

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**"CICLO GONOTRÓFICO, TASA DE SUPERVIVENCIA Y ESTRUCTURA  
DE EDADES DE *Aedes aegypti* L. EN LA ZONA METROPOLITANA  
DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO"**

**TESIS**

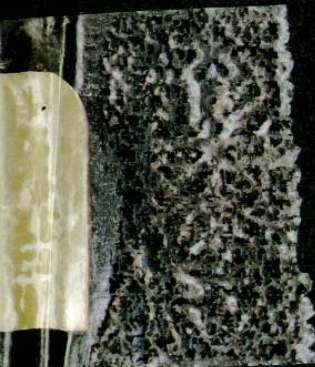
**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

**PRESENTA**

**Q. B. P. MIGUEL ÁNGEL SALAS LUEVANO**

**MONTERREY, N. L.**

**MARZO DE 1993**





TM  
RA639  
.5  
S3  
C.1

19



1080073247

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



"Efecto de la temperatura, tasa de supervivencia y estructura  
de la comunidad de la zona urbana de la zona metropolitana  
de Monterrey, Nuevo León, México".

TESIS

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

PRESENTA

Q. B. P. MIGUEL ANGEL SALAS LUEVANO

MONTERREY, N. L.

MARZO DE 1993

TM  
RA639  
S3



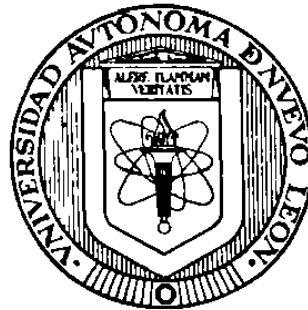
FONDO  
TESIS

(73247)



FONDO  
TESIS MAESTRIA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**"CICLO GONOTRÓFICO, TASA DE SUPERVIVENCIA Y  
ESTRUCTURA DE EDADES DE *Aedes aegypti* L. EN LA ZONA  
METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN,  
MÉXICO."**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN  
ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

**PRESENTA**

**Q. B. P. MIGUEL ÁNGEL SALAS LUEVANO**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN.**

**MARZO DE 1993.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**" CICLO GONOTRÓFICO, TASA DE SUPERVIVENCIA Y  
ESTRUCTURA DE EDADES DE *Aedes aegypti* L. EN LA ZONA  
METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN,  
MÉXICO.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON  
ESPECIALIDAD EN  
ENTOMOLOGÍA MÉDICA**

**PRESENTA**

**Q. B. P. MIGUEL ÁNGEL SALAS LUEVANO**

COMISIÓN DE TESIS



---

**M.C. FILIBERTO REYES VILLANUEVA**

**PRESIDENTE**



---

**Ph. D. ILDEFONSO FERNANDEZ SALAS**

**SECRETARIO**



---

**M.C. J. ALFONSO FLORES LEAL.**

**VOCAL**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN.**

**MARZO DE 1993.**

## **DEDICATORIA**

**A MI ESPOSA SILVIA MUÑOZ DELGADO**

**A MIS QUERIDAS HIJAS: KARINA**

**SILVIA**

**PALOMA**

**MIS MUJERES, RAZON DE MI VIDA Y MOTIVO DE SUPERACION, CON  
TODO MI AMOR POR COMPARTIR CONMIGO LA FELICIDAD DE ALCANZAR  
ESTA META.**



**A la memoria de mi Padre:**

**PROF. EVERARDO SALAS MARIN †**  
Quien por su ejemplo he logrado esta meta

**A mi Madre:**

**MARIA SOLEDAD LUEVANO GUERRERO.**  
Con amor y gratitud siempre.

**A mis Hermanos:**

**MARCO ANTONIO**  
**JUAN MANUEL**  
**MARIA GUADALUPE**  
**MARIO ALBERTO**  
**MARIA SOLEDAD**  
**MARIA DE LOURDES**  
**ISABEL CRISTINA**  
**HECTOR MARTIN**  
**MARTHA ARACELI**  
Por su estimulo y cariño.

**Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a las siguientes Instituciones.**

A la Universidad Autónoma de Zacatecas, por brindarme la oportunidad para mi superación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado en la realización de mis estudios de Postgrado.

A la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por hacer posible mi formación académica.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al M. C. Filiberto Reyes Villanueva, mi especial reconocimiento por su invaluable asesoría y acertada dirección de tesis para la culminación de este trabajo, así como por su orientación y amistad brindada.

Al Dr. Ildelfonso Fernández Salas, por la revisión del presente trabajo y sus valiosas sugerencias para su composición final, así como por su amistad y apoyo.

Al M. C. J. Alfonso Flores Leal, por su revisión y participación en la comisión de tesis, así como por su apoyo y amistad.

Al M.C. Filiberto Reyes V., M.C. Lucio Galaviz S., Dr. Rolando Peña ., Dr. Alejandro Gonzalez F. y M.C. Othón J. Gonzalez G., quienes participaron en mi formación profesional.

A la M.C. Emperatriz del Carmen Lugo V., inolvidable amiga Nicaraguense, por sus consejos y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A la Biól. Blanca T. De J. Gonzalez R., por su disponibilidad y apoyo desinteresado durante el trabajo de campo.

A mis compañeros de Maestría, María de la Luz, Silvia Mayela, José Andrés, José Alfonso, José Luis, Américo David, y Alejandro por su amistad brindada y grata convivencia en el transcurso de mis estudios.

A todos mis amigos y personas que de alguna manera contribuyeron para la culminación del presente trabajo.

## CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	6
HIPOTESIS	7
ANTECEDENTES	8
Bionomía de <i>Aedes aegypti</i> L	8
Ciclo Gonotrófico y Tasa de Supervivencia	9
MATERIALES Y METODOS	17
Area de Estudio	17
Muestreo de Mosquitos	17
Estimación del Ciclo Gonotrófico	17
Estimación de la Tasa de Supervivencia	19
Estructura de Edades y Estado Trófico	20
RESULTADOS	21
Ciclo Gonotrófico	21
Tasa de Supervivencia	22
Estructura de Edades y Estado Trófico	23



<b>DISCUSION</b>	<b>27</b>
Ciclo Gonotrófico	27
Tasa de Supervivencia	29
Estructura de Edades y Estado Trófico	30
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO (CUADROS Y FIGURAS)</b>	<b>37</b>

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue investigar algunos componentes del potencial vectorial de *Aedes aegypti* en el área metropolitana de Monterrey, N. L. Las poblaciones naturales de los adultos de *Aedes aegypti* fueron muestreadas de Abril a Octubre de 1991. Las colectas se efectuaron en condiciones peridomiciliarias, de las 16:00 a las 19:00 horas y sobre dos voluntarios como cebo humano.

Los datos sobre estado trófico, densidad poblacional y edades fisiológicas fueron registrados sobre hembras capturadas en un periodo de 16 días consecutivos, y analizados mediante correlaciones cruzadas de las series de tiempo para estimar la duración del ciclo gonotrófico, la tasa de supervivencia diaria y la tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico (Mutero y Birley, 1987).

La tasa de supervivencia diaria fue estimada en 0.87 y la tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico en 0.49, con un ciclo gonotrófico de cinco días de duración a una temperatura promedio diaria de 25.5°C.

Finalmente, durante el periodo de estudio, la fluctuación poblacional de *Ae. aegypti* definió dos picos de crecimiento poblacional, a principios del mes de Junio y de Octubre respectivamente. Así mismo la proporción de hembras nulíparas, paridas y grávidas fue mayor en Junio, Septiembre y Octubre, periodo que comprende la estación lluviosa. Sólo las nulíparas y paridas representaron el 80%.

## INTRODUCCION

El dengue es la enfermedad arboviral transmisible más importante en términos de morbilidad y mortalidad, y representa uno de los principales problemas de salud pública que afronta la humanidad. Aproximadamente 1.5 billones de personas en los tropicos, especialmente de Asia, la región del Pacífico Occidental, el Caribe, Centro y Sur América, viven bajo el riesgo de infecciones de dengue (Becker y cols., 1991), y se calcula que por lo menos ocurren 100 millones de infecciones cada año en el mundo (Halstead, 1988), donde los daños ocasionados por esta enfermedad y sus formas más severas han sido inmensos, durante epidemias y en áreas endémicas en numerosos países (Gratz, 1991).

Las primeras epidemias de dengue en el mundo ocurrieron simultáneamente en dos de los continentes en 1779, en El Cairo y en Jakarta, Indonesia, y en 1780 en Filadelfia, Estados Unidos, donde además se describió clínicamente esta enfermedad (Carey, 1971).

En algunos países del sur de Asia el dengue y la fiebre hemorrágica, en los últimos 25 años han causado la hospitalización de alrededor de 750,000 personas y más de 20,000 defunciones (Pant, 1987). En China durante 1985-1986, se registraron 127,157 casos de dengue y fiebre hemorrágica, con 312 defunciones (Qiu y cols., 1991). En el Pacífico Occidental, Sureste de Asia y América Latina, la fiebre hemorrágica se ha extendido ampliamente. Este síndrome está ahora entre las 10 principales causas de hospitalización y muerte de niños en ocho países del trópico Asiático, en donde se han reportado minimamente 1.5 millones de hospitalizaciones y 33,000 muertes, desde su primera aparición en la década de 1950. En Tailandia durante 1987, ocurrió una gran epidemia con un total de 171,630 casos notificados y 896 muertes (Gratz, 1991).

En América Latina durante el programa de erradicación del vector *Aedes aegypti* L. en 1947, muchos países fueron declarados libres del mosquito, sin embargo en décadas pasadas fueron reinfestados y desde entonces han ocurrido frecuentemente serias epidemias. En Puerto Rico en 1977, se notificaron alrededor de 355,000 casos. En Cuba durante 1981, se presentó por primera vez una epidemia de dengue hemorrágico en el continente; oficialmente se reportaron 344,203 casos de dengue, aproximadamente 1,109 diagnosticados con fiebre hemorrágica y 159 defunciones (Gratz, 1991). En Brasil, se presentó en 1986 y hubo más de 300,000 reportes de dengue (López-Antuñano, com. per., cit. por Reyes, 1991). Así mismo durante 1990 a Enero de 1991 se reportaron 36,167 casos de dengue, de los cuales 237 fueron diagnosticados como dengue hemorrágico con tres defunciones (OPS, cit. por. Gómez, 1992). Recientemente en Venezuela, durante 1989-1990 se notificaron un total de 12,200 casos de dengue, de los cuales 3,108 fueron diagnosticados de fiebre hemorrágica con 73 muertes estimadas (Gratz, 1991). Casos esporádicos de esta enfermedad han sido reportados en 13 países del Caribe, Centro y Sur América, incluyendo México. De los 1, 006.702 casos de dengue reportados durante 1980-1990, el 22% correspondieron a México, que junto con Colombia son los países con una transmisión muy activa (Gómez, 1992).

En México el dengue representa actualmente un problema prioritario de salud pública, no sólo por su magnitud y distribución en el territorio nacional sino también por los daños socioeconómicos que ocasiona. En 1963, *Ae. aegypti* fue erradicado (Reyes, 1990), sin embargo ocurrieron reinfestaciones en 1965 por la frontera norte y en 1977 por la frontera sur. Los primeros casos (38) de dengue diagnosticados y reportados en el país ocurrieron en 1978 en Tapachula Chiapas, desde entonces esta enfermedad se ha extendido en forma epidémica y es ahora endémica en 29 de los 32 Estados del país, con fluctuaciones que han variado considerablemente. El total de casos reportados hasta 1990, fue de 227,229 y el 86 % de los



mismos correspondieron sólo a 13 Estados de la República: Veracruz (29,715), Guerrero (23,816), Oaxaca (17,568), Chiapas (16,468), Yucatan (15,558), Tamaulipas (14,927), Coahuila (14,697), Nuevo León (12,720), Jalisco (11,472), Sinaloa (11,402), Nayarit (10,555), Puebla (8,861) y Michoacan (8,807) (Gomez, 1991).

En Nuevo León, los primeros casos de dengue se presentaron en 1980, y desde entonces han ocurrido brotes de importancia en el Estado. En los últimos años en los Municipios que integran el área metropolitana, esta enfermedad se ha constituido endémica, especialmente en Guadalupe, San Pedro Garza Garcia, Monterrey y San Nicolas de los Garza, donde en 1990 se registraron epidemias alarmantes con 3,183 casos, sólo durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre (Urefia,1990).

El virus del dengue pertenece a la familia Flaviviridae (grupo B ), que comprende alrededor de 500 arbovirus formalmente reconocidos (Karabatsos, 1985), de los cuales se sospecha que más de 200 son transmitidos por mosquitos y alrededor de 100 son causantes de enfermedades al hombre (Gratz, 1990). En la actualidad se conocen cuatro tipos antígenicamente distintos, que han sido designados como dengue serotipo I, II, III y IV. Los cuales presentan reacciones cruzadas en varias pruebas serológicas, lo que no se manifiesta en una protección inmune-cruzada en personas que viven en áreas endémicas y que pueden tener las cuatro infecciones de dengue durante su vida, una con cada serotipo (Theiler y Downs, 1973). En México los serotipos I, II y IV han estado involucrados en epidemias y se han detectado en circulación dos y hasta los tres serotipos simultáneamente en áreas urbanas y rurales de varios Estados de la República. Aunque sólo dos de ellos (I y IV) han sido responsables de varias epidemias y brotes en el país (SSA, 1989).

*Aedes aegypti* es un mosquito que pertenece a la Clase Insecta; Orden Diptera; Familia Culicidae; Subfamilia Culicinae; Tribu Aedini; Genero *Aedes*; Subgenero *Stegomyia*, Especie *aegypti* (Linnaeus). Knight y Stone (1977), enumeraron 38 subgeneros que comprenden a 910 especies y sólo *Stegomyia* agrupa a 108 especies. Entre estas se encuentran algunas especies de mosquitos que transmiten virus al hombre como *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. mediovitatus* y *Ae. scutellaris* (Soper, 1967); de las cuales *Ae. aegypti* y *Ae. albopictus* merecen consideración por ser los principales vectores pantropicales, de algunas de las más importantes y devastadoras enfermedades epidémicas virales como el dengue, la fiebre hemorrágica y la fiebre amarilla (Mattingly, 1969); y de algunas epizootias de importancia como la encefalitis Japonesa, la Venezolana y la de San Luis.

*Aedes aegypti* es un mosquito originario de Africa y se considera que inicialmente fue silvícola, el cual a finales del siglo pasado penetró a Asia y reemplazó a *Ae. albopictus* como vector de dengue en áreas urbanas. Después de la segunda guerra mundial, debido a la subsecuente urbanización en el sureste de Asia, *Ae. aegypti* se adaptó excelentemente en hábitats domésticos y urbanos. y la incidencia de dengue se incrementó dramáticamente. Durante este período a principios de 1960 el dengue evolucionó a su forma más severa y fatal: la fiebre hemorrágica de dengue (Becker y cols., 1991). Actualmente presenta una amplia distribución geográfica, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, y se considera un vector eficiente y el más común transmisor de dengue. Se le encuentra desde los 45° de latitud norte y los 35° de latitud sur, por lo cual es considerada una especie cosmopolita (WHO, 1982). En México se presenta en áreas con 1,200 m. y hasta 1,800 msnm. (Loyola com. pers., 1991).ss

La eficacia de los insectos vectores, depende principalmente de cuatro factores: (1) ser abundantes y sus hábitats adyacentes a los asentamientos humanos, (2) que la proporción de

alimentaciones sea frecuente en humanos, (3) tener susceptibilidad fisiológica y genética para ser infectado y transmitir la enfermedad, y (4) vivir un período suficiente para que el parásito se multiplique (McGregor, 1976). Lo anterior determina la probabilidad de un contacto exitoso con el hospedero (Metcalf, 1975), y se relaciona con la capacidad para permitir la replicación del virus y con la cantidad total de partículas virales (Reyes, 1990). Estos factores intrínsecos moderados por factores extrínsecos, deben considerarse en combinación con ciertos factores abióticos como la temperatura, la precipitación pluvial y la humedad, al tener en cuenta los distintos estados ecológicos de la enfermedad, es decir estable o inestable (Russell y cols., 1963)

Así mismo, el reconocimiento de los componentes del potencial vectorial de las poblaciones naturales de *Ae. aegypti*, son determinantes para identificar y entender la dinámica de transmisión del dengue, lo que permitirá planificar y optimizar las medidas de control del vector. Por lo anterior en el presente trabajo fueron planteados los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS**

- 1.- Determinar la duración del ciclo gonotrófico de *Aedes aegypti* durante la época de lluvias, utilizando los intervalos de oviposición.**
- 2.- Obtener la tasa diaria de supervivencia promedio y la tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico del vector.**
- 3.- Conocer la estructura de edades fisiológicas y el estado trófico de las poblaciones de *Aedes. aegypti* en la zona metropolitana de Monterrey, N. L.**



## **HIPOTESIS**

La estructura de edades, el estado trófico y el ciclo gonotrófico pueden usarse para determinar la tasa de supervivencia de *Ae. aegypti*, en base a las frecuencias diarias de paridad de las hembras, con la estimación de estas variables se puede inferir sobre algunos componentes de la capacidad vectorial.

## ANTECEDENTES

### **Bionomía de *Aedes aegypti* L.**

Los aedinos al igual que el resto de los culicidos presentan cuatro estadios metamórficos que son: huevo, larva, pupa y adulto. Su ciclo de vida brevemente es el siguiente: los huevos son puestos individualmente en recipientes artificiales de colores oscuros con cuello ancho, y en naturales que contienen agua limpia, oscura y con hojas en descomposición que estimulan la oviposición, como llantas, latas, botes, cubetas, jarras de barro o barriles metálicos, cisternas, tinacos, agujeros en árboles o entre las hojas de plantas tropicales. La puesta se realiza en áreas húmedas y sombreadas principalmente por la tarde (WHO, 1982; Chadee y Corbet, 1987). La mayoría de las hembras llegan a producir menos de 100 huevos por ovipostura (Clements, 1963). Presentan una forma ovoide y tienen la superficie de aspecto reticulada, miden menos de un milímetro. Al ser depositados son de color blanco, aunque a las dos horas se oscurecen, la incubación de los mismos ocurre una vez que se han hidratado durante dos o tres días. Eclosionan a las 12-14 horas bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, los huevos pueden resistir a la sequía y sobrevivir varios meses hasta más de un año. El desarrollo larvario se efectúa entre cinco a siete días, a una temperatura de 27°C y pasan la mayor parte alimentándose. La larva muda cuatro veces para después pupar. El estadio pupal dura alrededor de 48 a 72 horas, durante las cuales no se alimenta y ocurren cambios que se dan dentro del cuerpo, hasta que completa su transformación en un mosquito adulto (Tinker, 1964; Moore , 1978 y Carrada, 1984).

Los adultos recién emergidos permanecen las primeras 24 horas en fase teneral, tiempo en que se efectúa el endurecimiento y oscurecimiento (esclerotización) de su cutícula. Durante

este período los mosquitos se mantienen posados sobre las paredes o superficies verticales de áreas sombreadas más cercanas a los criaderos, sin alimentarse y aparearse. Después se inicia la búsqueda del sexo opuesto para copular y de un hospedero para alimentarse (Klowden, 1979). El macho localiza a la hembra mediante un proceso de comunicación acústica durante el vuelo, que es determinante en el comportamiento reproductivo de los mosquitos (Roth, 1948). Una vez que las hembras han alcanzado su máxima fecundidad (2-5 días) y se han alimentado, son fuertemente atractivas ya que producen sonidos de mayor frecuencia (Ikeshoji, 1985).

El comportamiento de búsqueda del hospedero comienza entre las 24-72 horas de edad, y la alimentación inicia hasta las 48 horas. Las hembras se orientan detectando el color, el bióxido de carbono y especialmente el ácido láctico que emanan del hospedero potencial. Durante este período la respuesta de las hembras se incrementa gradualmente, estabilizándose a las 97 horas y manteniéndose así, hasta la muerte del mosquito (Davis, 1984).

### **Ciclo Gonotrófico y Tasa de Supervivencia.**

Dentro de la bionomía de vectores, una fase muy importante es el ciclo gonotrófico, el cual es un proceso fisiológico que consiste en la digestión de la comida sanguínea y desarrollo de los ovarios (WHO, 1975). En función del tiempo es el período que transcurre entre dos comidas sanguíneas a replesión, con la oviposición previa a la segunda, independientemente de si la sangre la toma en una sólo comida (completa) o durante varias comidas parciales (por interrupción defensiva del hospedero) (Reyes, 1993). Si se conoce el ciclo gonotrófico y el porcentaje de preferencia alimenticia hacia el hombre, se puede determinar la probabilidad de que una hembra se alimente 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 el conocimiento de la edad fisiológica, ciclo gonotrófico del mosquito y período extrínseco del virus, se podrá inferir sobre su potencial infectivo.

Se ha reportado que una hembra en reposo después de una alimentación, incrementa la posibilidad de alimentaciones múltiples durante un ciclo gonotrófico, incrementando su capacidad vectorial.

Macdonald (1956) en Malasia y Sheppard y cols. (1969) en Bangkok, encontraron que una considerable proporción de hembras colectadas en campo, ya estaban grávidas o parcialmente grávidas cuando volvieron a alimentarse.

MacClelland y Conway (1971) en Tanzania, reportaron doble alimentación en un ciclo gonotrófico.

Trpis y Hausermann (1986) en Tanzania, descubrieron una triple alimentación en un sólo ciclo gonotrófico.

Por otro lado, debido a que la epidemiología de las enfermedades está íntimamente relacionada con los hábitos alimenticios naturales del vector, la actividad diaria de alimentación del mosquito determina en parte, la probabilidad de que una hembra transmita un patógeno de un hospedero a otros.

Diversos estudios han reportado que el patrón diario de alimentación de los mosquitos, varía de acuerdo a las localidades y subespecies. *Ae aegypti* es un mosquito doméstico que

generalmente esta confinado a las casas donde se cría, tiene un rango de vuelo corto (23-50 m.) y raramente se dispersa a largas distancias (Christophers, 1960).

Gillet (1956), mencionó que en *Ae. aegypti* una alimentación de sangre es esencial para la maduración de los huevos.

Edman (1970), observó que hembras de *Ae. aegypti* de 2-4 días de edad (nulíparas), digieren una comida de sangre en alrededor el mismo período de tiempo, pero el proceso de digestión es más lento en las hembras de 6 días de edad (paridas y no inseminadas).

Morlan y Hayes (1958) en Georgia, observaron que la tasa máxima de picadura dentro de las casas ocurre durante el atardecer, además realizaron liberaciones del mosquito a dos distancias diferentes, aproximadamente 84 y 60 m., reportaron que la máxima dispersión de los mosquitos fue a 83.82 m. y 175.26 m. respectivamente.

Sheppard y cols. (1969) estimaron en Bangkok, que el mosquito se dispersó a una tasa de 37 m. cada 24 horas.

Trpis y cols. (1973) en Tanzania, mediante cebo humano, descubrieron que la periodicidad diaria del mosquito, fue casi enteramente diurna y bimodal, con un pico de mayor actividad durante el atardecer.

Así mismo, Corbet y Smith (1974) encontraron en Tanzania, que la periodicidad diaria de alimentación de todas las hembras fue predominantemente diurna y bimodal, con picos

consistentes a las 6:00-7:00 horas y a las 17:00-18:00 horas. la periodicidad diaria de las hembras nulíparas y paridas, inseminadas y no inseminadas fueron virtualmente iguales.

MacDonald (1977) en Kenia, liberó poblaciones de *Ae. aegypti* a tres diferentes distancias, 200, 400 y 800 m., observó que aproximadamente el 50 % de los mosquitos marcados se dispersaron a 200 m. del punto de liberación, un 10 % a 400 m. y solamente el 1 % se dispersó a 800 m.

Trpis y Hausermann (1986) reportaron en Kenia, que la tasa media de dispersión de las hembras fue de 57.0 m. y de los machos 44.2 m. La distancia máxima de las hembras y machos durante 24 horas fue de 154 m. y 113 m., respectivamente.

Chadee (1988) en Trinidad, mediante cebo humano determinó la periodicidad diaria de picadura del mosquito, la cual fue diurna y bimodal, con picos consistentes durante las 6:00-7:00 horas y a las 17:00-18:00 horas. La periodicidad diaria dentro y fuera de los sitios muestreados fue idéntica, colectando la mayor cantidad de mosquitos fuera de las casas.

Se ha señalado que la tasa de supervivencia y la frecuencia de picadura determinan la tasa neta de reproducción del insecto, y contribuyen para las estrategias del ciclo de vida. Aunque estos parámetros difieren mucho entre las especies, y pueden ser afectados por diversos factores intrínsecos y extrínsecos. Por consiguiente, su estimación ha sido de gran importancia para el conocimiento de la ecología cuantitativa de los insectos.

MacDonald (1952) y Davidson (1954), postularon la fórmula de la tasa de paridad mediante la cual, se puede determinar la tasa de supervivencia diaria de anophelinos en el curso de cada ciclo gonotrófico.

Garret-Jones y Grab (1964), mencionaron sobre la importancia relativa en la evaluación de poblaciones de mosquitos anophelinos, comunmente señalada para comparar su capacidad vectorial.

Birley y Boorman (1982) y Holmes (1987), postularon que la tasa de supervivencia diaria y el intervalo de oviposición (como un indicador de alimentaciones frecuentes), son las *dos determinantes más importantes de la capacidad vectorial*.

Lehane (1985), afirmó que el conocimiento de la estructura de edades en las poblaciones de un vector, es de importancia para el entendimiento de la transmisión de enfermedades y durante las campañas de control, cuando se mantienen bajo vigilancia.

Mutero y Birley (1987) en Kenia, muestrearon mediante cebo humano poblaciones de los diferentes vectores de malaria, demostraron que uno de los factores *más importantes* en la transmisión de esta enfermedad es la tasa de supervivencia diaria del mosquito. Así mismo investigaron en *An. merus*, sobre el requerimiento de dos alimentaciones de sangre antes de la maduración de los huevos. Además, señalaron que la estructura de edades de las hembras, núlparas y paridas, es la base para estimar la tasa de supervivencia en mosquitos (1989).

Jacob y Bevier (1969) en diversas áreas de los Estados de Florida, Georgia, Louisiana y Texas, reportaron que la actividad de oviposición de *Ae. aegypti* en las localidades del norte,

ocurre a mediados de Septiembre y a principios de Octubre. En el área más arida (San Marcos, Texas) la oviposición estuvo estrechamente relacionada con el período de lluvia (principios de Octubre).

Sheppard y cols. (1969) en Bangkok, estimaron la tasa de supervivencia diaria de hembras en 0.81 y en machos en 0.70.

Seawright y cols. (1977) en Georgia, observaron que el ciclo de oviposición inicia 5 días después de haber liberado los mosquitos, y el patrón subsiguiente aparece a los siguientes 4 días del ciclo, con una máxima a los 8, 12 y 16 días. La supervivencia diaria estimada fue de 0.82.

MacDonald (1977) en un estudio efectuado en Kenia, estimó la tasa de supervivencia diaria en hembras en 0.89 y en machos en 0.77.

Jumali y cols. (1979) mencionaron que la transmisión de dengue ocurre durante todo el año en áreas endémicas del trópico. En muchos países, sin embargo el patrón clínico es diferente, y el incremento de la transmisión se asocia con la temporada de lluvias.

Focks y cols. (1981) en Nueva Orleans, encontraron una cantidad de 51 a 158 hembras por cuadra, suficientemente grandes para transmitir el dengue, la tasa de supervivencia de los adultos fue de 0.85 y 0.90.



Trpis y Hausermann (1986) en Kenia, determinaron la tasa de supervivencia diaria por el método de Fisher y Ford , y de Holly-Seber, en hembras fue estimada en 0.825 mediante ambos métodos y en machos 0.693 y 0.532 respectivamente.

Chadee (1988) en Trinidad, reportó que la actividad de oviposición de *Ae. aegypti* ocurrió durante todo el año, incluyendo Mayo-Noviembre (1981), la tradicional estación lluviosa (Chadee y Corbet, 1987).

Herrera (1989) en México, mencionó que el pico de casos de dengue ocurre durante los meses de Octubre y Noviembre, después del período de lluvias, presentándose epidemias locales en los meses más fríos y de baja precipitación pluvial.

Loyola (com. pers., 1991), señaló que el dengue se presenta en áreas del país en forma estacional, con brotes importantes que ocurren bianualmente, aunque en algunas localidades la transmisión es durante todo el año.

Rueda y cols. (1990) en Carolina del Norte, examinaron que el tamaño del cuerpo en poblaciones de *Ae. aegypti* generalmente disminuye a temperaturas altas. La supervivencia para el 92 % de los adultos fue alta a 20°C (91.80 %) y a 27°C (89.76 %).

Nasci (1990) en Lousiana, observó que en campo el tamaño de las hembras de *Ae. aegypti* está relacionado con las diferencias en la persistencia de picadura, las hembras más grandes fueron significativamente más persistentes que las pequeñas, este factor puede estar causando diferencias en las tasas de paridad y en la potencialidad del vector.

Koopman y cols. (1991) en México, encontraron que en algunas localidades durante la estación lluviosa, temperaturas de 30° - 32°C incrementa la eficacia del vector, en comparación de aquellas que registraron temperaturas de 17°C.

Chadee (1991) en Trinidad, señaló que *Ae. aegypti* oviposita en sitios de 1.2 m. de altura, especialmente en tambos que miden alrededor de 1.0 m.. Los patrones de oviposición fueron casi similares, durante la estación húmeda fueron colectados un 52.7 % de huevos, y en la estación seca un 47.3 %.

## MATERIALES Y METODOS

### **Area de Estudio.**

El estudio fue conducido en la colonia Francisco I. Madero, ubicada en la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, N.L., considerada por la Secretaría de Salubridad y Asistencia en el Estado como área endémica de dengue (Villarreal, com. per., 1988). Y en el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Durante el estudio, el área seleccionada registró una temperatura media anual de 22.4°C, y una precipitación anual de 441.3 mm. con lluvias en los meses de Junio y de Septiembre.

### **Muestreo de Mosquitos:**

#### **Estimación del Ciclo Gonotrófico:**

Para este estudio se llevaron a cabo muestreos diarios y consecutivos del 14 al 29 de Octubre de 1991 después de la época de lluvias, en un patio amplio que abarcó varias casas de madera, típicas de los estratos bajos y rodeadas de grandes árboles. Se utilizó cebo humano (dos personas con piernas y brazos descubiertos) como método de captura, y los mosquitos que se posaron fueron colectados mediante un aspirador eléctrico portatil marca bright star (Hausherr's Machine Works). El muestreo se realizó en condiciones peridomiciliarias durante tres horas, desde las 16:00 a las 19:00 horas (período que comprende el pico de alimentación de *Ae. aegypti*). Los mosquitos capturados durante cada hora se colocaron en viales para su traslado y procesamiento inmediato.

En el laboratorio se cuantificaron y se registró el sexo de todos los mosquitos. El estado trófico de las hembras se determinó y se clasificaron fisiológicamente como no alimentadas (sin sangre o huevos en el abdomen), alimentadas (con sangre visible en abdomen) y grávidas (abdomen distendido con huevos).

Posteriormente se determinó su edad fisiológica, mediante disección de ovarios en solución salina al 0.65%, y en base a la estructura traqueolar de los mismos se clasificaron como nulfparas, paridas y grávidas de acuerdo a la técnica de Detinova (1962).

Obtenidos los datos de abundancia y el estatus de paridad de las hembras disectadas diariamente, se analizaron por medio del método de Birley y Rajagopalan (1981), modificado por Mutero y Birley (1987) para estimar en períodos relativamente cortos la duración del ciclo gonotrófico y la tasa de supervivencia, componentes de la capacidad vectorial de mosquitos anophelinos. El método antes mencionado, consiste en el uso de regresión lineal de mínimos cuadrados del número de hembras totales (nulfparas más paridas) sobre las paridas colectadas un ciclo de oviposición después. Su aplicación se basa en correlaciones cruzadas de series de tiempo, del total de muestreos diarios de poblaciones del vector. Los datos obtenidos se transformaron (filtraron) usando la siguiente función:

$$Z_T = X_T - \beta (X_{t-1})$$

Donde:

$X_T$  = No. de hembras paridas colectadas en el día t.

$X_{t-1}$  = Total de hembras (paridas más nulfparas) colectadas un día antes de t.

$\beta$  = Valor de la pendiente de la regresión lineal aplicada a los datos.

El coeficiente de correlación (r) más alto y significativo obtenido después del día cero, determinó el número de días por ciclo gonotrófico por indicar la frecuencia de oviposición de las poblaciones naturales de *Ae. aegypti* durante el período de estudio, en el área endémica de dengue en la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León.

### **Estimación de la Tasa de Supervivencia:**

La tasa de supervivencia diaria de *Ae. aegypti* fue estimada en base a la duración del ciclo gonotrófico obtenido, mediante el valor del coeficiente ( $\alpha$ ) intercepto de la regresión de hembras paridas (Y) contra hembras totales (X), según el método ya citado de Birley y Rajagopalan (1981). Para ello se aplicó la fórmula de la tasa de paridad propuesta por MacDonald (1952) modificada por Davidson (1954), expresada como:

$$P_1 = n \sqrt{P}$$

Donde:

**P<sub>1</sub>**= Tasa diaria de supervivencia.

**P**= Tasa promedio de supervivencia por ciclo de oviposición.

**n** = Duración del ciclo gonotrófico.

La tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico de las poblaciones de *Ae. aegypti* fue estimada de acuerdo al método de Holmes y Birley (1987), mediante el valor de la pendiente ( $\beta$ )

de la ecuación de regresión, que correspondió al número de días de retraso (lag time) que a su vez definió el ciclo de oviposición, su aplicación se basa en demostrar estadísticamente que el valor del intercepto ( $\alpha$ ) es igual a cero, por lo que este valor expresa la tasa de supervivencia por ciclo de oviposición.

### **Estructura de Edades:**

Este estudio se realizó en la misma área endémica de dengue del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Los muestreos se realizaron semanalmente de viernes a viernes, desde el mes de Abril al mes de Octubre de 1991. Así mismo, la colecta se efectuó peridomiciliariamente desde las 16:00 a las 19:00 horas, sobre cebo humano como método de captura, y mediante un aspirador eléctrico portátil fueron capturados los mosquitos posados.

De igual forma en el laboratorio se registró la abundancia y sexo de los mosquitos colectados. Además se determinó el estado trófico de las hembras y fueron clasificadas fisiológicamente como no alimentadas (sin sangre o huevos en el abdomen), alimentadas (con sangre roja visible en el abdomen) y grávidas (abdomen distendido con huevos).

Posteriormente se determinó su edad fisiológica mediante disección de ovarios en solución salina al 0.65%, y en base a la estructura traqueolar de los mismos fueron clasificadas como nulíparas, paridas y grávidas de acuerdo a la técnica de Detinova (1962).

## RESULTADOS

### Ciclo Gonotrófico.

Durante el período de estudio que comprendió del 14 al 29 del mes de Octubre de 1991, fueron capturados 697 mosquitos de *Aedes aegypti* L. atraídos a cebo humano en la colonia "Francisco I. Madero" de la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México.

Los datos de colectas diarias de *A. aegypti* durante el mes de Octubre, la composición de la estructura de edades fisiológicas de la población y los porcentajes de hembras nulíparas, paridas y grávidas que resultaron durante los muestreos se presentan en el Cuadro 1. Del total de hembras capturadas, 366 representaron a paridas, 224 a nulíparas y 107 a grávidas. Respecto a los porcentajes de cada una de las clases, la proporción de hembras paridas representaron el 53%, las nulíparas el 32% y las grávidas el 15%. Durante el período de muestreo el grupo de paridas y nulíparas comprendieron el 83% del total de hembras capturadas.

Los resultados del análisis para estimar la duración del ciclo gonotrófico de *Ae. aegypti*, se presenta en el Cuadro 2, donde se muestran los datos originales de la serie de tiempo de las hembras totales (nulíparas y paridas) y paridas; arreglo y valores el proceso de autoregresión aplicado, y datos transformados (filtración) para cada una de las clases.

Los resultados de los análisis de correlación cruzada se presentan en el Cuadro 3. Donde se observa que el coeficiente de correlación ( $r = 0.55$ ) más alto que determinó el número de días por ciclo de oviposición a partir del día cero, fue al quinto día. Y este coeficiente fue significativo ( $p < 0.05$ ) porque resultó superior a  $2/\sqrt{d}$ , donde "d" es el número de datos en las

series de tiempo (Mutero y Birley, 1987). Aquí  $d = 16$ . Por consiguiente de acuerdo al método de Mutero y Birley (1987), la duración del ciclo de oviposición de las poblaciones naturales de *Ae. aegypti* en Monterrey, N. L., México, fue estimado en cinco días a una temperatura promedio de 25.5°C.

### **Tasa de Supervivencia.**

Una vez estimada la duración del ciclo de oviposición y mediante el valor de la pendiente ( $\beta = 0.54523$ ) obtenida de la regresión lineal aplicada a los datos, de acuerdo a la fórmula de la tasa de paridad de MacDonald (1952) modificada por Davidson (1954) la tasa de supervivencia diaria de las poblaciones naturales de *Ae. aegypti* fue estimada en 0.87 usando la raíz 5.

Este valor fue calculado al resolver la ecuación de  $P_1 = n\sqrt{P}$ , donde "n" fue substituido por el número de días del ciclo gonotrófico (5). Por otra parte, Holmes y Birley (1987) mencionaron que mediante el método de las series de tiempo para el ciclo de oviposición, también se puede obtener la tasa de supervivencia por ciclo. Este estimador corresponde al valor de la pendiente ( $\beta$ ) de la ecuación de regresión, el cual a su vez se refiere al número de días de retraso (lag time) que definen el ciclo de oviposición, siempre y cuando se demuestre estadísticamente que el valor del intercepto ( $\alpha$ ) es igual a cero. En base a lo anterior se procedió a aplicar una prueba de  $t$  (de Student) para el intercepto ( $\alpha$ ), donde la hipótesis nula es  $H_0: \alpha = 0$  y la alterna es  $H_a: \alpha \neq$  de cero, y usando el error estandar de ( $\alpha$ ) según Sokal y Rohlf (1981). El valor de  $t$  fue de 0.64 y este es inferior al de tablas, para dos colas y con 8 grados de libertad. En base a esto se aceptó la hipótesis nula, y por lo tanto la pendiente ( $\beta$ ) expresa también la supervivencia por ciclo gonotrófico. Este estimador fue de 0.49.



La fluctuación poblacional de *Ae. aegypti* colectados diariamente sobre cebo humano, muestra dos picos de crecimiento poblacional durante los días de estudio, el primero ligeramente superior el día 14 y el segundo el día 22 de Octubre (Fig. 1).

La estructura de edades fisiológicas de *Ae. aegypti* y su variación estacional durante las series de tiempo se presenta en la Fig. 2. La proporción de hembras nulíparas sólo fue mayor que las paridas y grávidas los días 18 y 19, mientras que los días 14 y 21 fue igual que las paridas y mayor que las grávidas; durante el 17, 18 y 19 fue ligeramente igual y estable, y del 26 hasta el final de los muestreos fue menor y casi igual que las grávidas. La proporción de las hembras paridas en la mayoría de los muestreos fue mayor que las nulíparas y grávidas, el día 14 y 21 sólo fue igual que las nulíparas y mayor que las grávidas, mientras que los días 19 y 20 fue menor que las nulíparas y mayor que las grávidas. Respecto a la proporción de las grávidas estas hembras sólo registraron tres picos poblacionales el día 14, 16 y 18, aunque no lograron revasar a las nulíparas y paridas durante los muestreos diarios.

La relación entre la temperatura el total de hembras y el total de hembras paridas de *Ae. aegypti* respectivamente, colectadas diariamente del 14 al 27 del mes de Octubre. A igual que las poblaciones capturadas semanalmente durante todo el estudio no muestran efectos evidentes por este factor físico ambiental (Fig. 3 y 4).

### **Estructura de Edades.**

Durante el período de estudio que comprendió del mes de Abril al mes de Octubre de 1991, se capturaron 722 mosquitos de *Aedes aegypti* L. atraídos a cebo humano en la colonia "Francisco I. Madero" de la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México.

La composición de la edad fisiológica, el número y el total de hembras capturadas por muestreo, así mismo muestra el total y los porcentajes de hembras nulíparas, paridas y grávidas que resultaron a lo largo de todos los muestreos realizados semanalmente se presentan en el Cuadro 4. Del total de hembras capturadas, 300 correspondieron a paridas, 279 a nulíparas y 143 a grávidas. La población más alta se registró durante la 17:00-18:00 horas en el mes de Octubre. Respecto a los porcentajes de cada una de las clases, se observa que entre las paridas y nulíparas no hubo diferencias significativas, en comparación con las grávidas. La clase de paridas representaron el 41%, las nulíparas el 39% y las grávidas el 20%. Durante todo el período de estudio las hembras paridas y nulíparas comprendieron el 80% del total de hembras capturadas.

La fluctuación poblacional de *Ae. aegypti* colectados mediante cebo humano; muestra dos picos de crecimiento poblacional claramente definidos durante los meses de estudio, el primero a principios del mes de Junio y el segundo a principios del mes de Octubre (Fig. 5).

La estructura de edades fisiológicas de *Ae. aegypti* y su variación estacional que resultó durante los meses de estudio, se puede observar que la proporción de hembras nulíparas, paridas y grávidas fue menor y casi idéntica en los meses de Abril, Mayo, Julio y Agosto las cuales representaron el 30 %, sin embargo en los meses de Junio, Septiembre y Octubre fue mayor y comprendieron el 70 %. Respecto a la proporción de hembras nulíparas estas rebasaron a las paridas y grávidas a finales del mes de Junio y de Septiembre, las cuales en estos meses representaron el 23 %. La proporción de hembras paridas solamente fue mayor que las nulíparas y las grávidas a principios del mes de Junio, en el cual comprendieron el 8 %, mientras que en el mes de Octubre fue igual que las nulíparas y mayor que las grávidas, en estos meses las paridas comprendieron el 18 %. Así mismo, la proporción de hembras grávidas muestra dos picos, a

principios del mes de Junio y de Octubre, aunque no lograron rebasar a las nulíparas y paridas, durante estos meses las gravidas representaron el 9 % (Fig. 6).

Respecto a la relación entre la temperatura y el total de hembras capturadas se observa que este factor físico ambiental permaneció estable durante el período de estudio y no influyó en el total de hembras colectadas (Fig. 7).

En cambio, la relación entre la precipitación y el total de hembras capturadas, muestra que este factor físico ambiental fue determinante para la fluctuación poblacional de *Ae. aegypti*, principalmente en el mes de Junio, finales de Septiembre y principios de Octubre, período que comprende la estación lluviosa en la ciudad (Fig. 8).

En relación con la precipitación y el total de hembras nulíparas y paridas, nuevamente se observó un efecto evidente por las lluvias en estas poblaciones, durante el mes de Junio, finales de Septiembre y principios de Octubre. Los dos picos para las hembras nulíparas y paridas son casi iguales, aunque el de las nulíparas fue ligeramente superior a finales del mes de Septiembre. Durante el mes de Julio al mes de Agosto se registraron las poblaciones más bajas de estas clases (Fig. 9).

Así mismo, la relación entre la precipitación y el total de hembras paridas y grávidas a igual que en las edades anteriores, el efecto por la lluvia influyó en estas poblaciones principalmente en el mes de Junio y de Octubre. Los dos picos para las hembras paridas y grávidas son también casi iguales, aunque el de las paridas fue ligeramente superior. Durante los meses de Abril, Mayo y Agosto se presentaron las poblaciones más bajas de estas clases. Así mismo es importante señalar que a través de los muestreos, la mayoría de las hembras grávidas

estaban llenas de huevos, o sea no habían ovipositado y aun así fueron colectadas tratando de alimentarse (Fig. 10).

Al comparar la relación entre la temperatura y el total de hembras nulíparas-paridas, y paridas y grávidas respectivamente, se observó que la temperatura se mantuvo estable durante todo el período de estudio y este factor no influyó sobre estas clases (Fig. 11 y 12). Lo mismo ocurrió para el total de hembras alimentadas y no alimentadas (Fig. 15).

Por otro lado se muestra el estatus trófico de las hembras de *Aedes aegypti* colectadas sobre cebo humano. La población registró dos picos significativos durante los meses de estudio, el primero a principios del mes de Junio para las hembras no alimentadas (sin sangre) y el segundo a principios del mes de Octubre para las hembras alimentadas (con sangre). El pico de Octubre es el más importante dado que en este mes se registró la mayor transmisión de dengue en el área metropolitana. Así mismo se observa que durante este mes la incidencia de hembras alimentadas es mayor que las no alimentadas (Fig. 13).

Mientras que la relación entre la precipitación y el total de hembras alimentadas y no alimentadas, muestra en estas poblaciones aunque bajas, un efecto evidente por la lluvia a principios del mes de Junio y de Octubre respectivamente. Los picos tanto para las hembras alimentadas como para las no alimentadas, en el mes de Junio fueron casi iguales, mientras que a principios del mes de Octubre las poblaciones de hembras alimentadas fue ligeramente superior que las no alimentadas. Durante los meses de Abril, Mayo y Agosto se registraron las poblaciones más bajas (Fig. 14).

## DISCUSION

Tradicionalmente el monitoreo de las poblaciones de *Ae. aegypti* en los programas de vigilancia epidemiológica, se ha llevado a cabo mediante el uso de los índices larvales, como el de casa, de recipiente y el de Bretau, pero ya se ha demostrado que el monitoreo de la población de adultos es un indicador más importante. En República Dominicana la evaluación de la aplicación de adulticidas mediante ultra bajo volúmen, se llevó a cabo con mayor precisión mediante el monitoreo de densidad de hembras antes y después de la aplicación; inclusive no hubo correlación entre la abundancia de adultos y los índices larvales (Tidwell y cols. 1990).

En México, la Secretaría de Salud todavía usa los índices larvales como criterio para aplicar selectivamente el Abate en las zonas metropolitanas, no obstante que implica un gasto oneroso de recursos económicos y humanos, para cubrir cada una de las casas ubicadas en los puntos endémicos de las ciudades. La captura con cebo humano es un método más rápido, barato y preciso, y de ahí se deriva la importancia y buena interpretación que se debe hacer de los datos del presente estudio.

### **Ciclo Gonotrófico.**

El ciclo gonotrófico y la tasa de supervivencia, además de ser estrategias adaptativas del ciclo de vida de Culicidae, son los dos parámetros más importantes para la estimación de la capacidad vectorial (Birley y Boorman, 1982; y Birley, 1984). Así mismo, permiten cuantificar el mecanismo de transmisión de una enfermedad en localidades específicas (Mutero y Birley, 1987).

Existe un gran número de estudios sobre ciclo gonotrófico de *Ae. aegypti*, por lo que sólo se mencionaran aquellos que son clásicos, con el fin de compararlos con los resultados obtenidos aquí. En este estudio, la distribución relativamente uniforme de las capturas sugiere que las poblaciones fueron muestreadas de una manera consistente durante los 16 días consecutivos. Esto permitió determinar la duración del ciclo gonotrófico mediante las correlaciones cruzadas de las series de tiempo. El estimador calculado fue de 5 días a una temperatura de 25.5°C, y es similar al reportado por Wijeyaratne y cols (1974), quienes lo estimaron en 4 días.

También en otro estudio realizado en Florida, liberando hembras de *Ae. aegypti* marcadas y registrando los huevos en ovitrampas por 21 días consecutivos (confirmando la ausencia de *Ae. aegypti* nativo), se estimó en 5 días el primer ciclo, mientras que los siguientes se presentaron a intervalos de 4 días, con los picos de oviposición a los 8, 12 y 16 días respectivamente (Seawright y cols., 1977).

Por otro lado, para poblaciones estudiadas en Africa se ha reportado una duración del ciclo de 4 días a 24°C en Dar-es-Salaam, Tanzania (McClelland y Conway, 1971). En el Alto Volta fue estimado con un rango de 2.2 a 3.8 días durante la estación caliente (Hervy, 1977). También en Kenia a nivel rural, mediante captura con cebo humano se reportó que el primer ciclo de *Ae. aegypti* duró entre 5 - 7 días, y los siguientes fueron de 4 - 5 días (Trpis y Hausermann 1986).

Así mismo, en un estudio efectuado en Tailandia mediante marcaje y recaptura de mosquitos no lograron determinar la duración del ciclo gonotrófico de *Ae. aegypti*, pero los investigadores supusieron que fue de alrededor de 3 días, a una temperatura de 28.5°C

(Sheppard y cols, 1969) . Estos resultados fueron confirmados con los obtenidos en otro estudio en Bangkok, en el cual se reportó que la duración del ciclo gonotrófico de las poblaciones de *Ae. aegypti* fue de 3 días (Reporte no publicado ARU, Mayo de 1970; cit. por Dye, 1984). Así mismo en otro estudio se consideró que el ciclo gonotrófico duraba 3.14 días (Dye, 1984).

Es notorio que estos reportes para Asia, si difieren al obtenido en este estudio. Probablemente la temperatura explique en parte esta diferencia. El reporte esta dado para 28.5°C, mientras que los de Africa mencionan 24°C. El ciclo se acorta a temperaturas altas.

Respecto a la especie *Ae. albopictus*, el ciclo se calculó en un promedio de 4.6 días a 26°C para las poblaciones de Calcuta (India) (Gubler y Bhattacharya, 1971). Bajo condiciones de campo, mediante marcaje-recaptura, se ha calculado que transcurren 2 días entre la emergencia y la primera alimentación, mientras que la duración promedio del primero y segundo ciclo fue de 5 días (Mori y Wada, 1977).

### **Tasa de Supervivencia.**

Es un parámetro crítico que esencialmente permite determinar el tamaño y estabilidad poblacional de un vector potencialmente infectante, así como la producción total de huevos (Miller y cols, 1973). Es también la más importante determinante de la duración (longevidad) o expectativa promedio teórica de vida infectante de un mosquito (MacDonald, 1957; Bruce y Chwatt, 1985). Y puede ser mayor en áreas altamente endémicas (Mutero y Birley, 1987).

La tasa de supervivencia diaria de las poblaciones naturales de *Ae. aegypti* de Monterrey Nuevo León fue estimada en 0.87, de acuerdo al método de Holmes y Birley (1987). Es decir el

número de días del ciclo gonotrófico, fue la raíz (quinta) que se calculó de la tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico ( $\sqrt[5]{0.49}$ ). Estos resultados se asemejan con los obtenidos en diferentes partes del mundo. Por ejemplo en Bangkok fue estimada en 0.81 (Sheppard y cols, 1969); en Georgia en 0.82 (Seawright y cols, 1977); en Kenia en 0.89 (MacDonald, 1977) y en 0.82 (Tpris y Hausermann, 1986); y en Nueva Orleans en 0.85 (Focks y cols, 1981).

Estos valores son más bajos que el reportado para el caso de *Ae albopictus*, una especie asiática e incluso un vector más competente que *Ae. aegypti* para el dengue. En Nueva Orleans para esta especie, mediante la técnica de marcado-recaptura, se obtuvo un estimador de 0.77 para ambos sexos (Hawley y cols, 1988). No obstante, cuando se calculó con el método de la paridad en Japón, los valores de "p" fluctuaron entre 0.71 y 0.88, y esto corresponde a una longevidad promedio de 2.9 - 7.8 días por hembra (Mori y cols, 1978). Para esta misma especie, pero en las zonas tropicales, los estimadores de "p" para la esperanza de vida infectiva son de 0.2 a 2.2 días por hembra (en base a un período extrínseco de 10 días para el virus del dengue) (Hawley y cols., 1988).

### **Estructura de Edades y Estado Trófico**

El conocimiento de la estructura de edades fisiológicas de un vector, permite determinar la ocurrencia (medir específicamente) y composición verdadera de los diferentes individuos en una población. Esto da la pauta para implementar y optimizar con un criterio más objetivo las diversas medidas de control de un vector en áreas endémicas epidemiológicamente importantes (Detinova, 1962).



Los procedimientos para estimar la tasa de supervivencia y ciclo gonotrófico a nivel de campo se basan en métodos horizontales y verticales. La aplicación y evaluación de estos últimos requieren del conocimiento de la composición de la estructura de edades de la población. La tasa de paridad o proporción de hembras más longevas y que han ovipositado, es el parámetro más importante de la supervivencia del vector, porque es un índice que permite estimar la tasa de supervivencia promedio de la población de un vector, en el curso de cada ciclo gonotrófico (MacDonald, 1952; Davidson, 1954). También ha sido usada para determinar la composición de diversas poblaciones de una misma especie o de una misma población bajo diferentes condiciones ambientales.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que la proporción de nulíparas y paridas fue igual y que se mantuvo constante (composición de la edad) en la mayor parte del período de estudio. No obstante fue mayor en los meses de Junio, Septiembre y de Octubre, y fue significativamente mayor que la proporción de las grávidas.

Se encontró que durante el período de estudio la población registró dos picos significativos. El primero fue para las hembras no alimentadas (sin sangre) en el mes de Junio, y el segundo en Octubre para las hembras alimentadas (con sangre roja). Epidemiológicamente el pico más importante fue el registrado en el mes de Octubre, dado que la mayor transmisión de dengue ocurrió en este mes (Ureña, 1990), además la incidencia de las hembras alimentadas con sangre puede incrementar la capacidad vectorial del mosquito.

También se registró en las colectas un alto porcentaje de hembras grávidas con gran cantidad de huevos completamente formados (sin ovipositar), y aún así fueron capturadas tratando de alimentarse. Lo anterior es un indicador de alimentaciones parciales (interrumpidas)

en el vector, las cuales son el resultado del comportamiento defensivo de los hospederos hacia los mosquitos (Edman y Scott, 1987). Desde principios del siglo hay reportes del gran número de alimentaciones sanguíneas de *Ae. aegypti*. Una hembra llega a tomar hasta 12 y 15 comidas en 31 y 60 días respectivamente (Macfie, 1915; Howard, 1923). El mayor registro corresponde a 44 comidas en 100 días de vida de una hembra que fue mantenida bajo condiciones de laboratorio (Madhukar y Jones, 1974).

En este estudio en las colectas semanales se capturaron 443 hembras entre paridas y grávidas, y de ellas 167 presentaron diferentes cantidades visibles de sangre fresca (roja) en el mesenterón. El 47% fue para las hembras colectadas en los meses de Septiembre y Octubre. Es decir cuando se presentó el pico poblacional del vector.

En relación a las capturas diarias (del 14 al 29 de Octubre), se colectaron 697 hembras paridas, nulíparas y grávidas. De las cuales 170 tenían sangre fresca en el estomago. 111 (16%) fueron paridas y 59 (8.5%) grávidas respectivamente. En esta especie es ampliamente conocido que el comportamiento alimenticio tiende a mantenerse aunque la ovogénesis esté avanzada. En poblaciones silvestres el 33% de las hembras eran grávidas cuando fueron capturadas con cebo humano en Malasia (Macdonald, 1956).

En este sentido *Ae. aegypti* es una especie muy plástica. La inhibición de la búsqueda del hospedero en *Ae. aegypti* se debe a la distensión abdominal por la sangre ingerida (Klowden y Lea, 1984). La máxima inhibición se presenta a las 48 horas postalimentación (Davis, 1988).

Existe un volúmen umbral de sangre que desencadena la inhibición alimenticia y si éste no es rebasado el mosquito continúa alimentandose. Una hembra de *Ae. aegypti* que ingiere más

de 2.5 µl de sangre continua buscando un hospedero para alimentarse (Klowden y Lea, 1978). Conceptualmente es un tipo críptico de alimentación múltiple (aunque la sangre no sea identificable serológicamente), porque ocurre una segunda alimentación antes de que la hembra deposite los huevos producto de la primera (Klowden y Lea, 1984). El fenómeno ha evolucionado debido a la defensa del hospedero, y por lo mismo es más común en las hembras que ya tienen más de un ciclo gonotrófico. Por consiguiente es claro el mayor potencial vectorial que tiene este segmento de la población.

Ahora bien, respecto a los factores físico ambientales la precipitación fue determinante para la población del vector, principalmente en el mes de Junio, finales de Septiembre y principios de Octubre período que comprende la estación lluviosa en la ciudad. El pico del mes de Octubre es el más importante porque ocurrió después de la temporada de lluvias. Estos resultados concuerdan con los reportados por Jumali y cols (1979) quienes mencionaron que el incremento de la transmisión de dengue se asocia con la temporada de lluvias. Así como también por lo señalado por Herrera (1989) quien encontró que el pico de casos de dengue en la República Mexicana ocurre durante los meses de Octubre y Noviembre, después del período de lluvias.

Finalmente, que la temperatura no influyó sobre la población, lo que indica que el vector es independiente de este factor, debido a que la temperatura ambiental (del aire) no está asociada directamente con la población de los mosquitos adultos. Más bien es la temperatura del agua del criadero la que determina la tasa de desarrollo larval y la emergencia de los adultos. Pero las temperaturas altas sí afectan la duración del ciclo gonotrófico, como ya se señaló anteriormente.

## CONCLUSIONES

- 1.- La duración del ciclo gonotrófico de las poblaciones naturales de *Aedes aegypti* en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México, fue estimado en cinco días, a una temperatura promedio de 25.5°C.
- 2.- La tasa de supervivencia diaria de *Ae. aegypti* fue estimada en 0.87.
- 3.- La tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico de *Ae. aegypti* fue estimada en 0.49.
- 4.- Durante el período de estudio que comprendió de Abril a Octubre, la fluctuación poblacional de *Aedes aegypti* definió dos picos de crecimiento poblacional. A principios del mes de Junio y de Octubre respectivamente.
- 5.- En los meses de Junio, Septiembre y Octubre se presentó la mayor proporción de hembras nulíparas, paridas y grávidas de *Aedes aegypti*.
- 6.- Para todo el período de estudio las hembras paridas y nulíparas comprendieron el 80%, y sólo en el mes de Junio y de Octubre las paridas representaron el 18%.
- 7.- De los factores físicos ambientales la precipitación fue determinante para las poblaciones de *Aedes aegypti*, principalmente en el mes de Junio, finales de Septiembre y principios de Octubre.

8.- La población de hembras alimentadas (con sangre roja) fue ligeramente mayor que las no alimentadas a principios del mes de Octubre, mientras que en el mes de Junio fueron casi iguales.

## LITERATURA CITADA

- Becker, N., Djakaria, S., Kaiser, A., Zulhasril, O., and Ludwig, W.H. 1991. Efficacy of a new tablet formulation of an asporogenous strain of *Bacillus thuringiensis israelensis* against larvae of *Aedes aegypti* . Bull. Soc. Vector Ecol., 16 (1): 176-182.
- Birley, H. M., and Boorman, T. P. J. 1982. Estimating the survival and rates of haematophagous insects, with particular reference to the *Culicoides obsoletus* group (Diptera, Ceratopogonidae) in southern England. J. Anim. Ecol. 51: 135-148.
- Birley, H. M., Rajagopalan, K. P. 1981. Estimation of the survival and biting rates of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. Vol. 18, No. 3: 181-186.
- Birley, M. H. 1984. Estimation, tactics and disease transmission. Pest and Pathogen Control: Strategic, Tactical and Policy Models (Ed. by G. R. Conway), pp. 488, Wiley IAASA International Series on Applied Systems Analysis, 13, Chichester.
- Bruce-Chwatt, L. J. 1985. Essential Malariology. 2nd ed. London: W. Heineman Medical Books.
- Carey, D. E. 1971. Chikungunya and dengue: a case of mistaken identity?. J. Hist. Entomol., 25 (3): 158-164.
- Carrada, T., Vazquez, L., y López, I. 1984. La Ecología del Dengue y el *Aedes aegypti* . Cuarta parte. Salud Pública. México. 26 (5): 296-311.

- Chadee, D. D. 1988. Landing periodicity of the mosquito *Aedes aegypti* in Trinidad in relation to the timing of insecticidal space-spraying. *Medical and Veterinary Entomology*. 2, 189-192.
- Chadee, D. D. 1991. Seasonal incidence and vertical distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, W. I. *Journal of The American Mosquito Control Association*. Vol. 7, No.
- Chadee, D. D. and Corbet, S. P. 1987. Seasonal incidence and diel patterns of oviposition in the field of the mosquito *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae) in Trinidad, West Indies: A preliminary study. *Ann. Trop. Med. Parasit.* 81(2): 151-161.
- Christophers, S. R. 1960. *Aedes aegypti* (L), the yellow fever mosquito, its Life History, Bionomics and Structure. Cambridge University Press. 739 p.
- Clements, A. N. 1963. *The Physiology of Mosquitoes*. Pergamon Press. New York. 185 p.
- Corbet, S. P. and Smith, M. S. 1974. Diel periodicities of landing of nulliparous and parous *Aedes aegypti* (L.) at Dar es Salaam, Tanzania (Diptera, Culicidae). *Bull. Ent. Res.* 64, 111-121.
- Davidson, G. 1954. Estimation of the survival rate of anopheline mosquitoes in nature. *Nature*. London. 174, 792-793.

- Davis, E. E. 1984. Development of lactic acid-receptor sensitivity and host-seeking behaviour in newly emerged female *Aedes aegypti* mosquitoes. *Journal Insect Physiology*. 30, 287-295..
- Davis, E. E. 1988. Structure-response relationship of the lactic acid-excited neurones in the antennal grooved-peg sensilla of the mosquito *Aedes aegypti* *J. Insect Physiol.* 34, 443-449.
- Detinova, T. S. 1962. *Age-grouping methods in Dipters of Medical Importance*. WHO Geneva, Switzerland.
- Dye C. 1984. Models for the population dynamics of the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti* . *Journal Animal Ecology*. Vol: 53, 247-268.
- Edman, D. J. 1970. Rate of digestion of vertebrate blood in *Aedes aegypti* (L.). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* Vol. 19 No. 6, 1031-1033.
- Edman, J. D. and Scott T. W. 1987. Host defensive behavior and the feeding success of mosquitoes. *Insect Sci. Applic.* Vol. 8, Nos. 4 / 5/6, 617-622.
- Focks, A. D., Sackett, R. S., Bailey, L. D. and Dame, A. D. 1981. Observations on container-breeding mosquitoes New Orleans, Louisiana, with an estimate of the population density of *Aedes aegypti* (L.). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 30 (6), 1329-1335.



- Garret-Jones, C. and Grab, B. 1964. The assesment of insecticidal impact on the proportion of parous female. Bulletin of the World Hearth Organization. 31, 71-86.
- Gillet, J. D. 1956. Initiation and promotion of ovarian development in the mosquito *Aedes (Stegomia ) aegypti (Linnaeus )*. Ann. Trop. Med. Parasitol. 50: 375-380.
- Gómez, D. H. 1991. The dengue control program in México and perspectives for the future. Mosquito Vector Symposium. Journal of The American Mosquito Control Association. Vol. 7, No. 4: 644-645.
- Gómez, D. H. 1992. Monografía sobre la epidemiología del dengue. Secretaría de Salud. Dirección General de Epidemiología. Ed. América, México. 57 p.
- Gratz, G. N. 1990. The Arboviruses. Dengue, Yellow Fever and Japanese Encephalites. VBC. Tropical Disease. No. 5: 36 p.
- Gratz, G. N. 1991. Emergency control of *Aedes aegypti* as a disease vector in urban areas. Journal of The American Mosquito Control Association. Vol. 7, No. 3: 353-365.
- Gubler, D. J. and Bhattacharya.N. C. 1971.Observations on the reproductive history of *Aedes (Stegomyia) albopictus* in the laboratory. Mosq. News. 31: 356-359.
- Halstead, S. B. 1988. Pathogenesis of dengue: Challenges to Molecular Biology. Science. Vol. 239: 476-481.

- Harvy, J. P. 1977. Experiments of mark-release-recapture on *Aedes aegypti* in West African Sudanese savannah. I. Trophogonic cycle. Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie, 15, 353-364.
- Hawley, W. A. Pumpuni, C. B. Brady, R. H. and Craig, G. B Jr. 1988. Overwintering survival of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) eggs in Indiana, U. S. A. J. Med. Entomol. (in press).
- Herrera, B. E. 1989. Situación actual del Dengue en México. IV Simp. Nal. Entomol. Med. Vet. (SME). 13 p.
- Holmes, R. P. and Birley, H. M. 1987. An improved method for survival rate analysis from time series of haematophagous Diptera populations. Journal of Animal Ecology. 56, 427-440.
- Howard, L. O., Dyar, H. G. and Knab. 1912. The Mosquitoes of North and Central America and the West Indies. Vol. I. Carnegie Institution, Washington.
- Ikeshoji, T. 1985. Age structure and mating status of the male mosquitoes responding to sound. Jpn. J. Sanit. Zool. 36, 95-101.
- Jacob, L. M. and Bevier, A. G. 1969. Application of ovitraps in the U. S. *Aedes aegypti* eradication program. Mosquito News. Vol. 29, No. 1: 55-62.
- Jumali, S., Gubler, D. J., Nalim, S., Eram, S. and Sulianiti, S. J. 1979. Epidemic dengue haemorrhagic fever in rural Indonesia III. Entomological studies. Am. J. Trop. Med. Hyg. 28, 717.

- Karabatsos, W. 1985. International catalog of arboviruses including certain other viruses of vertebrates. Am. Soc. Trop. Med. Hyg. 3a ed. 1147 p.
- Klowden, M. J. 1979. Abdominal distention terminates subsequent host-seeking behavior of *Aedes aegypti* following a blood meal. Journal Insect Physiology. 25, 349-351.
- Klowden, M. J. and Lea, A. O. 1984. Blood feeding affects age-related changes in the host-seeking behavior of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) during oocyte maturation. J. Med. Entomol. Vol. 23, No.3: 274-277.
- Knigt, 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. Vol. VI. 611 p.
- Koopman, S. J., Prevots, D. R., Vaca, M. M. A., Gomez, D. H., Zarate, A. M. L., Longini. Jr. I. M. and Sepulveda, A. J. 1990. Determinants and Predictors of Dengue Infection in México. American Journal of Epidemiology. Vol. 133. No. 11:1168-1178.
- Lehane, J. M. 1985. Determining the age of an insect. Parasitology Today. Vol. 1. No. 3: 81-85.
- Loyola, E. E. 1991. Comunicación personal. Centro de Investigaciones contra el Paludismo. Tapachula, Chiapas. México.

- McClelland, H. G. A. and Conway, R. G. 1971. Frequency of Blood Feeding in the Mosquito *Aedes aegypti*. Nature. London. Vol. 232, 485-486.
- MacDonald, G. 1952. The analysis of sporozoite rate. Trop. Dis. 49, 569-585.
- MacDonald, G. 1957. The Epidemiology and Control of Malaria. Oxford University Press. London.
- MacDonald, P T 1977. Population characteristics of domestic *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) in villages on the Kenia coast. II. Dispersal within and between villages. J. Med. Entomol. 14: 49-53.
- Macdonald, W. W. 1956. *Aedes aegypti* in Malaya. II. Larval and adult biology. Ann. Trop. Med. Parasitol. 50, 399-414.
- Macfie, J. W. S. 1915. Observations on the bionomics of *Stegomyia fasciata* . Bull. Ent. Res. 6, 203-229.
- Madhukar, B. V. and Jones, J. C. 1974. How many blood meals does a mosquito take. Mosquito News. Vol. 34, No. 3: 332-333.
- Mattingly, P. F. 1969. The biology of mosquito-borne disease. George Allen & Unwin Ltd, Londres.

- McGregor, I. A. 1976. Epidemiology and control of malaria. In *Epid. and Community Hearth in Warm Climate Countries*. Edited by R. Cruckshank, K. L. Standasd, and H. B. L. Rusell. London, Churchill Livingtone. 202-222.
- Metcalf, R. L. 1975. "Pest management strategies for the control the insects affecting man and domestic animals". *Introduction to Insect Pest Management*. RL Metcalf and W Luckman (Eds). (John Wiley & Sons, New York. 597 p.
- Miller, D. R., Weidhass, D. E. & Hall, R. C. 1973. Parameter sensivity in insect population modelling. *Journal of Theoretical biology*. 42, 263-274.
- Miller, D. R., Weildhass, D. E. and Hall, R. C. 1973. Parameter sensitivity in insect population modelling. *J. Theoretical Biol*. 42, 263-274.
- Mori, A. and Wada Y. 1978. The seasonal abundance of *Aedes albopictus* in Nagasaki. *Trop. Med*. 20: 29-37.
- Morlan, B. H. and Hayes, O. R. 1958. Urban dispersal and activity of *Aedes aegypti*. *Mosquito News*. Vol. 18, No. 2: 137-144.
- Mutero, M. C. and Birley, H. M. 1987. Estimation of the survival rate and oviposition cycle of field populations of malaria vectors in Kenia. *Journal of Applied Ecology*. 24, 853-863.
- Mutero, M. C. and Birley, H. M. 1989. The effect of pre-gravid development on the estimation of mosquito survival rates. *Journal of Applied Entomolgy*. 107, 96-101.

- Nasci, S. R. 1991. Influence of Larval and Adult Nutrition on Biting Persistence in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal Medical Entomology*. 28 (4): 522-526.
- Pant, C. 1987. Vector-borne disease of man and their socio-economic impact. *Insect Sci. applic.* Vol. 8, Nos. 4/5/6, 655-664.
- Qiu, X. F., Chen, Q. Q., Ho, Y. Q., Chen, Z. W., Zhao, Z. G., and Zhao, W. B. 1991. The first epidemic of dengue hemorrhagic fever in the people's Republic of China. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 44 (4): 364-370.
- Reyes, V. F. 1990. El dengue. Binomía del vector, transmisión y opciones para su control en México. *Ciencia*. 41, 45-55.
- Roth, L. M. 1948. A study of mosquito behavior. An experimental laboratory study of the sexual behavior of *Aedes aegypti*. *Amer. Midl. Natur.* 40, 265-352.
- Rueda, M. L., Patel, J. K., Axtell, C. R. and Stinner, E. R. 1990. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 27 (5): 892-898.
- Russell, P. F., West, L. S., Manwell, R. D. and MacDonald, G. 1963. *Practical methods Malariology*, 2nd Ed. London, Oxford University Press.

Seawright, A. J., Dame, A. D. and Weidhaas, E. D. 1977. Field survival and ovipositional characteristics of *Aedes aegypti* and their relation to population dynamics and control. *Mosquito News*. Vol. 37, No. 1: 62-70.

Secretaría de Salubridad y Asistencia. 1990. Paludismo y otras enfermedades transmitidas por vector. Situación Epidemiológica del Dengue en México en 1989. Dirección General de Epidemiología. Vol 2, No. 1: 14-18.

Sheppard, P. M., Macdonald, W. W., Tonn, R. J. and Grab, B. 1969. The dynamic of and adult population of *Aedes aegypti* in relation to dengue haemorrhagic fever in Bangkok. *J. Anim. Ecol.* 38, 661-702.

Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1981. *Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. Second Ed. W. H. Freeman and Company. New York. 859 p.

Soper, F. L. 1967. Dynamics of *Aedes aegypti* distribution and density, seasonal fluctuations in the Americas. *WHO. Bull.* 36: 536-538.

Theiler, M. and Downs, W. J. 1973. *The arthropod-borne viruses of vertebrates. An Account of the Rockefeller Foundation Virus Program. 1951 to 1970*. Yale University Press. New Haven.

Tidwell, M. A., Williams, D. C., Carvalho, T. T., Peña, C. J., Gwinn, T. A., Focks, D. A., Zaglul, A. and Mercedes, M. 1990. Baseline data on *Aedes aegypti* population in Santo Domingo, Dominican Republic. *Journal American Mosquito Control Association*. Vol. 6, No.3: 514-522.

- Tinker, M. E. 1964. Larval habitat of *Aedes aegypti* (L) in the United States. *Mosq. News*. 24(4): 426-432.
- Trips, M. and Hausermann, W. 1986. Dispersal and other population parameters of *Aedes aegypti* in an African village and their possible significance in epidemiology of vector-borne diseases. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 35 (6): 1263-1279.
- Urefia, J. 1990. Instituto Mexicano del Seguro Social. (En prensa). Noviembre de 1990. Monterrey, N. L. México.
- Villarreal, L. M. 1988. Comunicación personal. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Monterrey, N. L. México.
- WHO. 1975. Manual on Practical Entomology in Malaria. Part I Vector Bionomic and Organization of Antimalaria Activities. WHO. Geneva 160
- WHO 1975. Manual on Practical in Malaria. Part II Methods and Techniques. WHO. Geneva. 620 p.
- WHO. 1982. Dengue fever surveillance. *Wkly. Epidem. Rec.* No. 40. (8).
- Wijeyaratne, P. M., Seawright, J. A. and Weidhass, D. E. 1974. Developmente and survival of a natural populations of *Aedes aegypti* . *Mosquito News*. 34: 36-42.



**ANEXO (CUADROS Y FIGURAS)**

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro No. 1. Composición de la estructura de edades y porcentaje de hembras nulíparas, paridas y grávidas de *Ae. aegypti* colectadas en el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. México.

Cuadro No. 2. Datos originales y transformados (filtrados) de las series de tiempo para hembras totales y paridas de *Ae. aegypti* capturadas mediante cebo humano, desde el 14 al 27 de Octubre de 1991 en Monterrey, N. L. México.

Cuadro No. 3. Coeficiente de correlación ( $r$ ) y valores de regresión cruzada ( $a$  y  $b$ ) del número de hembras totales contra hembras paridas durante diferentes series de tiempo de *Ae. aegypti* en Monterrey, N. L. México.

Cuadro No. 4. Composición de la estructura de edades y porcentaje de hembras nulíparas, paridas y grávidas de *Ae. aegypti* colectadas durante el período de muestreo en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. México.

Figura No. 1. Fluctuación poblacional de hembras de *Ae. aegypti* colectadas diariamente sobre cebo humano durante el mes de Octubre en Monterrey, N. L. México.

Figura No. 2. Estructura de edades de *Ae. aegypti* y su variación estacional durante el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L.

**Figura No. 3. Total de hembras de *Ae. aegypti* colectadas diariamente en el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la temperatura.**

**Figura No.4. Total de hembras paridas de *Ae. aegypti* colectadas diariamente el el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la temperatura.**

**Figura No. 5. Fluctuación poblacional de hembras de *Ae. aegypti* colectadas con cebo humano durante los meses de estudio en Monterrey, Nuevo León, México.**

**Figura No. 6. Estructura de edades de *Ae. aegypti* y su variación estacional durante los meses de estudio en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L.**

**Figura No. 7. Total de hembras de *Ae. aegypti* colectadas durante el período de muestreo en la colonia "Francisco I. Madero". Y su relación con la temperatura.**

**Figura No. 8. Total de hembras de *Ae. aegypti* colectadas durante el período de muestreo en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la precipitación.**

**Figura No. 9. Total de hembras nulíparas, paridas de *Ae. aegypti* colectadas durante los meses de estudio en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la precipitación.**

**Figura No. 10. Total de hembras paridas y grávidas de *Ae. aegypti* colectadas durante los meses de estudio en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la precipitación.**

**Figura No. 11. Total de hembras nulíparas y paridas de *Ae. aegypti* colectadas durante los meses de estudio en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la temperatura.**

**Figura No. 12. Total de hembras paridas y grávidas de *Ae. aegypti* colectadas durante los meses de estudio en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la temperatura.**

**Figura No. 13. Total de hembras de *Ae. aegypti* alimentadas (con sangre) y no alimentadas (sin sangre) colectadas sobre cebo humano en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N.L.**

**Figura No. 14. Total de hembras alimentadas (con sangre) y no alimentadas (sin sangre) de *Ae. aegypti* colectadas sobre cebo humano en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N.L. Y su relación con la precipitación.**

**Figura No. 15. Total de hembras alimentadas (con sangre) y no alimentadas (sin sangre) de *Ae. aegypti* colectadas sobre cebo humano en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N.L. Y su relación con la temperatura.**

**Cuadro 1.- Composición de la estructura de edades y porcentaje de hembras nulíparas, paridas y grávidas de *Aedes aegypti* L. colectadas en el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. México.**

	<b>NULIPARAS</b>	<b>PARIDAS</b>	<b>GRAVIDAS</b>	<b>TOTAL</b>
	30	20	80	
	14	22	10	46
	16	28	14	58
	21	29	6	56
	22	17	13	52
	22	7	4	33
	14	8	3	25
	19	19	3	41
	17	35	9	61
	11	30	0	41
	12	26	3	41
	12	23	7	42
	3	33	6	42
	4	24	3	31
	4	17	3	24
	3	18	3	24
	224	366	107	697
	32%	53%	15%	100%

**Cuadro 2.- Datos originales y filtrados de las series de tiempo para hembras totales y paridas de *Aedes aegypti* L. capturadas mediante dos cebos humanos, desde el 14 al 27 de Octubre de 1991 en Monterrey, N. L. México.**

	T		P	TF	PF
T	P			$Z_T = XT - b$	$(XT - 1)$
45	15	45-30	15-16	5.46	11.90
30	16	30-38	16-22	21.64	17.62
38	22	38-43	22-22	22.28	16.00
43	22	43-35	22-13	11.55	7.00
35	13	35-26	13-4	6.91	0.44
26	4	26-21	4-7	6.82	5.9
21	7	21-33	7-14	21.55	12.08
33	14	33-43	14-26	25.00	22.17
43	26	43-34	26-23	10.55	15.89
34	23	34-28	23-16	9.46	9.71
28	16	28-23	16-11	7.73	6.62
23	11	23-31	11-28	18.46	24.99
31	28	31-19	28-15	2.09	7.34
19	15	19-14	15-10	3.64	5.90
14	10	14-16	10-13	8.37	10.26
				$b=0.5452$	$b=0.2733$

**Cuadro 3.- Coeficiente de correlación (r) y valores de regresión cruzada (a y b) del número de hembras totales contra hembras paridas durante diferentes series de tiempos de *Aedes aegypti* L. en Monterrey, N. L. México.**

<b>Día</b>	<b>r</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
0	0.75192	3.57082	0.66253
1	0.20313	9.33157	0.18065
2	-0.39103	15.73603	-0.35556
3	-0.46967	17.13754	-0.46204
4	0.30712	6.91115	0.30397
5	<b>0.55250</b>	5.05564	0.49782
6	-0.09493	13.98932	-0.08305
7	-0.45966	19.06833	-0.40975
8	-0.20167	13.95371	-0.17634

**Cuadro 4.- Composición de la estructura de edades y porcentaje de hembras nulparas, paridas y grávidas de *Aedes aegypti* L. colectadas durante el período de muestreo en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. México.**

	NULIPARAS	PARIDAS	GRAVIDAS	TOTAL
	6	3	1	10
	6	5	4	15
	6	6	3	15
	0	5	1	6
	3	9	3	15
	5	13	8	26
	14	26	20	60
	14	18	4	36
	28	10	10	48
	15	8	4	27
	13	8	7	28
	5	13	10	28
	3	11	11	25
	8	10	6	24
	4	4	1	9
	0	9	2	11
	2	5	1	8
	11	11	3	25
	11	9	5	25
	5	5	1	11
	24	19	7	50
	43	27	5	75
	30	30	20	80
	19	19	3	41
	4	17	3	24
	279	300	143	722
	39%	41%	20%	100%



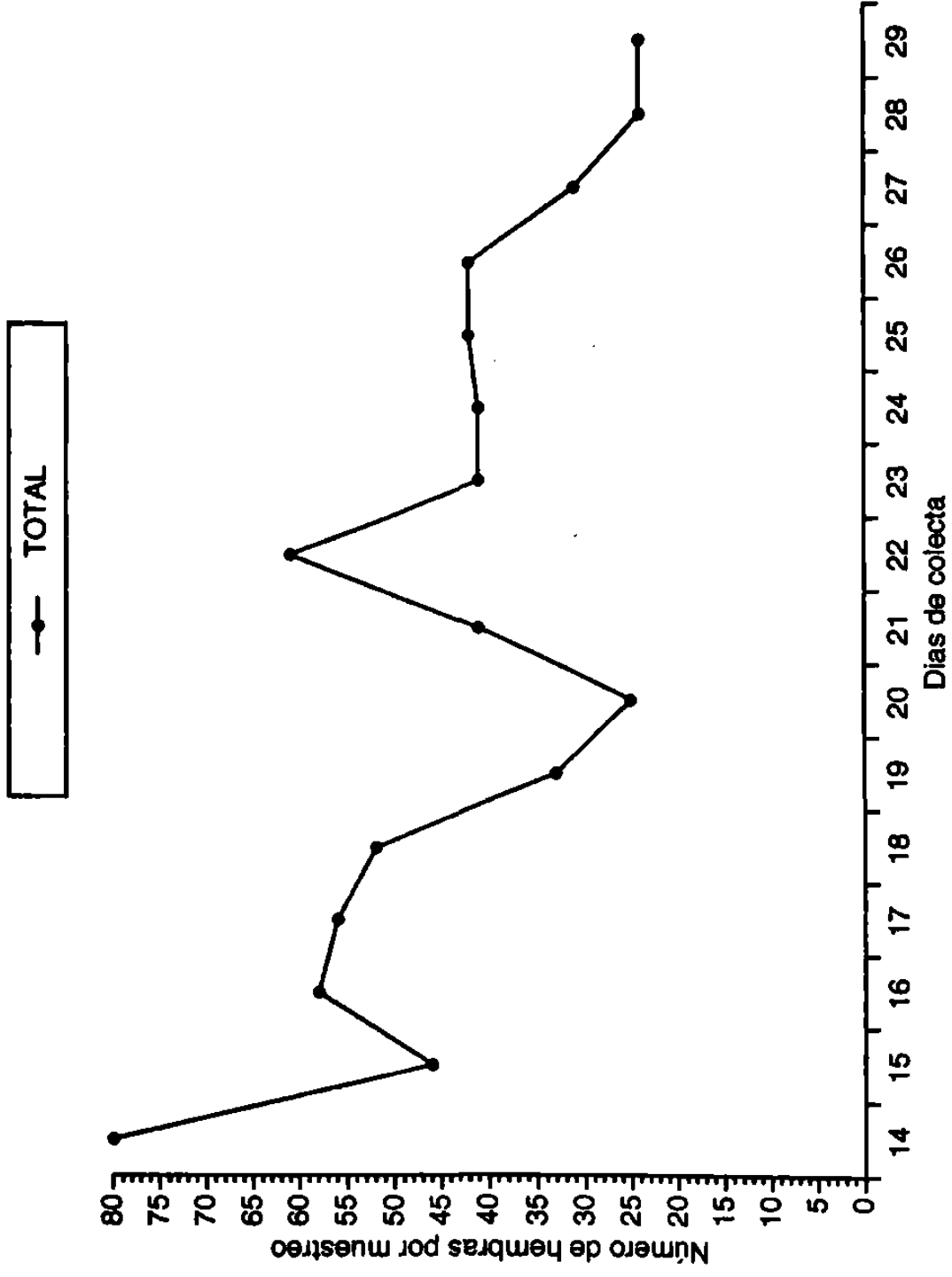


Fig. 1.- Fluctuación poblacional de hembras de *Aedes aegypti* L. colectadas diariamente sobre cebo humano en el mes de Octubre en Monterrey, Nuevo León, México.

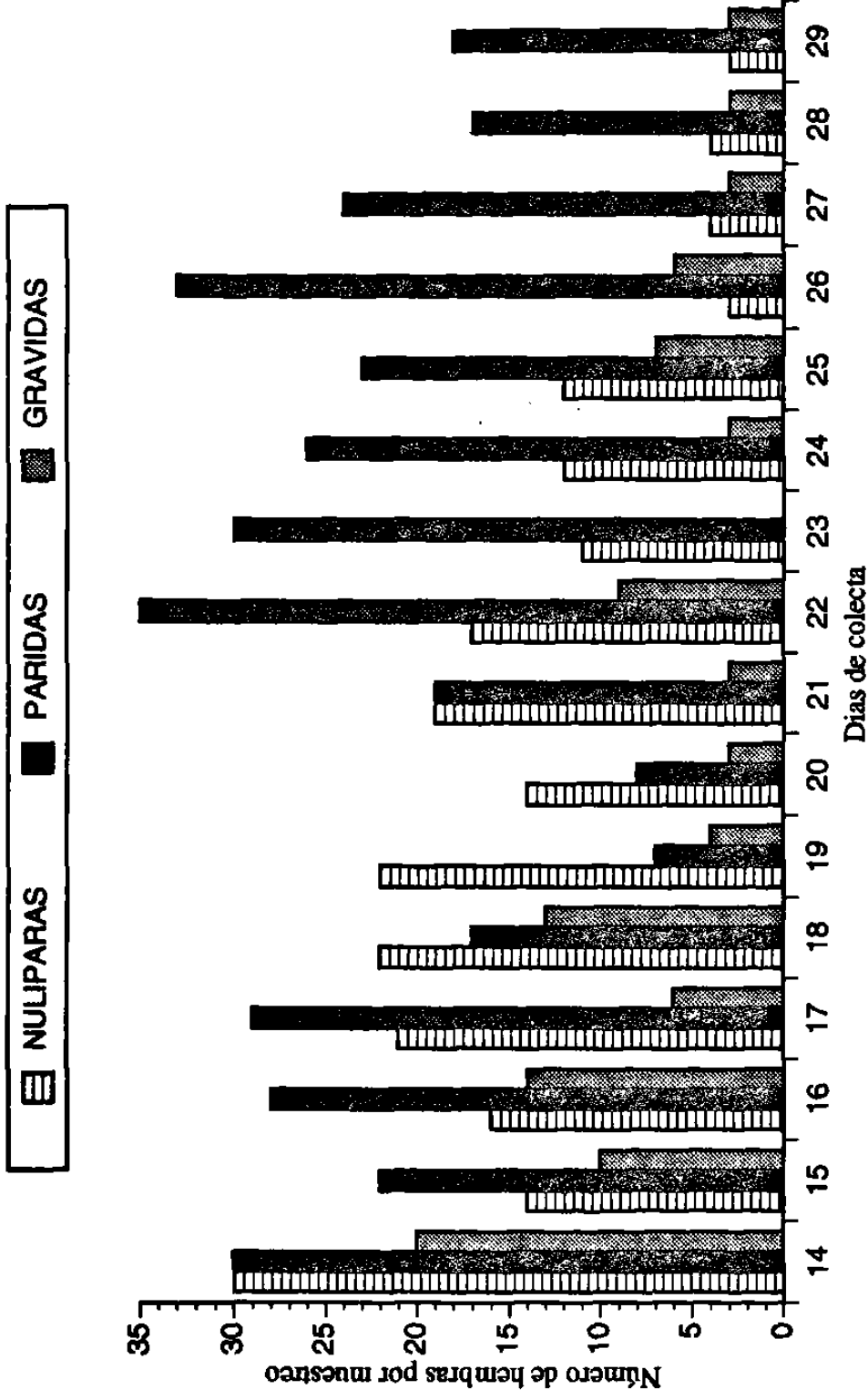


Fig. 2.- Estructura de edades de *Aedes aegypti* L. y su variación estacional durante el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. México.

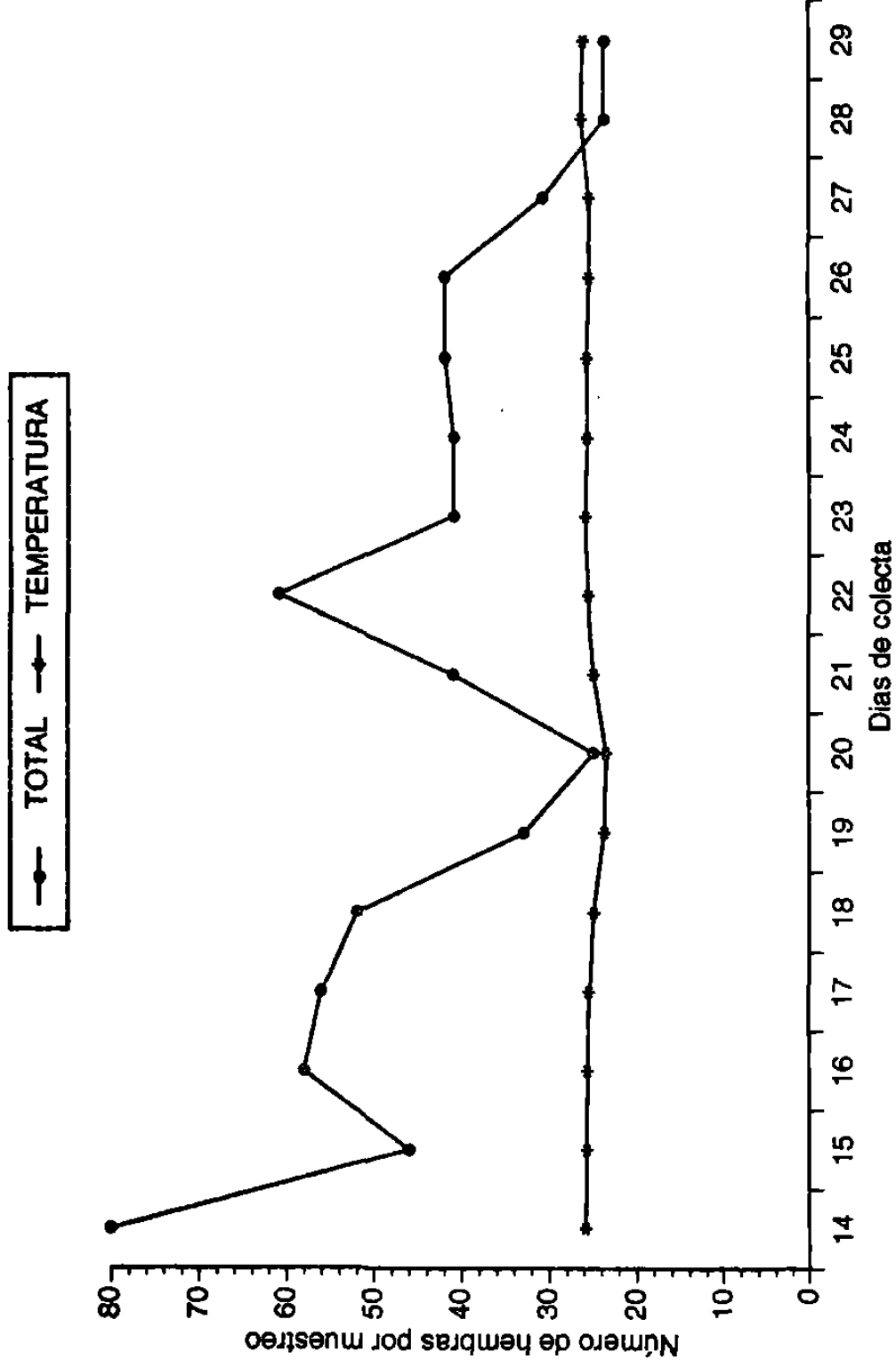


Fig. 3.- Total de hembras de *Aedes aegypti* L. colectadas diariamente en el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la temperatura.

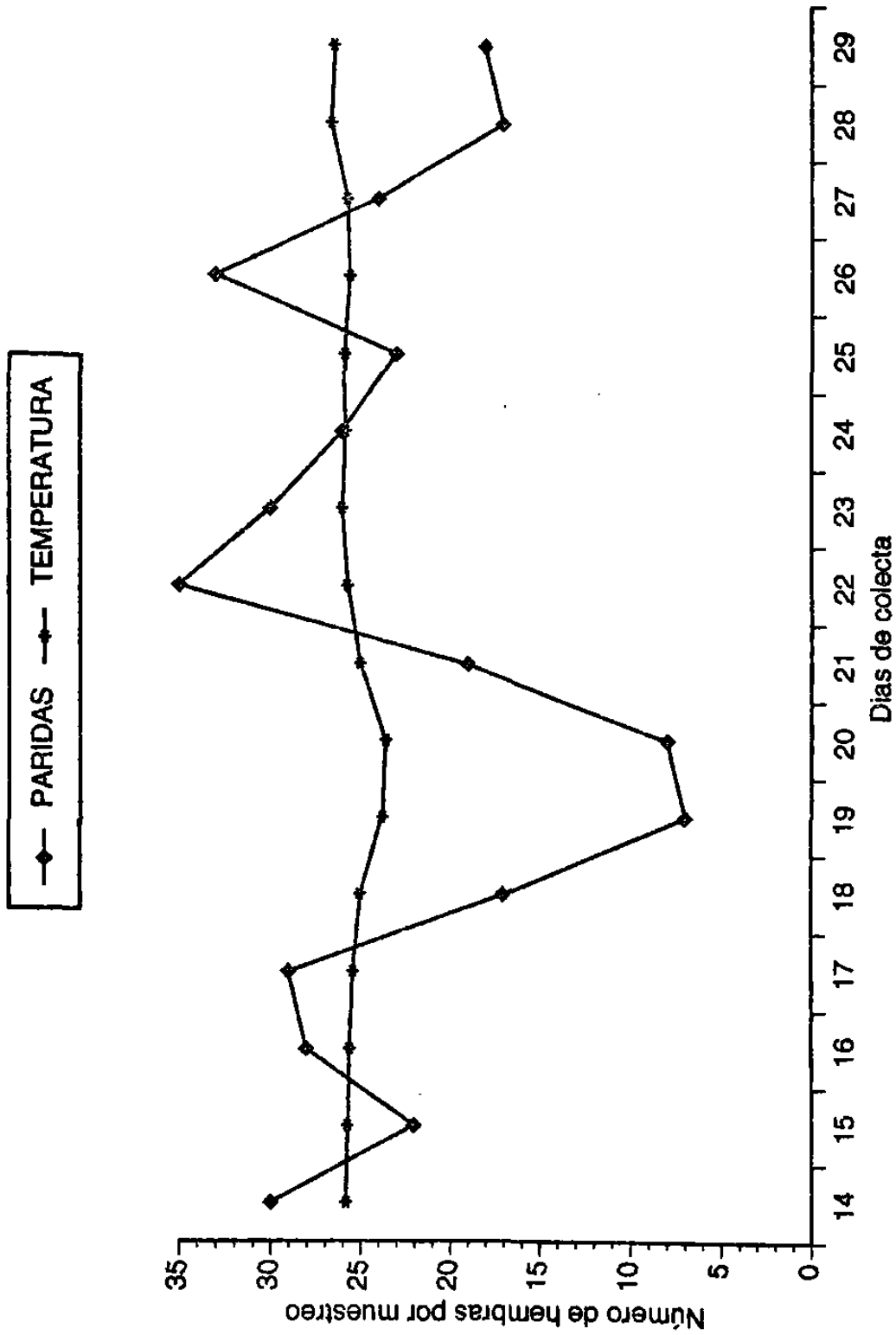


Fig. 4.- Total de hembras de *Aedes aegypti* L. colectadas diariamente en el mes de Octubre en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la temperatura.



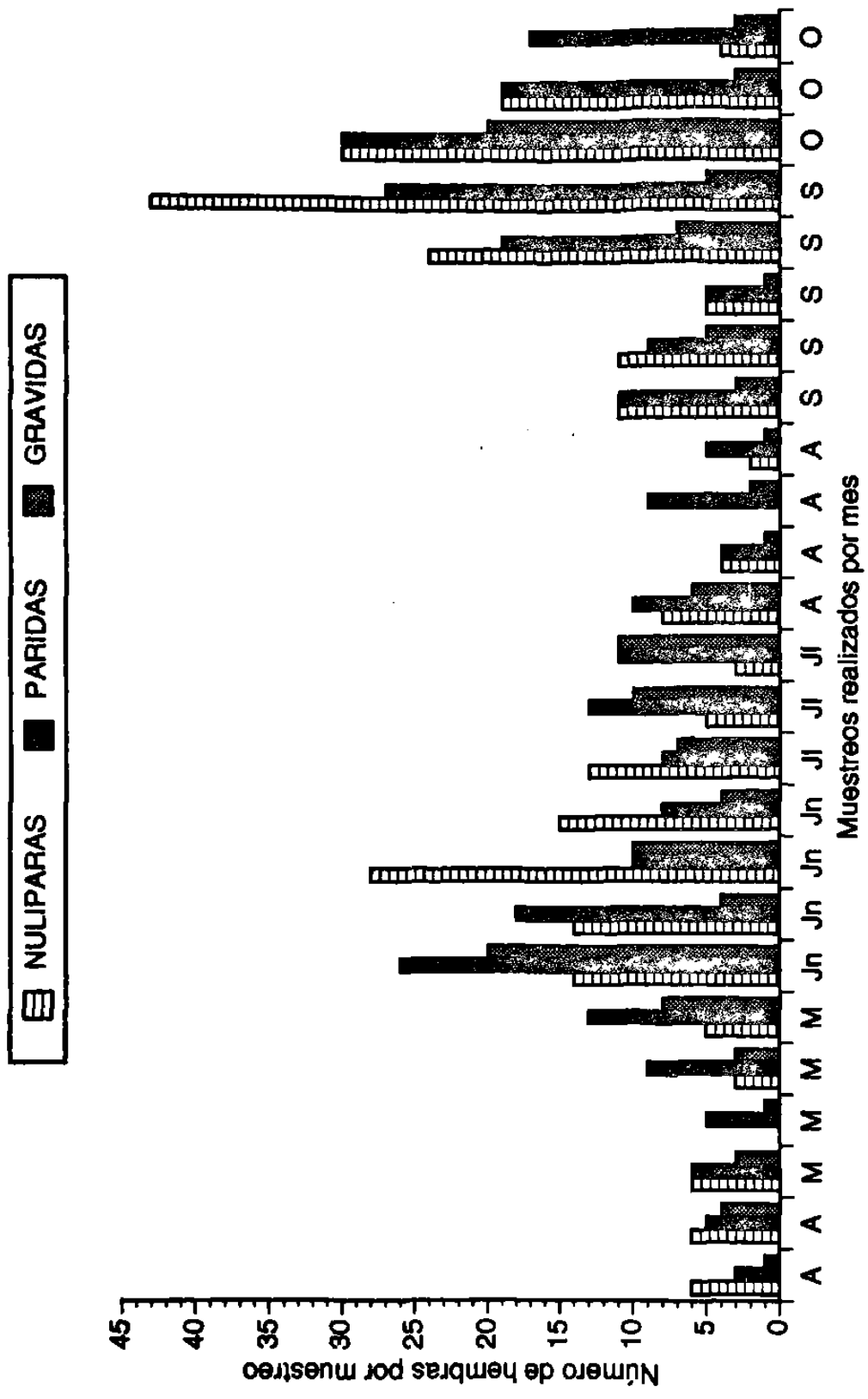


Fig. 6.- Estructura de edades de *Aedes aegypti* L. y su variación estacional durante los meses de estudio en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, Nuevo León, México.

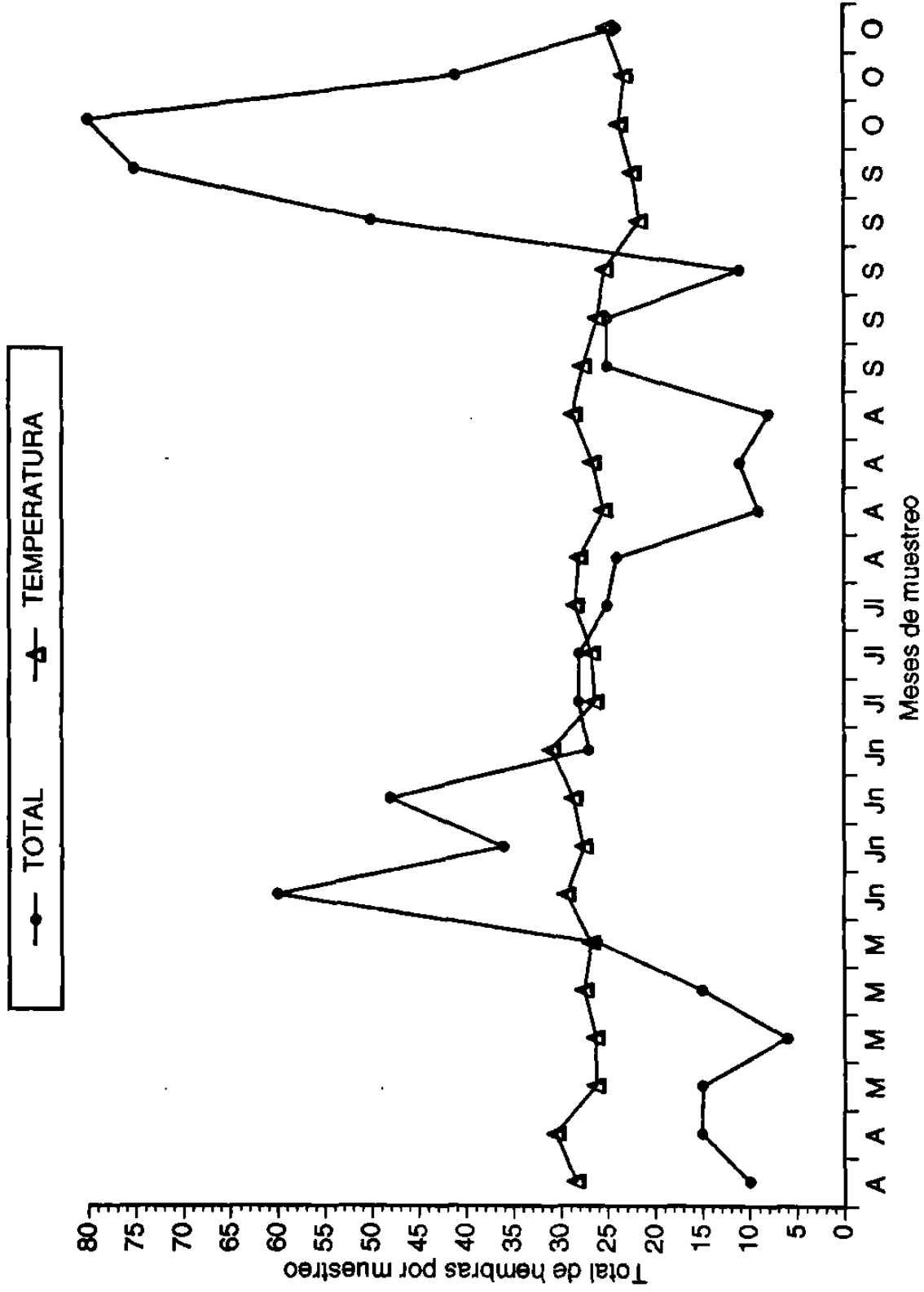


Fig. 7.- Total de hembras de *Aedes aegypti* L. colectadas durante el periodo de muestreo en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la temperatura.

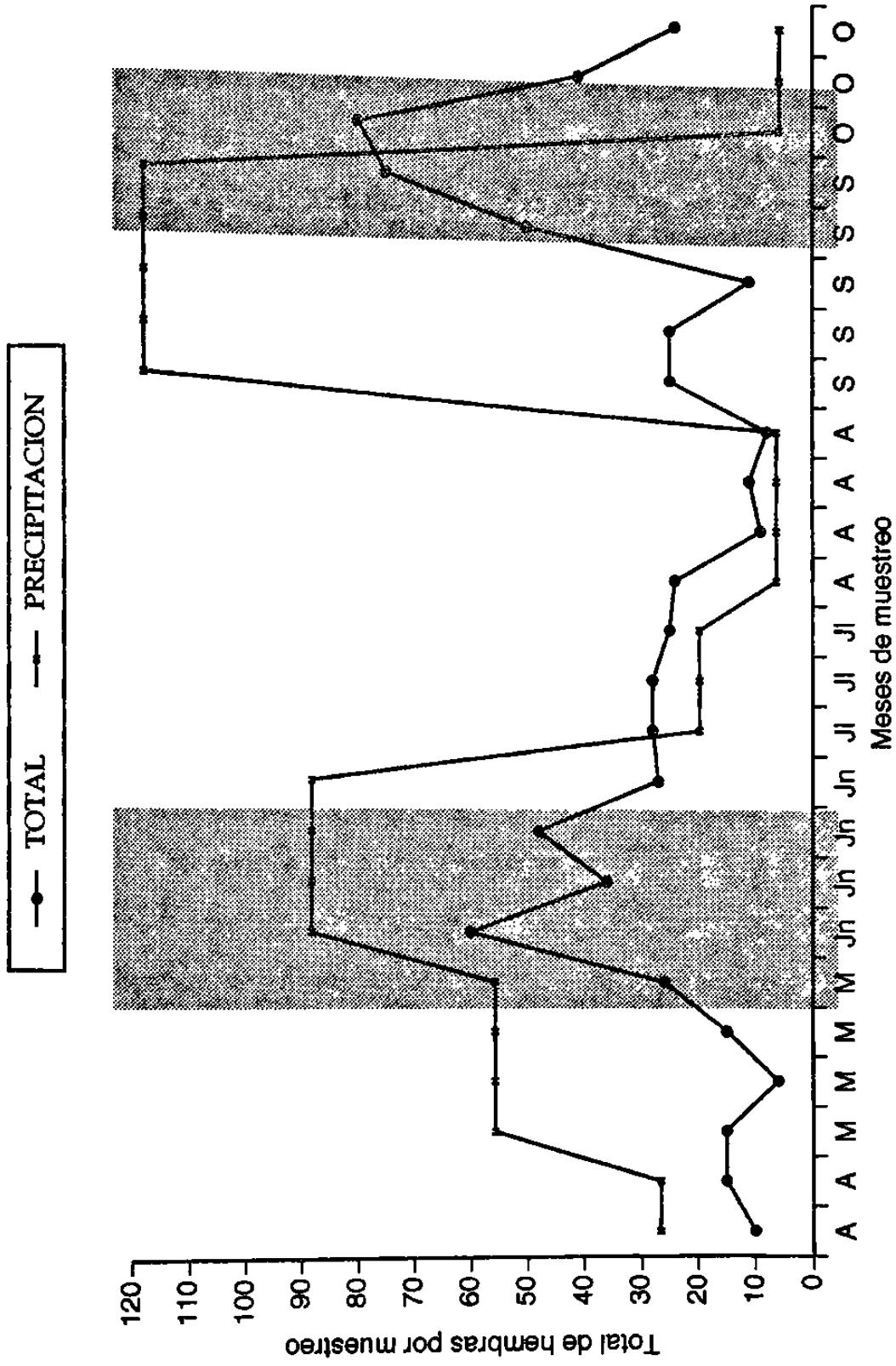


Fig. 8.- Total de hembras de *Aedes aegypti* L. colectadas durante el período de muestreo en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L. Y su relación con la precipitación.



◆ NULIPARAS —●— PARIDAS —●— PRECIPITACION

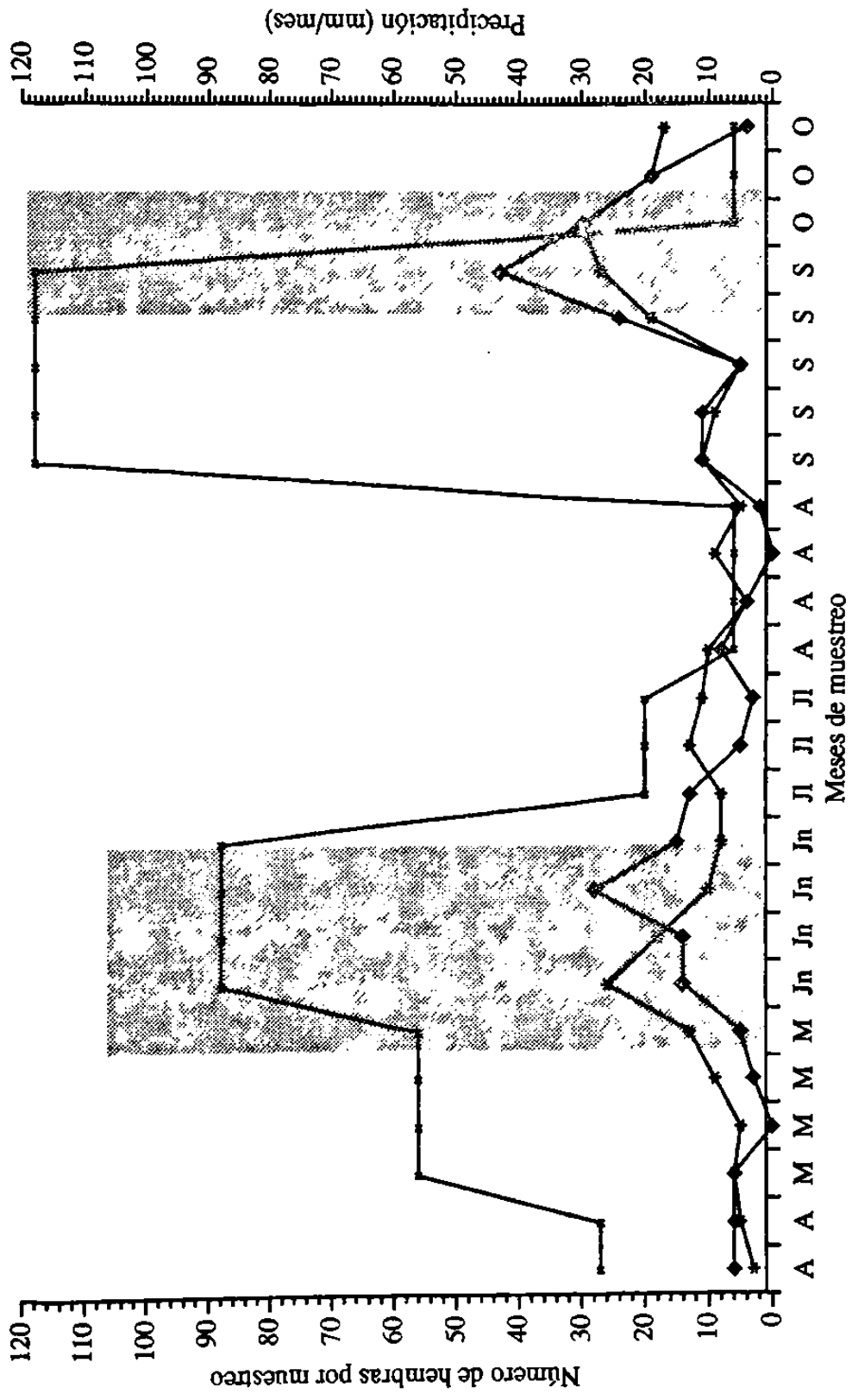


Fig. 9.- Total de hembras nulíparas y paridas de *Aedes aegypti* L. colectadas durante los meses de estudio en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L.. Y su relación con la precipitación.







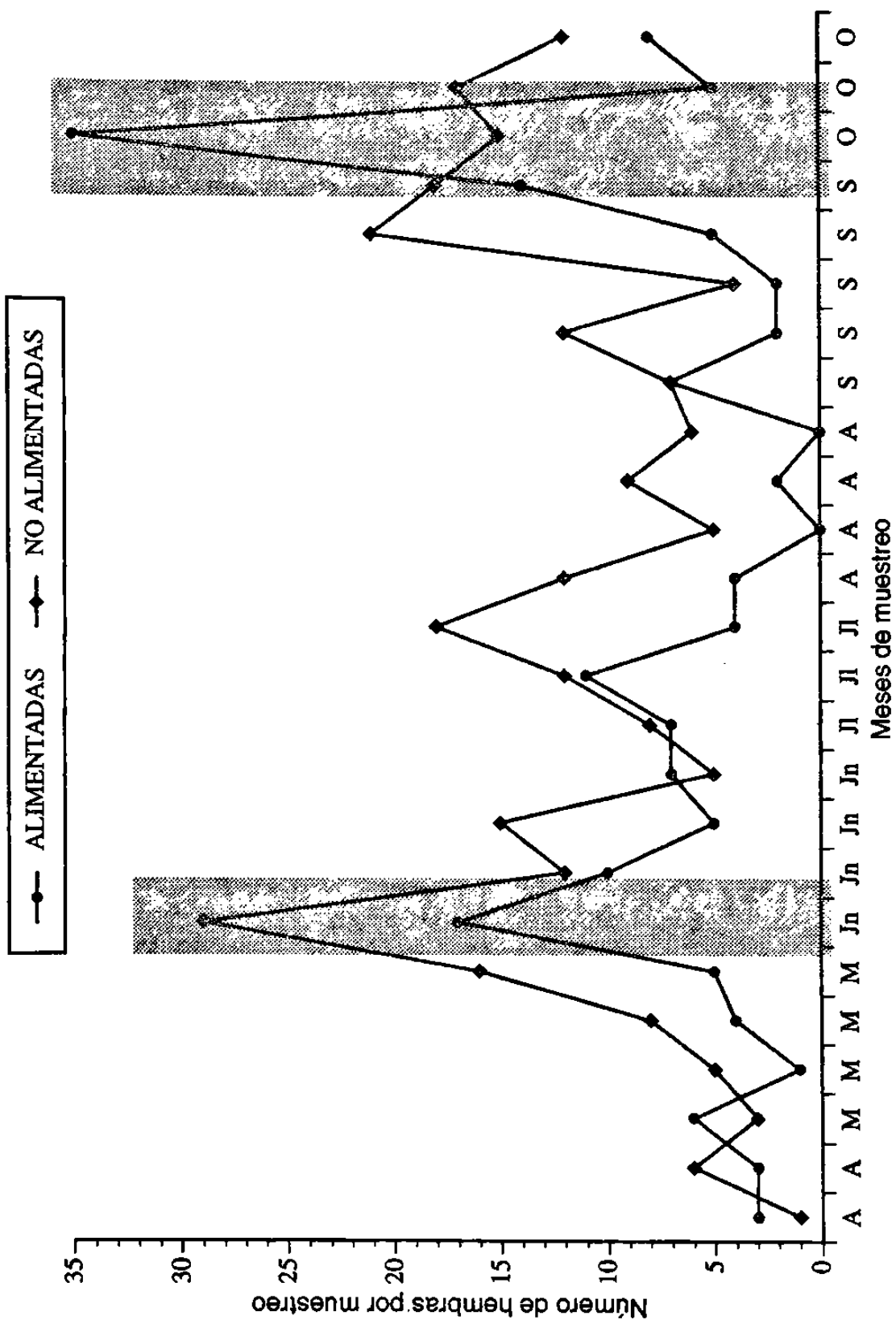


Fig. 13.- Total de hembras de *Aedes aegypti* L. alimentadas (con sangre) y no alimentadas (sin sangre) capturadas sobre cebo humano en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, Nuevo León, México.

—●— ALIMENTADAS —◆— NO ALIMENTADAS —■— PRECIPITACION

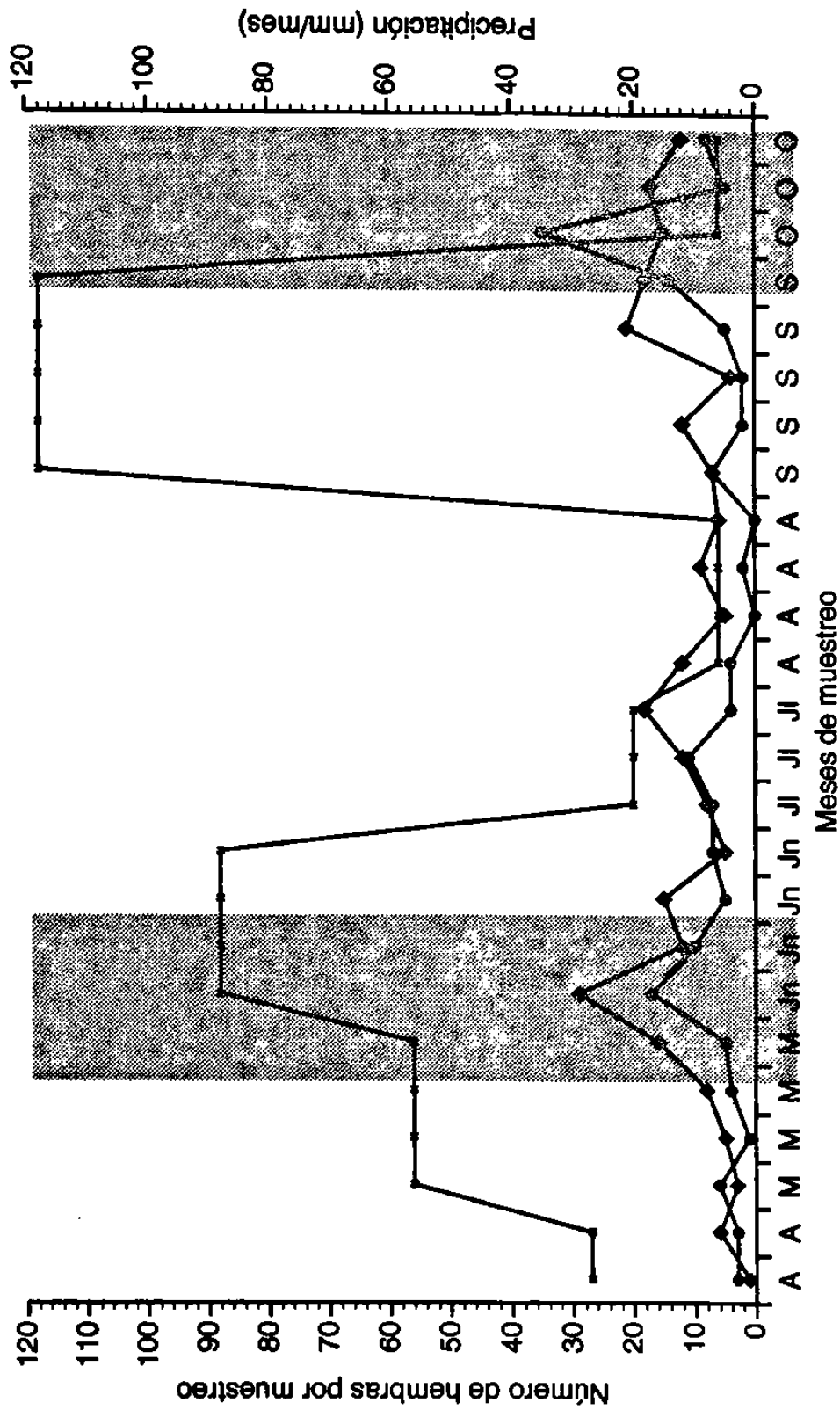


Fig. 14.- Total de hembras alimentadas (con sangre) y no alimentadas (sin sangre) de *Aedes aegypti* L. colectadas sobre cebo humano en la colonia "Francisco I. Madero", Monterrey, N. L., Y su relación con la precipitación.





