-0.0052	1.3877	0.1099	+0.2219	0.8809
CEINTO	-0.0058	1.4900	9.4274	+0.1902	0.1902
DEHITO	-0.0001	1.3464	0.0602	+0.1216	0.1216

\bar{a} / Coeficiente (intercepto en γ) de la Ley de Poder de Taylor.

\bar{b} / Índice de agregación de la Ley de Poder de Taylor.

c / Error estándar de \bar{b} .

\bar{d} / Intervalo de confianza de \bar{b} .

e / Coeficiente de correlación.

Cuadro 10. Valores de regresión de $\log(S^2 + 1)$ sobre $\log(\bar{x} + 1)$ para los muestreos de larvas de cuarto instar de una población de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero en el río "La Silla", Santiago, N.L. México.

PUNTOS	\bar{a} /	\bar{b} /	S_{b_c} /	$IC_{d/}$	$r_{e/}$
ORILLA	-0.022	1.6725	1.241	$\bar{+}0.2506$	0.8932
CENTRO	0.0321	1.8198	0.1152	$\bar{+}0.2327$	0.9188
DEJTRO	0.0026	1.4235	6.4592	$\bar{+}0.1302$	0.9557

\bar{a} / Coeficiente (intercepto en Y) de la Ley de Poder de Taylor.

\bar{b} / Índice de agregación de la Ley de Poder de Taylor.

\bar{c} / Error estandard de \bar{b} .

\bar{d} / Intervalo de confianza de \bar{b} .

\bar{e} / Coeficiente de correlación.

Cuadro 11. Valores de regresión de $\log (S^2 + 1)$ sobre $\log (\bar{x} + 1)$ para los muestras de larvas de tercer instar de una población de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero en el río "La Silla", Santiago, N.L. México.

PUJOS	\bar{a}	\bar{b}	S_{b^2}	I_{cd}	r_e
ORILLA	0.0198	1.5548	0.0960	+0.1939	0.9223
CENTRO	0.0088	1.3427	0.1109	+0.2240	0.8853
DENTRO	0.0041	1.3473	7.3658	+0.1486	0.9376

\bar{a} / Coeficiente (intercepto en Y) de la Ley de Poder de Taylor.

\bar{b} / Índice de agregación de la Ley de Poder de Taylor.

c / Error estándar de \bar{b} .

d / Intervalo de confianza de \bar{b} .

e / Coeficiente de correlación.

Cuadro 12. Tamaño de muestra calculados con un error estándar de \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de primer instar de *A. pseudopun tipennis*, en tres puntos diferentes del criadero (orilla, centro y dentro).

\bar{x}	C 0.25	C 0.10	\bar{x}	C 0.25	C 0.10	\bar{x}	C 0.25	C 0.10
0.05	32.57	203.54	0.10	21.05	131.58	0.05	31.33	195.87
0.10	26.97	168.53	0.20	18.84	117.75	0.10	26.60	166.22
0.15	24.15	150.92	0.30	17.66	110.35	0.15	24.16	151.00
0.20	22.33	139.55	0.40	16.86	105.38	0.20	22.57	141.06
0.25	21.01	131.32	0.50	16.26	101.68	0.25	21.41	133.80
0.30	19.99	124.96	0.60	15.80	98.73	0.30	20.50	128.15
0.35	19.17	119.82	0.70	15.41	96.34	0.35	19.77	123.56
0.40	18.49	115.54	0.80	15.09	94.30	0.40	19.15	119.71
0.45	17.90	111.90	0.90	14.81	92.54	0.45	18.63	116.42
0.50	17.38	108.73	1.00	14.56	90.99	0.50	18.16	113.55

Cuadro 13. Tamaño de muestra calculados con un error estandard de la \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de segundo instar de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero (orilla, centro y dentro).

\bar{x}	C 0.25	C 0.10	\bar{x}	C 0.25	C 0.10	\bar{x}	C 0.25	C 0.10
0.05	98.97	618.55	0.05	72.75	454.68	0.05	113.29	708.31
0.10	64.74	404.62	0.10	51.09	319.29	0.10	72.04	450.27
0.15	50.51	315.67	0.15	41.54	259.64	0.15	55.27	345.44
0.20	42.35	264.69	0.20	35.87	224.21	0.20	45.80	286.23
0.25	36.94	230.89	0.25	32.02	200.09	0.25	39.58	247.39
0.30	33.04	206.50	0.30	29.17	182.33	0.30	35.14	219.60
0.35	30.06	187.90	0.35	26.97	168.54	0.35	31.77	198.55
0.40	27.70	173.15	0.40	25.19	157.45	0.40	29.11	181.95
0.45	25.78	161.10	0.45	23.72	148.27	0.45	26.96	168.47
0.50	24.17	151.03	0.50	22.48	140.51	0.50	25.16	157.26

Cuadro 14. Tamaño de muestra calculados con un error estandard de \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de tercer instar de *A. pseudopunctinennis*, en tres puntos diferentes del criadero (orilla, centro y dentro).

\bar{x}	C 0.25	C 0.10	\bar{x}	C 0.25	C 0.10	\bar{x}	C 0.25	C 0.10
0.05	59.50	371.87	0.05	89.27	557.94	0.05	111.93	699.55
0.10	43.53	272.06	0.10	60.25	376.59	0.10	71.20	445.00
0.15	36.26	226.60	0.15	47.88	299.23	0.15	54.65	341.55
0.20	31.85	199.03	0.20	40.67	254.19	0.20	45.29	283.08
0.25	28.73	179.55	0.25	35.84	223.97	0.25	39.16	244.72
0.30	26.53	163.78	0.30	32.32	201.97	0.30	34.76	217.27
0.35	24.74	144.65	0.35	29.61	185.07	0.35	31.44	196.74
0.40	23.30	145.61	0.40	27.45	171.57	0.40	28.81	180.08
0.45	22.09	138.08	0.45	25.68	160.48	0.45	26.68	166.75
0.50	21.07	131.67	0.50	24.19	151.18	0.50	24.91	155.67

Cuadro 15. Tamaño de muestra calculados con un error estándar de la \bar{x} al 0.25 y 0.10 para larvas de cuarto instar de *A. pseudopunctipennis*, en tres puntos diferentes del criadero (orilla, centro y dentro).

\bar{x}	C 0.25	C (0.10)	\bar{x}	C 0.25	C 0.10	\bar{x}	C 0.25	C 0.10
0.05	40.30	253.11	0.05	25.49	159.29	0.05	89.44	559.02
0.10	32.28	201.72	0.10	22.50	140.60	0.10	59.98	377.14
0.15	28.26	176.65	0.15	20.91	130.70	0.15	47.48	298.53
0.20	25.72	160.77	0.20	19.86	124.10	0.20	40.22	252.90
0.25	23.91	149.44	0.25	19.07	119.21	0.25	35.37	222.38
0.30	22.53	140.78	0.30	18.46	115.36	0.30	31.84	200.19
0.35	21.42	133.85	0.35	17.95	112.20	0.35	29.13	183.17
0.40	20.50	128.13	0.40	17.53	109.53	0.40	26.97	169.60
0.45	19.72	123.28	0.45	17.16	107.23	0.45	25.20	158.46
0.50	19.06	119.10	0.50	16.83	105.22	0.50	23.72	149.12

