

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



BIONOMIA DEL VECTOR DE LA MALARIA *Anopheles vestitipennis* Dyar
& Knab (DIPTERA: CULICIDAE) EN LA CUENCA DEL RIO POLOCHIC,
ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

TESIS

PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN

ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

Q.B. JAIME ABRAHAM JUAREZ SANDOVAL

MONTERREY, NUEVO LEON

MAYO DE 1994

TM

Z532

FCB

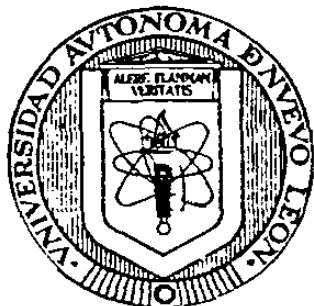
1994

J8



1020091377

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



**BIONOMIA DEL VECTOR DE LA MALARIA *Anopheles vestitipennis* Dyar
& Knab (DIPTERA:CULICIDAE) EN LA CUENCA DEL RIO POLOCHIC,
ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

TESIS

**PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN**

ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA

Q.B. JAIME ABRAHAM JUAREZ SANDOVAL

MONTERREY, NUEVO LEON

MAYO DE 1994

71
Z550
FCB
1-1
Jg



FONDO TESIS

62742

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
SUBDIRECCION DE POSTGRADO

BIONOMIA DEL VECTOR DE LA MALARIA *Anopheles vestitipennis* Dyar
& Knab (DIPTERA:CULICIDAE) EN LA CUENCA DEL RIO POLOCHIC,
ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

TESIS

PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGIA MEDICA

PRESENTA


Q.B. JAIME ABRAHAM JUAREZ SANDOVAL

COMISION DE TESIS


Ph. D. ILDEFONSO FERNANDEZ SALAS
PRESIDENTE


M.C. FILIBERTO REYES VILLANUEVA
SECRETARIO


M.C. ROBERTO MERCADO HERNANDEZ
VOCAL


Ph. D. DAVID BOWN
ASESOR EXTERNO

MONTERREY, NUEVO LEON

MAYO DE 1994

DEDICATORIA

A DIOS

QUIEN ME BRINDO LA OPORTUNIDAD DE ESTUDIAR LO QUE SIEMPRE HABIA ANHELADO.

A MI FAMILIA

ESPECIALMENTE A MI PADRE, QUIEN SIEMPRE HA SIDO UN EJEMPLO A SEGUIR Y DESDE PEQUEÑO ME INCULCO EL AMOR A LA NATURALEZA Y UN PARTICULAR INTERES SOBRE LOS INSECTOS Y ORGANISMOS AFINES.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a las siguientes instituciones que hicieron posible la realización de esta investigación.

A la UNDP / World Bank / WHO Special Programme For Research and Training in Tropical Diseases, por el apoyo otorgado en la realización de mis estudios de Postgrado, así como también el financiamiento para la realización de este trabajo.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por el apoyo otorgado en la obtención de mi beca de estudio, así como al Departamento de Citohistología Humana por la utilización de su equipo entomológico.

Al Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria de Guatemala (SNEM), por el apoyo técnico para la realización de esta tesis.

Al Departamento de Entomología Médica de la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por hacer posible mi preparación académica.

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas que hicieron posible la realización de mis estudios de Postgrado:

Al Dr. David Bown quien me enseñó y apoyó desde mis inicios en Entomología Médica. A él le debo y agradezco la confianza depositada en mí, sin su apoyo hubiera sido imposible lograr el financiamiento de mi beca, así como este estudio de investigación.

Al Dr. Ildelfonso Fernández quien me apoyó de una forma desinteresada para ingresar a la Maestría. Quiero agradecerle también el que halla compartido de una forma nada envidiosa sus amplios conocimientos, así como el apoyo logístico de este proyecto.

Al M. C. Filiberto Reyes, uno de los mejores catedráticos de la Maestría, quien con sus clases se ganó el respeto de sus alumnos e inspiró la realización de este estudio.

Al M. C. Roberto Mercado, por la revisión y participación en la comisión de tesis.

A todos los catedráticos, quienes participaron en mi formación profesional, especialmente al M. C. Humberto Quiróz el cual me mostró el mundo maravilloso de la Entomología Acuática, área que me era completamente desconocida y de gran importancia para el control de vectores.

Al M.C. Gerardo Arroyo y a la Licda. Clemencia Galvez, por apoyarme para la obtención de la beca de estudio. También al Lic. Jorge Pérez, por facilitarme el equipo de trabajo para esta investigación. Quisiera agradecer la participación de 2 excelentes técnicos de SNEM sin los cuales no hubiera podido realizar este trabajo, Pedro Tiul y Julio Morales.

A todos mis compañeros de Maestría, que formaron parte importante a lo largo de 2 años de estudio y que cada uno presenta valores invaluables y especiales. Con los cuales compartí desvelos, alegrías, tristezas y desilusiones: Adriana, Rosario, Cecilia, Nereida, Blanca, Norma, Rosa, Felipe, Eduardo, Ezequiel, Jorge, Rene, Andres y Cuahtemoc. Les deseo lo mejor.

A mis amigos no menos que compañeros : Salvador, Adriana y Gerardo.

A mis nuevos compañeros les deseo éxitos en sus estudios, especialmente a mi compañera Nicaraguense Carola, que se queda como representante de los Centroamericanos en la Maestría.

A todos mis amigos y personas que de alguna manera contribuyeron para la culminación de mi grado y de este estudio.

No quisiera terminar sin Agradecer la Hospitalidad franca y muy sincera de los Regiomontanos, **MUCHAS GRACIAS POR TODO.**

CONTENIDO

RESUMEN	i
I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
2. ORIGINALIDAD	3
3. HIPOTESIS	4
4. ANTECEDENTES	5
4.1. Generalidades	5
4.1.1. Bionomía	5
4.1.2. Capacidad Vectorial	5
4.1.2.1. Ciclo Gonotrófico	6
4.1.2.2. Tasa de Supervivencia	7
4.1.2.3. Densidad del Vector	9
4.1.3. Vector	10
5. MATERIAL Y METODOS	11
5.1. Descripción del Area de Estudio	11
5.2. Ciclo Gonotrófico	11
5.2.1. Series de Tiempo	12
5.3. Tasa de Supervivencia	12
5.3.1. Series de Tiempo (Autocorrelaciones Cruzadas)	12
5.3.2. Tasas de Paridad	13
5.3.2.1. Método de Davidson (1954)	14
5.4. Tasa Promedio de Picadura y Porcentaje de Anofelinos Colectados en Cebo Humano y Corral de Ganado Vacuno	14

6. RESULTADOS	
6.1. Ciclo Gonotrófico	16
6.2. Tasa de Supervivencia por el Método Series de Tiempo	16
6.2.1. Tasa de Supervivencia por el Método de Davidson (1954)	17
6.3. Tasa Promedio de Picadura y Porcentaje de Anofelinos Colectados en Cebo Humano y Corral de Ganado Vacuno	18
7. DISCUSION	20
7.1. Ciclo Gonotrófico	20
7.2. Tasa de Supervivencia	22
7.3. Tasa Promedio de Picadura y Porcentaje de Anofelinos Colectados en Cebo Humano y Corral de Ganado Vacuno	26
8. CONCLUSIONES	28
9. LITERATURA CITADA	29
ANEXOS (Cuadros y Figuras)	35

RESUMEN

Los objetivos principales de este estudio fueron determinar algunos componentes de la bionomía de *Anopheles vestitipennis* Dyar & Knab, que forman parte fundamental en la capacidad vectorial tales como: Ciclo gonotrófico, supervivencia y tasa de picadura. El estudio se llevó a cabo en la época seca fría, período en el que ocurre la transmisión del paludismo en esa región. Los meses de muestreo fueron: Noviembre, Diciembre de 1993 y Enero de 1994. El trabajo se llevó a cabo en la Finca San Pablo, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

Las colectas de anofelinos se efectuaron por medio de capturas de cebo humano peridomiciliar y capturas en corral de ganado vacuno, de las 1900 a las 2300 h. Los datos de densidad poblacional y tasa de paridad de las hembras capturadas fueron registrados durante 20 días consecutivos por muestreo. Se realizaron 3 muestreos.

El ciclo gonotrófico fué estimado en 2 días, la tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico fué de 0.224 y la supervivencia diaria fué de 0.473 por el método de autocorrelaciones cruzadas de series de tiempo a una temperatura promedio de 24.2°C, humedad relativa de 82% y una precipitación pluvial de 132 mm. La tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico y la supervivencia diaria, no se pudieron estimar por medio de la tasa de paridad, debido ha que no se obtuvo un estimador confiable.

La probabilidad de que *An. vestitipennis* en época seca se vuelva infectivo (suponiendo que el período esporogónico de *P. vivax* es de 11 días) es de 0.00026, la expectativa de vida es de 1.33 días y la expectativa de vida infectiva es de 0.000195.

Anopheles albimanus Wiedeman y *An. vestitipennis* son las especies que presentaron más alta densidad (99.88%). *An. albimanus* fué significativamente más abundante que *An. vestitipennis*, tanto en capturas de cebo humano peridomiciliar ($P < 0.05$) como en corral de ganado vacuno ($P < 0.001$). No hubo diferencia significativa en relación al porcentaje de *An. vestitipennis* colectados en cebo humano peridomiciliar (40.36%) y corral de ganado vacuno (30.58%) en el primer muestreo, por lo que hubo similitud en zoofilia y antropofilia. Sin embargo en el segundo muestreo si existió diferencia significativa (11.53% y 24.75%). Esto demuestra que mientras que la densidad de *An. vestitipennis* disminuye en las capturas con cebo humano, en capturas de corral de ganado vacuno permanece significativamente constante.

Las estimaciones de la supervivencia y tasa de picadura de *An. vestitipennis* en época seca fría, fueron inferiores a los reportados para República Dominicana y para los de *An. albimanus* y *An. pseudopunctipennis* en México. Por lo mismo, *An. vestitipennis* puede jugar un papel más importante en la transmisión en época lluviosa, cuando la densidad aumenta considerablemente en la finca San Pablo, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

1.- INTRODUCCION

El Paludismo es la enfermedad tropical parasitaria más importante en el mundo (OMS, 1993). Se transmite por la picadura del mosquito hembra del género *Anopheles*. En 1987 presentó la tasa más alta de mortalidad en América (OPS, 1990), ocupando el tercer lugar entre las enfermedades de notificación obligatoria (DGSS, 1989). Actualmente es un problema de salud pública en Guatemala. A partir de 1976 cuando se presentaron 9,616 casos, se ha observado un notable aumento en la incidencia de esta enfermedad, llegando a 46,524 casos en 1989, los cuales se distribuyeron en tres zonas ecológicas, desde 1982 más del 60% de los casos ocurrieron en la zona ecológica del norte. En 1993 hasta el mes de Agosto fueron reportados 26,393 casos. Se considera que existen cuatro vectores importantes en la transmisión: *Anopheles albimanus* Wiedeman, *Anopheles vestitipennis* Dyar & Knab, *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald y *Anopheles darlingi* Root, los dos primeros se han encontrado infectados con *Plasmodium vivax* Grassi y Feletti y *Plasmodium falciparum* Welch.

Knight and Stone (1977), mencionan que Dyar y Knab (1906) reportaron por primera vez *Anopheles vestitipennis* y la localidad tipo es Cacao Trece Aguas, Alta Verapaz, Guatemala. *An. vestitipennis* se distribuye en Centro América, México, Colombia, Cuba, Puerto Rico, Jamaica y República Dominicana. Treinta y cuatro años más tarde Kumm y Ram (1940), reportaron por primera vez haber hallado esporozoítos de *Plasmodium* sp. en glándulas salivales de *An. vestitipennis* en forma natural en Stann Creek Valley, Belice. Los anofelinos fueron colectados reposando dentro de las casas con un porcentaje de infección de 2.4%. Se encontró también *An. darlingi* con una infección de 1.2% para los distritos de Stann Creek y Toledo. Romeo de León (1942), determinó en campo índices de infección para *An. vestitipennis* en el norte de Guatemala, reportando 1.42% y 6.24% para las zonas de Cobán y Petén respectivamente. Los mosquitos fueron colectados reposando dentro de las casas. *An. vestitipennis* fué el anofelino más abundante (98%). Incriminó a *An. vestitipennis* como vector de las localidades ribereñas a los ríos Polochic y Cahabón, debido a que estas tienen distribución geográfica y condiciones ambientales análogas. En 1952, de León determinó desde el punto de vista epidemiológico y profiláctico que *An. albimanus*, *An. vestitipennis* y *An. pseudopunctipennis* son los únicos vectores de malaria en Guatemala. Incriminó a *An. vestitipennis* como el segundo vector de

más importancia en Guatemala debido a el alto grado de índice esporozoítico, alta densidad, distribución geográfica y criaderos ocultos.

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1975), define al ciclo gonotrófico como un proceso fisiológico en el que ocurre digestión de la comida sanguínea y desarrollo de los ovarios. En función de tiempo, es el intervalo que transcurre entre dos comidas sanguíneas a replesión, con oviposición previa a la segunda, independientemente del número de comidas. Birley y Boorman en 1987 mencionan al ciclo gonotrófico como el tiempo que hay entre dos oviposiciones. Por otra parte, la sobrevivencia del vector es un parámetro que determina el tamaño de la población que es potencialmente infectante y la duración promedio teórica de vida. Dye en 1986, propuso que para predicciones epidemiológicas se deberían utilizar los componentes entomológicos de la capacidad vectorial como un índice, el cual se pudiera monitorear mediante observaciones entomológicas y parasitológicas conjuntas. Recomendó el uso de correlaciones simples entre un estimador confiable de la población (índice de picadura) y la incidencia de casos de la enfermedad. Así la determinación del ciclo gonotrófico, supervivencia del vector y tasa de picadura, permitirán entender la transmisión de paludismo en un área específica.

En base a lo anteriormente expuesto, es que en este estudio se plantearon los siguientes objetivos:

General.

Determinar la frecuencia de oviposición y longevidad en campo de *An. vestitipennis* durante la estación seca, en la cuenca del Polochic, zona norte de Guatemala.

Específicos

- a) Determinar la duración del ciclo gonotrófico de *An. vestitipennis* en época seca, en la cuenca del Polochic zona norte de Guatemala, por el método de autocorrelaciones cruzadas por series de tiempo.
- b) Determinar la tasa de supervivencia de *An. vestitipennis* en campo durante la estación seca, en la cuenca del Polochic zona norte de Guatemala por el método de autocorrelaciones por series de tiempo.
- 3) Determinar la tasa de picadura hombre-vector promedio de *An. vestitipennis* en estación seca, en la cuenca del Polochic zona norte de Guatemala.
- d) Determinar la abundancia relativa de *An. vestitipennis* colectados en capturas con cebo humano peridomiciliar y capturas de corral de ganado vacuno en estación seca, en la cuenca del Polochic zona norte de Guatemala.

2.- ORIGINALIDAD

Anopheles vestitipennis es uno de los principales vectores de la malaria en la región norte de Guatemala (Romeo de León, 1942 y Padilla, 1992). Sin embargo, no se han realizado estudios sobre el ciclo gonotrófico y la supervivencia como componentes importantes de la capacidad vectorial. El primero determina la frecuencia de alimentación (excepto en pre-grávidos y mosquitos que presentan discordancia gonotrófica) y por consiguiente influye en la probabilidad de transmisión de paludismo. El segundo proporciona información epidemiológica debido a que las poblaciones más longevas tienen más probabilidad de transmitir la enfermedad. El presente trabajo es el primero que se lleva a cabo en Guatemala y Centro América con este enfoque, por lo que permitirá una evaluación cuantitativa más precisa del mecanismo de transmisión de la malaria por parte de *An. vestitipennis* a nivel regional.

3.- HIPOTESIS DE TRABAJO

En la cuenca del Río Polochíc, zona norte de Guatemala, durante la estación seca (Noviembre-Enero), el ciclo gonotrófico de *An. vestitipennis* es menor de 3 días debido a que al aumentar la temperaturas la oogénesis se acelera y el ciclo se acorta. La supervivencia de las hembras es de al menos 11 días, tiempo necesario para infectarse y transmitir el p arasito de paludismo a una temperatura media de 24  C, en las diferentes comunidades rurales de la localidad.

4.- ANTECEDENTES

4.1.-Generalidades

4.1.1.-Bionomía

Torre-Bueno (1989), define a la Bionomía como los hábitos, reproducción y adaptación de las formas de vida. La OMS (1975), la refiere como parte de la Biología (también llamada Autoecología) la cual está dada por la relación entre las especies y su medio ambiente. Los componentes más importantes de la bionomía de un vector estan representados en la fórmula de la capacidad vectorial (McDonald, 1952 / Garrett-Jones, 1964).

4.1.2.-Capacidad Vectorial

Reisen (1989), realizó una revisión acerca de los orígenes de la fórmula de la capacidad vectorial. El concepto se remonta a las primeras evaluaciones de los parámetros entomológicos y malariométricos realizados por Sir Ronald Ross (1910). El hizo énfasis en la relación entre transmisión de malaria y el umbral de abundancia de anofelinos con el hombre; a esta relación el la llamó "densidad infectiva de anofelinos". Los estudios de Sir Ross fueron continuados y ampliados por MacDonald (1952), quien combinó parámetros parasitológicos y entomológicos para estimar el índice reproductivo de la malaria (RR). En la década de los sesentas la estimación de las variables parasitológicas era muy difícil, por lo que Garrett-Jones (1964) introdujo el concepto de capacidad vectorial (C), el cual fué definido sólo en base a parámetros entomológicos. La C se refiere al número potencial de piquetes y/o infecciones diseminadas por caso por día por cada mosquito, asumiendo que todas las hembras de la población del vector se vuelven infectivas al alimentarse de un huésped enfermo. El concepto se expresa matematicamente con el siguiente modelo determinístico:

$$C = \frac{ma^2 P^n}{-\text{Log}_e P}$$

Donde:

m_a = Índice de picadura humana (mosquito / hombre / noche).

a = ISH / CG, ISH es la proporción de hembras que se alimentan de sangre humana y CG es la duración del ciclo gonotrófico.

P = Probabilidad de supervivencia diaria.

n = Es el tiempo necesario para que un mosquito después de ser infectado se vuelva infectivo.

Es importante hacer notar que la expectativa de vida del vector ($1 / -\log_e P$), la probabilidad de supervivencia para volverse infectivo (P^n) y la duración de la vida infectiva en días ($P^n / -\log_e P$), son variables dependientes de la supervivencia.

Experimentos de laboratorio indican que es importante agregar a la fórmula de C , un parámetro que describa la habilidad del vector para adquirir y transmitir la infección (competencia vectorial).

Birley y Boorman (1982), mencionan que la tasa de supervivencia diaria y el intervalo de oviposición, son los dos determinantes más importantes de la C .

4.1.2.1.-Ciclo Gonotrófico

WHO (1975), define al ciclo gonotrófico como un proceso fisiológico en el que ocurre digestión de la comida sanguínea y desarrollo de los ovarios. En tiempo, es el intervalo que transcurre entre dos comidas sanguíneas a repleción, con oviposición previa a la segunda, independientemente del número de comidas. Birley y Boorman (1987), refieren al ciclo gonotrófico como el tiempo que hay entre dos oviposiciones (Ciclo de oviposición).

La duración del ciclo gonotrófico depende de: El tiempo requerido para buscar y alimentarse del huésped, para la digestión y oogénesis y tiempo para la oviposición (Reyes, 1993). También depende de factores climatológicos Clements (1963), ya que al aumentar la temperatura la supervivencia de los mosquitos disminuye: así el ciclo gonotrófico en el trópico puede ser de 2 días mientras que en regiones frías el ciclo para la misma especie es más largo. Mahmood y Reisen (1981), determinaron la duración del primero y segundo ciclo gonotrófico de *An. culicifacies* Giles y *An. stephensi* Liston a nivel de laboratorio a diferentes temperaturas (18, 22 y 26-28 °C). La duración del primero y segundo ciclo disminuyó al incrementar la temperatura. El conocimiento del ciclo gonotrófico es muy importante debido

ha que determina la frecuencia de alimentación (excepto en pre-grávidos y mosquitos que presentan discordancia gonotrófica) y por consiguiente influye en la probabilidad de transmisión de paludismo (Fleming, 1986).

4.1.2.2.-Tasa de Supervivencia

Milby and Reisen (1989), realizaron una revisión de la tasa de supervivencia y su relación con la estimación de la capacidad vectorial. La sobrevivencia determina básicamente el segmento poblacional que es potencialmente capaz de transmitir la infección y la esperanza media de la duración de la vida infectiva. El total de huevos producidos y la estabilidad de la población también dependen de la tasa de supervivencia del adulto. Se utilizan diferentes métodos para la estimación de la sobrevivencia en campo, los cuales se dividen en Horizontales (cohorte específica) y Verticales (tiempo específico).

Las suposiciones que fundamentan los diferentes métodos son las siguientes:

- a) La media de proporción de sobrevivencia es constante e independiente a la edad
- b) El método de muestreo debe ser insesgado y que represente todas las edades o grupos fisiológicos.

Estimación Horizontal

La estimación de la sobrevivencia horizontal requiere de una cohorte conocida y bien identificada (polvos fluorescentes, marcadores genéticos o radioactivos) distinguible de otros individuos de la población de campo, con los cuales se puede confundir. El marcador más ampliamente utilizado son los polvos fluorescentes. Por lo general se utilizan varias cohortes (cada una con un color diferente) que son marcadas y liberadas a diferentes tiempos, sitios o edades. Las técnicas de muestreo van dirigidas hacia la recaptura de todas las cohortes liberadas.

La sobrevivencia es estimada por la declinación del número de recapturas en los días sucesivos. La estimación de la sobrevivencia asume que los mosquitos permanecen marcados durante toda su vida, que el muestreo es igual de efectivo en cada día de su vida la pérdida por emigración es mínima y que su comportamiento al igual que la sobrevivencia no son afectados por el marcado.

Estimación Vertical

La estimación de la sobrevivencia usualmente se basa en la proporción de individuos en la población que sobreviven o superan algún evento crítico en su vida, tales como la oviposición, la cual causa cambios morfológicos irreversibles en el sistema reproductor. La estimación requiere que la estructura de edad de la población sea estacionaria (suma de nuevas emergencias e inmigración sean iguales a las muertes o emigración), que los grupos de edades sucesivas puedan ser identificados correctamente, todos los grupos de edades sean muestreadas con igual probabilidad, la transición entre edades de grupos ocurra sincronizadamente y que el tiempo entre edades de grupo sea relativamente constante y pueda ser determinado.

Para mosquitos, la medida más utilizada en la estructura de edad es la proporción de paridas, y el parámetro crítico es la longitud de el ciclo gonotrófico. La estimación de la supervivencia diaria es la raíz n -ésima, representada por el número de días del ciclo gonotrófico de la proporción de hembras paridas (Davidson, 1954). Otro método vertical es sustituyendo en la fórmula antes mencionada, la proporción de hembras grávidas con respecto a las vacías y el método final se basa en la determinación del número actual de ciclos gonotróficos completados por continuas dilataciones en el pedicelo ovarial.

Varios son los factores que influyen en la sobrevivencia del vector, Walker *et al.* (1987), en estudios llevados a cabo en Indiana usando métodos de marcaje y recaptura con mosquitos criados en laboratorio, determinó la relación entre la sobrevivencia y tamaño del cuerpo de *Aedes triseriatus* Say y *Aedes hendersoni* Cockerell. El rango de sobrevivencia diaria fué de 0.917-0.960. El tamaño no afectó la sobrevivencia por especie y sexo. Los machos de ambas especies viven tanto como las hembras.

No obstante Kitthawee *et al.* (1990), estudiaron a nivel de laboratorio cuatro tallas de *An. dirus* producidos a diferentes densidades larvales. Altas densidades produjeron adultos pequeños con baja sobrevivencia. Hembras de las dos tallas se alimentaron con cultivos de *Plasmodium falciparum* y las hembras grandes desarrollaron significativamente más ooquistes que las hembras pequeñas.

Competencia Vectorial

Meyer (1989), indica que dos parámetros son esenciales para la determinación de la capacidad vectorial en vectores artrópodos en la naturaleza, estos son la competencia vectorial y el período extrínseco de incubación del patógeno. El autor cita a Hardy *et al.* (1983), el cual establece que la competencia vectorial es un concepto más dinámico que el propuesto hasta ahora, el cual es predeterminado por el genotipo del vector. En este

contexto, la competencia vectorial puede ser definida más precisamente como la interacción dinámica entre variables exógenas (temperatura microambiental, dieta, densidad del criadero, etc.) y endógenas las cuales son dadas por diferentes bases genéticas, mecanismos intrínsecos dentro del vector que finalmente determinan la eficacia con la cual el patógeno puede ser transmitido. Por lo consiguiente, cambios cuantificables en el microambiente y la dinámica poblacional del vector pueden alterar la habilidad de un vector para transmitir un patógeno a través del tiempo y espacio.

4.1.2.3.-Densidad del Vector

Freier (1989), realizó una revisión acerca de la relación de la capacidad vectorial (C), con la abundancia del vector y el hombre. De los siete componentes que incluye la fórmula de C por MacDonald, tres de estos involucran directamente la abundancia del vector en relación al hombre: Densidad del mosquito, antropofilismo y la frecuencia de alimentación. Estos factores medidos juntos, llevaron a la forma del argumento matemático que representa el índice básico reproductivo de la malaria. El término "m" representa la densidad del mosquito relacionado con el hombre y el de "a" determina el hábito de picadura humana, el cual se representa como "a²" debido ha que el mosquito necesita en teoría, picar dos veces, una para recibir y otra para transmitir la infección.

El efecto de las condiciones atmosféricas en los componentes de la capacidad vectorial son bien conocidos. El contacto hombre con el vector se incrementa cuando las condiciones estacionales son favorables, aumentando las poblaciones a niveles altos que con frecuencia son preludeos de una epidemia. Las condiciones atmosféricas ideales para muchos vectores artrópodos, consiste de temperaturas altas, lluvias moderadas y alta humedad. Las condiciones atmosféricas favorables no sólo incrementan la población del vector sino también la oportunidad de dispersarse desde el sitio de reproducción hasta donde se localizan los huéspedes humanos. Otro rol de las condiciones atmosféricas, es el establecimiento sincronizado entre el vector, el agente infeccioso, el huésped reservorio y el hombre.

4.1.3 Vector

Loyola *et al.* (1991), reportaron un índice de infección anofelina de 4.67 por 1000 para *An. vestitipennis* con *Plasmodium vivax* en la selva Lacandona de Chiapas, México. Mekuria *et al.* (1991), en estudios conducidos en Dajabon, República Dominicana con *An. albimanus* y *An. vestitipennis*, que son los dos anofelinos más abundantes en el área, se determinó que el ciclo gonotrófico para *An. vestitipennis* fué de 3.2 días bajo condiciones de laboratorio, la sobrevivencia fué de 0.611 y la densidad de picadura / hombre / noche fué de 13.8. La capacidad vectorial para *An. vestitipennis* fué calculada en 0.005. Juárez *et al.* (1992), determinaron que *An. vestitipennis* es la especie de mayor actividad de picadura en la finca San Pablo, Panzós Alta Verapaz de los meses de Enero-Junio , presentando un pico de actividad de 2000-2100 h y una tendencia fuerte a picar dentro de las casas (0.61). Padilla *et al.* (1992), utilizaron el método de ELISA para la determinación de esporozoítos de *P. vivax* y *P. falciparum* en anofelinos colectados durante un año con cebo humano en dos comunidades de la zona norte de Guatemala; encontraron *An. albimanus* y *An. vestitipennis* positivos con diferencia significativa en el porcentaje de esporozoítos de 0.025 y 0.041 en la misma localidad. Roberts *et al.* (1993), en estudios realizados de Agosto a Septiembre de 1992 demostraron que la especie que se encontró con mayor densidad picando dentro de las casas fué *An. vestitipennis* y que éste anofelino parece ser un vector potencial importante de malaria durante la estación lluviosa en el Distrito de Toledo, Belice.

5.- MATERIAL Y METODOS

5.1.- Descripción del Area de Estudio

Para el estudio se escogió una localidad de la zona norte de Guatemala, la cual presenta las siguientes características: Transmisión de malaria, *Anopheles vestitipennis* Dyar & Knab incriminado como vector, densidad considerable y buena participación comunitaria. La localidad fué la Finca San Pablo localizada en la cuenca del río Polochic Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz zona norte de Guatemala. Se encuentra ubicada a 40 m sobre el nivel del mar, con una precipitación pluvial anual de 3000 mm y humedad relativa de 85%. Se localiza en la cuenca del Polochic a 1 Km del río y a 12 Km del poblado de Panzós. Tiene una población de 278 habitantes, 55 casas (caña y palma) y el dialecto es kaqchiquel. Se dedican al cultivo de maíz, arroz y café, así como a la crianza de ganado vacuno. En 1992 hubieron 15 casos (Fig. 1) de paludismo y 2 casos hasta Agosto de 1993 (Datos de Campo DGSS, 1993).

5.2. - Ciclo Gonotrófico

Para este estudio se llevó a cabo un muestreo de 20 días continuos del 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993, el cual correspondió a la época seca fría. Los anofelinos fueron colectados mediante la técnica de cebo humano peridomiciliar. Se utilizaron dos cebos los cuales fueron voluntarios oriundos de la localidad y recibieron tratamiento preventivo contra el paludismo. Las colectas se realizaron en el mismo sector durante todo el estudio y los cebos en muy pocas ocasiones fueron cambiados para evitar sesgo en el muestreo. El muestreo se llevó a cabo de 1900 a 2300 h (período que comprende el pico de alimentación de *An. vestitipennis*). Los mosquitos colectados durante las cuatro horas de estudio fueron trasladados inmediatamente al laboratorio (localizado en la finca) para su identificación (Clark-Gil & Darsie, 1983) y disectados esa misma noche o al otro día por la mañana, para determinar la estructura de edad (nulipara y parida) de acuerdo a la técnica de Detinova (1962), la cual se basa en la morfología de las traqueolas oviales.

Con los datos de estructura de edad de las hembras disectadas diariamente, se calculó la duración en días del ciclo gonotrófico por medio del método de

autocorrelaciones cruzadas por series de tiempo de Birley y Rajagopalan (1981), explicado a continuación.

5.2.1. - Series de Tiempo (Autocorrelaciones Cruzadas)

Para la aplicación del método se asume que: Existe una correlación cruzada significativa entre dos series de tiempo: M_t (hembras paridas) y T_t (hembras totales), y que el coeficiente r se expresa con un tiempo de retraso ($\log u$) que equivale al ciclo gonotrófico, con picos descendentes en estos intervalos.

donde:

M_t = Proporción de hembras paridas disectadas en el tiempo t .

T_t = Total de hembras disectadas en el tiempo t .

Suposiciones del método:

- a) Se deben obtener series continuas de tiempo en muestreos diarios de una población estable con un mínimo de 20 días, donde las hembras nuliparas y paridas tengan la misma probabilidad de ser colectadas a partir de la población
- b) El método de muestreo debe tener confiabilidad y precisión.
- c) El reclutamiento de las hembras nuliparas en la población (por natalidad e inmigración) no tiene que ser constante.
- d) Las hembras deben tomar una sola comida de sangre por ciclo de oviposición (gonotrófico).
- e) La duración del ciclo gonotrófico es independiente a la edad.
- f) La mortalidad, dispersión y emigración deben ser indistinguibles.
- g) La supervivencia es independiente de la edad.

El coeficiente de correlación (r) más alto significativo (prueba de "t") obtenido después del día cero, determina el número de días por ciclo gonotrófico de las poblaciones de campo del vector en estudio.

5.3. - Tasa de Supervivencia

5.3.1.- Series de Tiempo

En el punto **d** se indica que sólo debe existir una comida de sangre por ciclo gonotrófico, entonces:

$$M_t = (P) \times (T_t - u)$$

donde:

M_t = Paridas en el día t.

P = % supervivencia / ciclo gonotrófico.

u = Duración del ciclo gonotrófico en días.

Si la regresión es a través del origen entonces la pendiente expresa supervivencia por ciclo gonotrófico, siempre y cuando se demuestre estadísticamente que el valor del intercepto es igual a cero (Birley y Rajagopalan, 1981).

5.3.2. - Tasas de Paridad

Para este estudio se llevaron a cabo tres muestreos de 20 días continuos cada uno, del 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993, del 15 de Diciembre de 1993 al 3 de Enero de 1994 y del 7 al 26 de Enero de 1994, y los tres correspondieron a la época seca fría. Los anofelinos en el primer muestreo fueron colectados mediante la técnica de cebo humano peridomiciliar. Se utilizaron dos voluntarios como cebos y recibieron tratamiento preventivo contra el paludismo. Las colectas se realizaron en el mismo sector durante todo el estudio y los cebos en muy pocas ocasiones fueron cambiados, para evitar sesgo en el muestreo. Los anofelinos del segundo y tercer muestreo fueron colectados mediante la técnica de capturas de corral de ganado vacuno, se utilizaron dos corrales de la finca con un total de 50 cabezas y fueron muestreadas por 4 personas que recibieron tratamiento preventivo contra el paludismo. Los muestreos se llevaron a cabo desde las 1900 a 2300 h (período que comprende el pico de alimentación de *An. vestitipennis*). Los mosquitos colectados durante las cuatro horas de estudio fueron trasladados inmediatamente al laboratorio (localizado en la finca) donde fueron identificados y disectados esa misma noche o al otro día por la mañana, para determinar la estructura de edad (nulipara y parida). La estructura de edad fué determinada de acuerdo a la técnica de Detinova (1962).

Los datos de estructura de edad de las hembras disectadas diariamente, se analizaron por muestreo, por medio del método de la tasa de paridad propuesta por MacDonald (1952) modificado por Davidson (1954), explicados a continuación.

5.3.2.1.- Método de MacDonald (1952) Modificado por Davidson (1954).

Estudios realizados en Africa con *An. gambiae* y *An. funestus* llevaron a proponer un método directo para la determinación de la composición de edad en anofelinos basado en cambios en la talla del ámpula del oviducto con desarrollo ovárico y oviposición. Se expresa por la siguiente fórmula.

$$P^n = M$$

donde:

M = Es la proporción de la población parida.

P = Es la proporción de sobrevivencia diaria.

n= Es el número de días entre la emergencia del adulto y la primer oviposición (primer ciclo gonotrófico).

Para la utilización de este método se requiere :

- a) El conocimiento del ciclo gonotrófico.
- b) La población debe ser relativamente estática en la composición de edad.
- c) Las capturas de los mosquitos derivadas del método deben dar una proporción de hembras nuliparas y paridas diariamente.

5.4.- Tasa Promedio de Picaduras y Porcentaje de Anofelinos Colectados en Cebo Humano y Corral de Ganado Vacuno.

Para este estudio se llevaron a cabo dos muestreos, uno de 15 y el otro de 20 días consecutivos, del 20 de Diciembre al 3 de Enero de 1994 y del 7 al 26 de Enero de 1994 respectivamente. Se contaron e identificaron todos los anofelinos colectados por los métodos de cebo humano peridomiciliario y capturas de corral de ganado vacuno anteriormente descritos de 1900 a 2300 h. Para la fluctuación de la tasa promedio de picaduras se analizó el número de anofelinos colectados por la técnica de cebo humano por especie por hombre / hora / día. Se determinaron los porcentajes diarios de las diferentes especies colectadas mediante los dos métodos de captura y se compararon los porcentajes de las medias poblacionales transformadas por la función Arco Seno entre especies y muestreos, utilizando la prueba de ANOVA y la prueba de Fisher.

Durante todos los experimentos se llevó el control de los principales parámetros climatológicos: Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación Pluvial. Estos parámetros

- se correlacionaron con los diferentes resultados de los estudios (paridad, densidad etc.) y se determinó su significancia por medio de una prueba de "t".

1020091377

6.- RESULTADOS

6.1.- Ciclo Gonotrófico

El período de estudio comprendió, un muestreo de 20 días continuos, del 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993. Fueron capturadas 224 hembras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab y disectadas para determinar la estructura de edad. Los datos de las capturas diarias de *An. vestitipennis* durante el estudio y el porcentaje general de toda la colecta se presentan en el Cuadro 1. Del total de las hembras disectadas y analizadas por el método propuesto por Detinova (1962), 158 (70.53%) fueron paridas y 66 (29.47%) fueron nuliparas. Los resultados del Cuadro 1 muestran los datos originales de las series de tiempo de las hembras totales (paridas + nuliparas) y paridas.

Los resultados del análisis de las correlaciones cruzadas por series de tiempo se presentan en el Cuadro 2. El coeficiente de correlación ($r=0.455$) más alto que determinó el número de días por ciclo de oviposición después del día cero, fué al segundo día, como se muestra en la Fig. 2. Al coeficiente se le aplicó una prueba de "t" para significancia de r, la cual resultó ser significativa ($P<0.05$) con 16 grados de libertad. La duración del ciclo de oviposición de las poblaciones naturales de *An. vestitipennis* en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala, fué estimado en 2 días a una temperatura promedio (en los 20 días) de 24.28 °C, humedad relativa de 82% y una precipitación pluvial de 132 mm.

6.2.- Tasa de Supervivencia por el Método Series de Tiempo

Una vez que se obtuvo el valor de la duración del ciclo de oviposición (ciclo gonotrófico), se calculó el valor de la pendiente de la ecuación de regresión simple para el día del ciclo de oviposición ($b = 0.224$). De acuerdo a la fórmula de tasa de paridad de MacDonald (1952) modificado por Davidson (1954), la tasa de supervivencia diaria de las poblaciones naturales de *An. vestitipennis* fué estimada en 0.473 usando, como raíz el ciclo de oviposición (2).

La estimación fué obtenida al demostrar que el intercepto a de la ecuación de la regresión lineal que describe el día del ciclo gonotrófico es igual a cero. En base a lo

anterior se procedió a aplicar una prueba de "t" para el intercepto **a**, donde la hipótesis nula es $H_0: a = 0$ y la alterna es $H_a: a \neq 0$. El valor de "t" calculada fué de 1.24 y este es inferior al valor de tablas, para dos colas y con 16 grados de libertad. En base a esto se aceptó la H_0 , y por lo tanto la pendiente (**b**) expresa la tasa de supervivencia por ciclo de oviposición y su raíz (valor de ciclo de oviposición) la tasa de supervivencia diaria.

6.2.1 Tasa de Supervivencia Diaria por el Método de MacDonald (1952) Modificado por Davidson (1954)

En este estudio se relizaron tres muestreos de 20 días continuos cada uno, del 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993 y del 15 de Diciembre de 1993 al 3 de Enero de 1994 y del 7 al 26 de Enero de 1994. En total se disectaron 1052 hembras de *An. vestitipennis* colectadas por el método de cebo humano y capturas de corral de ganado vacuno.

El primer muestreo representado en el Cuadro 3, donde se colectaron 224 hembras por el método de cebo humano, se obtuvo una proporción de paridad de 0.769, con un promedio de disecciones diarias de 11.2 y un promedio de paridad del 70.53%. La fluctuación en la proporción de paridad se puede observar en la Fig. 3.

El segundo muestreo se muestra representado en el Cuadro 4. Se colectaron 484 hembras por el método de corral de ganado vacuno, se obtuvo una proporción de paridad de 0.849, con un promedio de disecciones diarias de 24.2 y un promedio de paridad de 82.23%. La fluctuación en la proporción de paridad se puede observar en la Fig. 4.

El tercer muestreo representado en el Cuadro 5, se colectaron 484 hembras por el método de corral de ganado vacuno, se obtuvo una proporción de paridad de 0.701, con un promedio de disecciones diarias de 17.2 y un promedio de paridad de 66.86%. La fluctuación en la proporción de paridad se puede observar en la Fig. 5.

De acuerdo a MacDonald (1952) modificado por Davidson (1954), la tasa de supervivencia por ciclo de oviposición es igual a el promedio de las proporciones de paridades diarias y la raíz del valor que corresponde al ciclo de oviposición (2), es igual a la tasa de supervivencia diaria. Por lo anterior se puede resumir lo siguiente:

- a) La tasa de supervivencia por ciclo de oviposición para el primer muestreo sería de **0.769** y la supervivencia diaria de **0.876**.
- b) La tasa de supervivencia por ciclo de oviposición para el segundo muestreo sería de **0.849** y la supervivencia diaria de **0.936**.

c) La tasa de supervivencia por ciclo de oviposición para el tercer muestreo sería de **0.701** y la supervivencia diaria es de **0.837**.

6.3.- Tasa Promedio de Picadura y Porcentaje de Anofelinos Colectados por Cebo Humano y Corral de Ganado Vacuno.

Este estudio se llevó a cabo a través de dos muestreos, uno de 15 días y el otro de 20 días continuos, del 20 de Diciembre al 3 de Enero de 1994 y del 7 al 26 de Enero de 1994. En total se colectaron 3,494 anofelinos por el método de cebo humano y capturas de corral de ganado vacuno. Las especies de anofelinos más abundantes fueron *An. albimanus* y *An. vestitipennis* (99.88%) no así *An. pseudopunctipennis* y *An. punctimacula* que se encontraron en escasa cantidad (0.12%) reposando en corral. La especie más abundante fué *An. albimanus* presentando un promedio de tasas de picadura /hora / hombre (1.13 y 3.07) en los dos muestreos con cebo humano, significativamente mayor que las de *An. vestitipennis* (0.82 y 1.40) ($P < 0.05$), mientras que el promedio por colecta por hombre en capturas de corral fué significativamente mucho mayor *An. albimanus* (3.13 y 3.95) que *An. vestitipennis* (0.29 y 1.07) con $P < 0.001$ (Fig. 6 a la 9). En el primer muestreo por el método de cebo humano se observó una correlación significativa ($r = 0.596$, $P < 0.01$) entre la densidad de *An. vestitipennis* y *An. albimanus* colectados, no así en el segundo muestreo (Fig. 6). El análisis realizado fué pruebas de "t" para datos pareados.

Se compararon los porcentajes de *An. vestitipennis* y *An. albimanus* colectados por los dos diferentes métodos de captura y se analizó la tendencia de esos porcentajes en los dos muestreos y su relación con los parámetros atmosféricos. No existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los porcentajes de *An. vestitipennis* (40.36%) de cebo humano y los de corral (30.58%), colectados en el primer muestreo (Cuadro 6). Por el contrario, sí existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los porcentajes de *An. vestitipennis* (11.53%) de cebo humano y los de corral (24.75%), colectados en el segundo muestreo (Cuadro. 7). También hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el porcentaje de *An. vestitipennis* colectados por cebo humano en el primer muestreo (40.36%) y el segundo (11.53%). No hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el porcentaje de *An. vestitipennis* colectados en las capturas de corral (30.58% y 24.75%). Los porcentajes fueron transformados por la función Arco Seno y el análisis fué llevado a cabo por la prueba de ANOVA y comparaciones múltiples de medias por Fisher.

Así mismo se realizaron correlaciones entre los parámetros meteorológicos (Fig. 10, 11 y 12) y las diferentes variables potencialmente afectadas por estos. Apareció una correlación altamente significativa ($r=0.453$, $P<0.025$) entre la temperatura y la población de *An. albimanus* colectados en el corral sobre ganado vacuno para el segundo muestreo, así como el de la humedad relativa ($r=0.483$, $P<0.025$). Se observó también una correlación significativa entre la humedad relativa y la cantidad de *An. vestitipennis* colectados en el segundo muestreo ($r=0.412$, $P<0.05$). El análisis relializado fué una prueba de "t" para la significancia de r.

7.- DISCUSION

7.1.- Ciclo Gonotrófico

Los estudios realizados hasta la fecha sobre el ciclo de oviposición o gonotrófico de *An. vestitipennis* son escasos y sólo existe el reporte de un trabajo realizado en laboratorio, el cual será el punto de apoyo para discutir el resultado obtenido en este estudio, en donde el ciclo gonotrófico fué de 2 días.

Mekuria *et al.* en 1991, reportó que el ciclo gonotrófico para *An. vestitipennis* es fué de 3.2 días bajo condiciones semicontroladas en laboratorio en República Dominicana. La duración del ciclo gonotrófico es determinada a partir del tiempo que el mosquito tardó en realizar la oogénesis, que fué de 2.2 días (realizando disecciones cada 6 horas) y a este tiempo se les agregó 1 día, tiempo requerido para localizar un sitio de oviposición, oviponer y tomar una nueva comida de sangre (Detinova, 1962). Sin embargo, los escritos de Detinova (1962), mencionan también que la fase del ciclo gonotrófico en la cual ocurre desarrollo ovarial (maduración de huevos) y oviposición son contradictorios. Los estudios en que basó Detinova fueron realizados en la antes llamada URSS por Tairova (1957) para *An. maculipennis* y por Kalmykov (1959) para *An. superpictus*. Ellos encontraron que esta fase (3ra) del ciclo gonotrófico no excede de 24 h. Detinova reportó que la duración entre la oviposición y la nueva alimentación (1ra fase) no tarda más que 8 h. Es importante hacer notar que los estudios mencionados por Detinova (1962) fueron realizados para otras especies y bajo condiciones (geográficas y climatológicas) probablemente distintas, por lo que es difícil generalizar para todas las especies de anofelinos. El tiempo de diferencia entre la oogénesis y el ciclo gonotrófico o ciclo de oviposición, ha sido estudiado en algunas especies de anofelinos, las cuales presentaron diferencias en horas o ninguna. Algunos de estos trabajos se mencionan a continuación.

Detinova (1962), cita a Gillies (1953 y 1954) quien en observaciones realizadas con hembras de *An. gambiae* reportó que se alimentan de sangre inmediatamente después de la oviposición. Roberts *et al.* (1983), realizó estudios de ciclo gonotrófico y oogénesis de *Anopheles darlingi* Root en Ituxi River, Amazonas, Brasil. determinando que la oogénesis es completada cerca de 48 hrs después de la alimentación de sangre y que el tiempo que tardan los anofelinos marcados previamente alimentados en conseguir una nueva toma de

sangre es de 48 horas en el 42% de los mosquitos recapturados, lo cual indica que una proporción de anofelinos se alimenta inmediatamente después de la oviposición.

Fernández (1992), en estudios llevados a cabo con *An. pseudopunctipennis* Theobald en la estación seca en la región alta de Tapachula, Estado de Chiapas sur de México, determinó por medio del método de marcado-liberación y recaptura, la duración del ciclo gonotrófico conjuntamente con la oogénesis. El ciclo gonotrófico fué de 72 horas y la oogénesis tardó 60 hrs. Esta diferencia es debido al tiempo en que la hembra ovipone y busca de nuevo al huésped para alimentarse.

Rodríguez *et al.* (1992), en estudios realizados de 1987 a 1990 en la rancharía el Gancho Estado de Chiapas, México a 2.5 Km al Oeste de la frontera con Guatemala, determinaron el ciclo gonotrófico y la sobrevivencia diaria de *An. albimanus* por el método de marcado-recaptura, en corral de ganado vacuno. Encontraron dos ciclos gonotróficos; sugiriendo que probablemente había uno de 2 días para mosquitos paridos y otro de 4 días para mosquitos nuliparos (pre-grávidos).

Reisen *et al.* (1980), mediante marcado-liberación-recaptura con la progenie de *An. culicifacies* emergidos en laboratorio y con población natural (no marcada), observaron que el porcentaje de recaptura fué de 8% para hembras y 5.9% para machos colectados en sitios de reposo. El primer ciclo gonotrófico fué de 4 días y los siguientes de 2 días, con las hembras alimentandose el mismo día de la oviposición

Mutero y Birley (1987), determinaron la sobrevivencia y el ciclo de oviposición utilizando el método de series de tiempo en Kenya de *An. gambiae* Giles, *An. arabiensis* Patton, *An. merus* Donitz y *An. funestus* Giles durante diferentes épocas del año y utilizando capturas con cebo humano, trampa de luz up-draft succión negativa y sitios de reposo intradomiciliar durante el día. El rango del ciclo de oviposición fue de 2 a 4 días y varió de acuerdo a la especie y estación del año.

Estos estudios indican que la variación en el tiempo de oogénesis dentro del ciclo de gonotrófico, está en función del tiempo en que la hembra ovipone y busca al huésped y que además es mínimo en anofelinos. Aparte de los elementos mencionados anteriormente que pueden justificar la diferencia en tiempo entre el ciclo gonotrófico reportado de 3.2 y 2 días, es necesario mencionar que el estudio realizado por los investigadores en República Dominicana fué en condiciones de laboratorio, mientras que este trabajo fué realizado bajo condiciones de campo, donde otras variables juegan un papel muy importante.

Otro factor que está involucrado en la duración del ciclo gonotrófico, es la temperatura. Sin embargo, no hubo diferencia en este parámetro entre el trabajo realizado por Mekuria *et al.* y los reportados en este estudio (24 °C).

7.2.- Tasa de supervivencia

La tasa de supervivencia por ciclo de oviposición fué de **0.224** y la tasa de supervivencia diaria de las poblaciones naturales de *An. vestitipennis* fué estimada en **0.473**, utilizando el método de series de tiempo. Mekuria (1991), en la República Dominicana reportó una tasa de supervivencia (por el método de tasas de paridad) para *An. vestitipennis* de 0.611 utilizando la proporción de paridas colectadas por el método de cebo humano peridomiciliario, y usando un ciclo gonotrófico de 3.2 días. La tasa de paridad promedio utilizada en la fórmula de MacDonald (1952) modificado por Davidson (1954), define la duración de la supervivencia por ciclo gonotrófico, la cual fué de **0.202** para los datos obtenidos por Mekuria (1991), si a estos datos se le aplica la raíz de 2 que es la duración del ciclo de oviposición que se encontró en este estudio, la tasa de supervivencia diaria sería de **0.454**. Por lo que la tasa de supervivencia por ciclo de oviposición fué similar en ambos trabajos sin embargo, la diferencia en la tasa de supervivencia diaria se debe al estimador, el cual es la duración del ciclo gonotrófico ya discutido.

Los resultados de la supervivencia por ciclo gonotrófico y de supervivencia diaria de *An. vestitipennis* por medio de las tasas de paridad diaria, obtenidos en los tres muestreos (Fig. 3, 4 y 5) fueron sesgadas, debido a que presentó fluctuaciones considerables en la paridad diaria. Por lo mismo no se pudo obtener un estimador confiable para la determinación de la supervivencia por ciclo de oviposición. Lo mismo reportó Aniedu *et al.* (1989), en dos localidades de Kenya durante el mes de Mayo con *Anopheles gambiae (sensu lato)*, utilizando la técnica de cebo humano. En los resultados se observó una fluctuación de nuliparas mínima, indicando un constante reclutamiento de nuevas emergencias dentro de la población. Por consiguiente, la proporción de paridas puede considerarse como un buen estimador para la supervivencia media por ciclo de oviposición y para la supervivencia diaria también.

Varios son los factores involucrados en la estimación de la supervivencia y estos pueden ser afectados por diferentes parámetros.

Gillies (1961), realizó estudios de supervivencia en el Este de Africa con *Anopheles gambiae* Giles por medio del método de marcado-recaptura. Reportó una supervivencia

diaria de 0.841, lo cual equivale a una mortalidad diaria de 15.9% y lo atribuye a 3 diferentes factores: Muerte natural, emigración y errores en la técnica. Gillies and Wilkes (1963), determinaron en Africa Oriental (Tanganika) el número de nulíparas, pre-grávidas y paridas, estructura de edad y mortalidad diaria de *An. funestus* Giles, colectados reposando dentro de las casas y en cebo humano durante 3 años. Debido a que la población de pre-grávidas presentó prolongación del primer ciclo gonotrófico (más de una alimentación sanguínea para oviponer), este grupo debió ser excluido del cálculo de mortalidad diaria por el método de Davidson.

Reisen y Mahmood (1979), en experimentos de laboratorio con *An. culicifacies* emergidos bajo condiciones de laboratorio, determinaron la pre-gravidéz, (requerimiento de una segunda toma de sangre para que los folículos ováricos se desarrollen completamente) y la estructura de edad. La estimación de la estructura de edad, durante el verano por el método de Detinova (1962) no fué recomendable debido a la población pre-grávida, lo cual se subestima la sobrevivencia diaria.

Mutero y Birley (1989), en observaciones realizadas en la costa de Kenya de 1981 al 1982 con *An. merus* mediante el método de cebo humano, observaron que el 67% de los anofelinos presentaron pre-gravidéz. El efecto de la pre-gravidéz cambió la estimación de la supervivencia en el ciclo de oviposición de 0.43 a 0.57. Por lo tanto se subestimó la supervivencia. El intervalo de alimentación para mosquitos paridos y pre-grávidos fué el mismo.

Reisen *et al* (1980), realizaron estudio por marcado-liberación-recaptura con la progenie de *An. culicifacies* emergidos en laboratorio y con población natural (no marcada). El porcentaje de recaptura fué de 8% para hembras y 5.9% para machos colectados en sitios de reposo. La sobrevivencia diaria para hembras y machos estimada por la disminución en la recaptura fué de 0.568 y 0.676 respectivamente. La supervivencia diaria por el método Krafsur fué de 0.472 y por Davidson fué de 0.820. Ambos son métodos verticales. Las diferencias pueden haber sido por cambios en la distribución de edad debido a un muestreo insuficiente, cambios específicos de estado de la hembra y parcialmente al comportamiento.

Los mismos autores, pero en observaciones realizadas en verano, en las planicies áridas de la sierra Nevada en Kern County, Calif. con la población de *Culex tarsalis* Coquillett determinaron la supervivencia diaria utilizando métodos verticales (Davidson, 1954) de hembras colectadas con trampas de luz con bióxido de carbono como atrayente. La supervivencia usando el método de Davidson fué de 0.82 (rango= 0.79-0.85) y por la

técnica de marcado-recaptura fué de 0.79 y 0.75 para Junio y Agosto respectivamente. La supervivencia estimada verticalmente (Davidson) y horizontalmente (marcado-recaptura) fué similar, la cual indicó que la proporción de hembras recapturadas fué constante (mortalidad + emigración) e independiente de la edad. La emigración fué baja.

Fernández (1992), en estudios llevados a cabo con *An. pseudopunctipennis* Theobald en la estación seca en la sierra de Tapachula, Chiapas determinó la duración de la supervivencia diaria. Al inicio de la estación y al final fué de 0.875 y 0.884 respectivamente por el método de marcado-recaptura, mientras que por el método de Davidson fué de 0.69 y 0.68. La diferencia fué atribuida a sesgo en el muestreo y la fluctuación poblacional. .

La supervivencia puede ser afectada como ya se mencionó anteriormente por muchos factores. Su determinación es de mucha importancia epidemiológica debido a que expresa la probabilidad de que un mosquito sobreviva el tiempo necesario para que se vuelva infectivo (P^n), la expectativa de vida del vector ($1 / -\log_e P$) y la expectativa de vida infectiva del vector ($P^n / (1 / -\log_e P)$).

La probabilidad que *An. vestitipennis* en época seca, en la zona donde se llevó a cabo este estudio se vuelva infectivo es de (0.473^{11}) **0.00026**, la expectativa de vida es, de $(1 / -(-0.748))$ **1.33** días y la expectativa de vida infectiva del vector es de $(0.00026 / 1.33)$ **0.000195**.

Estos valores son más bajos que los reportados por Mekuria (1991) para *An. vestitipennis* en República Dominicana en donde la probabilidad de que el mosquito se vuelva infectivo es de 0.005, la expectativa de vida fué de 2 días y la expectativa de vida infectiva fué de 0.0025. Mekuria reportó también datos para *An. albimanus*: La probabilidad de que el mosquito se vuelva infectivo es de 0.015, expectativa de vida es de 2.6 días y expectativa de vida infectiva de 0.0057. Fernández (1990), en estudios llevados a cabo con *An. pseudopunctipennis* Theobald en la estación seca en la sierra de Tapachula, Chiapas, determinó que la probabilidad de que el mosquito se vuelva infectivo es de 0.314, expectativa de vida fué de 7.7 días y expectativa de vida infectiva de 0.040. Sin embargo, en 1992 realizó otro estudio en otra localidad de Tapachula (La Concordia) con *An. pseudopunctipennis* Theobald, en donde la probabilidad de que el mosquito se vuelva infectivo fué 0.099, la expectativa de vida es de 4.3 días y la expectativa de vida infectiva de 0.023, observándose una gran diferencia en estas dos localidades en los parámetros estimados.

Rodríguez *et al.* (1992), en estudios realizados de 1987 a 1990 en la ranchería el Gancho Chiapas México, a 2.5 Km al Oeste de la frontera con Guatemala, se determinó la supervivencia diaria entre los mosquitos recapturados en época seca (0.46-0.68) y lluviosa (0.67-0.68). La esperanza de vida del mosquito para transmitir malaria es de 2% (1.8-2.5%) para 10 días a una temperatura de 27°C.

En base a las estimaciones realizadas en la supervivencia de *An. vestitipennis* y comparándolas con otros vectores mencionados anteriormente, es poco probable que esté involucrado en la transmisión de paludismo durante la época seca en la finca San Pablo.

Este estudio denota que una pequeña variación en los parámetros calculados producirá cambios considerables en los estimadores, como se puede observar en la determinación de la supervivencia diaria y que estos estimadores son parte importante en los componentes de la capacidad vectorial. Por lo tanto, la estimación de la capacidad vectorial conlleva una serie de errores que minimizan la validez de esta herramienta como indicador de transmisión de malaria en una localidad. Esta inquietud a llevado a investigadores a proponer modelos más sencillos y confiables para estimar la transmisión de paludismo. A continuación se mencionan algunos de ellos.

Reisen (1989), presentó un análisis de un estudio realizado por Molineaux y Gramiccia (1980). Sobre la capacidad vectorial (C). Se evaluaron el índice de inoculaciones entomológicas (IIE) y la ocurrencia de nuevos casos de malaria por *P. falciparum* en infantes, en varias villas hiperendémicas de malaria en Nigeria. Durante dos años la mitad de las villas se trató con rociado residual domiciliar con Propoxur y la otra mitad sirvió de control. Se observó una baja en los parámetros medidos en las villas rociadas con Propoxur, sin embargo, la capacidad vectorial no disminuyó más allá del umbral establecido (0.03), necesario para que la transmisión no sucediera. A pesar de que la C y la IIE decrecieron drásticamente, la ocurrencia de nuevos casos de malaria permaneció de 15 por 100 infantes a diferencia del control (villa no rociada) que fué de 30 por 100 infantes en el primer año. Dye (1986), propone que para predicciones epidemiológicas se debería utilizar únicamente los componentes importantes de la capacidad vectorial como un índice, el cual se puede medir mediante observaciones entomológicas y parasitológicas conjuntas. Recomendó el uso de correlaciones simples entre un estimador confiable de la población (índice de picadura) y la incidencia de la enfermedad. Burkot *et al.* (1990), estimaron la sobrevivencia, capacidad vectorial y probabilidad de infección de *An. punctulatus* en Papua New Guinea durante 1 año, realizando 4 muestreos en diferentes épocas. La sobrevivencia por ciclo de alimentación, capacidad vectorial, y probabilidad de infección del anofelino no

varió significativamente. Estos parámetros fueron comparados con otras villas en el área de estudio. La sobrevivencia por ciclo de alimentación no varió significativamente entre las villas, sin embargo, fué mayor que el período de incubación extrínseca. El cálculo de la proporción de inoculaciones junto con la prevalencia del parásito en niños es una opción preferible para estimar la transmisión de malaria en el área de Papua Nueva Guinea.

Mendis *et al.* (1992), en estudios realizados en Kataragama, Sri Lanka, derivaron una expresión matemática que estima la eficiencia de transmisión de malaria para varias especies de anofelinos involucrados y lo compararon con el método estándar ya establecido. El método es útil en situaciones donde existe transmisión de malaria por más de una especie de anofelino; requiere la estimación de la proporción de picaduras/hombre, la tasa de esporozoítos y la incidencia de la malaria humana. La fórmula de la capacidad vectorial requiere del conocimiento de diferentes parámetros de la bionomía del vector (hábitos de picadura, componentes biológicos y proporción de mortalidad). Esta expresión propuesta no requiere de estos parámetros, de los cuales al existir un pequeño error en la mortalidad produce una diferencia grande en la fórmula de la capacidad vectorial.

7.3- Tasa Promedio de Picaduras y Porcentaje de Anofelinos Colectados en Cebo Humano y Corral de ganado vacuno.

Los anofelinos más abundantes en la zona fueron *An. albimanus* y *An. vestitipennis*, este último con densidades en cebo humano y corral significativamente menores. Estos resultados que coinciden con los publicados por Romeo de León (1943), en San Cristóbal, Alta Verapaz utilizando aspersion de insecticidas intradomiciliares y capturas domiciliarias, demostró que *An. albimanus* es el vector predominante ya que se encontró que el 99.73% del total correspondían a esta especie. Mekuria *et al.* (1990), en estudios realizados en Dajabon, República Dominicana, utilizando trampas cortina con cebo animal como atrayente, capturas de corral, trampas de luz UV y cebo humano, reveló que los anofelinos de mayor densidad fueron *An. albimanus* y *An. vestitipennis*. Los anofelinos fueron predominantemente exofágicos y exofílicos, presentando la mayor actividad las primeras 4 horas de la noche (1800-2200) fuera de las casas. Sin embargo, Roberts (1993) reportó que en el Sur de Belice el anofelino más abundante picando dentro de las casas fué *An. vestitipennis* en época lluviosa, seguido de *An. albimanus*.

Se compararon los porcentajes de *An. vestitipennis* colectados en el primer muestreo por los dos métodos de captura y no se encontró diferencia significativa, lo que

indica similitud en la zoofilia y la antropofilia. Mekuria *et al.* (1990), en República Dominicana, utilizando trampas cortina con cebo animal como atrayente, capturas de corral, trampas de luz UV y cebo humano, reportó que la proporción de *An. albimanus* y *An. vestitipennis* colectados en trampa de cebo animal y cebo humano fué virtualmente la misma, lo cual indica que la zoofilia y la antropofilia deben considerarse igual.

Por el contrario, en el segundo muestreo se observó diferencia significativa entre el porcentaje de *An. vestitipennis* colectados por cebo humano y corral, lo que indica que la densidad de *An. vestitipennis* fué disminuyendo mientras la de *An. albimanus* aumentó en colectas de cebo humano, mientras que los porcentajes en las capturas de corral no variaron. Esto demuestra que *An. albimanus* se es el principal picador en cebo humano sin embargo, la población de *An. vestitipennis* en corral se mantuvo constante.

La densidad de *An. albimanus* fué siempre superior a la de *An. vestitipennis*, observándose una significancia mayor en las capturas de corral que en las de cebo humano peridomiciliar. Esto sugiere cierta preferencia de *An. albimanus* por alimentarse con sangre de vacuno que por humana. Mekuria en 1991, determinó índices de sangre humana para *An. albimanus* y *An. vestitipennis* estimados en 0.12 y 0.08 respectivamente, lo que también indica una preferencia menor de *An. albimanus* por alimentarse con sangre humana.

Se observó una asociación significativa entre la temperatura y la humedad relativa, con la densidad de *An. albimanus* colectados por capturas de corral en el segundo muestreo, no obstante el porcentaje de colectas por corral no varió significativamente. Aparentemente estos parámetros meteorológicos favorecen la abundancia de *An. albimanus*, pero no lo suficiente como para que la densidad aumente significativamente. Es importante hacer notar que las mediciones de los parámetros meteorológicos sólo se realizaron en la época de estudio.

En base a la abundancia de *An. vestitipennis* se puede decir que presentó un potencial como transmisor de paludismo menor que *An. albimanus* en época seca; sin embargo puede jugar un papel importante en la transmisión en época lluviosa, cuando la densidad aumenta considerablemente (64 picaduras / hora / hombre, Juárez *et al* no publicado).

8.- CONCLUSIONES

- 1.- La duración del ciclo gonotrófico de las poblaciones de campo de *Anopheles vestitipennis* Dyar & Knab, en época seca en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala, fué estimada en 2 días, a una temperatura promedio de 24.28 °C, humedad relativa de 82% y una precipitación pluvial de 132 mm.
- 2.- La tasa de supervivencia por ciclo gonotrófico de *Anopheles vestitipennis* fué estimada en 0.202.
- 3.- La tasa de supervivencia diaria de *Anopheles vestitipennis* fué estimada en 0.454.
- 4.- La probabilidad de *An. vestitipennis* de volverse infectivo en época seca (suponiendo que el período esporogónico es de 11 días) es de 0.00026, la expectativa de vida es de 1.33 días y la expectativa de vida infectiva es de 0.000195.
- 5.- *Anopheles albimanus* Wiedeman y *An. vestitipennis* fueron las especies de anofelinos más abundantes (99.88%) durante la época seca en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.
- 6.- *Anopheles albimanus* fué la especie más abundante significativamente mayor que *An. vestitipennis* en las capturas de cebo humano peridomiciliar y de corral de ganado vacuno.
- 7- En base a las estimaciones de supervivencia y densidad de picadura de *An. vestitipennis* , es poco probable que esté involucrado en la transmisión de paludismo durante la época seca en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala. Sin embargo, puede jugar un papel importante en la transmisión de paludismo en época lluviosa, cuando la densidad aumenta considerablemente.

9.- LITERATURA CITADA

- Aniedu, L, M. J. Mutinga and C. M. Mutero. 1989.** Age composition and survival rate of *Anopheles gambiae* Giles complex (Dipt., Culicidae) in Baringo district, Kenya. J. Appl. Ent. 107: 387-394.
- Birley, H. M. and T. P. Boorman. 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, M. H. and P. K. Rajagopalan. 1981.** Estimation of the survival and biting rates of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 18:181-186.
- Burkot, T. R., P. M. Graves, R. Paru, D. Battistutta, A. Barnes and S. Saul. 1990.** Variations in malaria transmission rates are not related to Anopheline survivorship per feeding cycle. Am. J. Trop. Med. Hyg. 43(4): 321-327.
- Clark-Gil, S. J. and R. F. Darsie. 1983.** The mosquitoes of Guatemala, Their identification, distribution and bionomics, with Keys to adult female and larvae. Mosq. Syst. 15: 151-284.
- Clements, A. N. 1963.** The Physiology of Mosquitoes. Great Britain: The Bay Tree Press, Stevenage, Herts. 193p.
- Davidson, G. 1954.** Estimation of the survival rate Anopheline mosquitoes in nature. Nature (Lond.). 174: 792-793.
- De León, J. R. 1942.** El *Anopheles vestitipennis* transmisor de malaria. Bol. Sanit. 50: 95-98.

- De León, J. R. 1943.** Una encuesta sobre el paludismo de altura en Alta Verapaz. Bol. Sanit. 51: 87-91.
- De León, J. R. 1952.** Los anofelinos transmisores de malaria en Guatemala. Rev. Ins. Ins. Cient. USAC. 7: 1-11.
- Detinova, T. S. 1962.** Age grouping methods in Diptera of medical importance with special reference to some vectors of malaria. W.H.O. Monogr. Ser. 47.
- DGSS, 1989.** Dirección General de Servicios de Salud. División de Malaria. Memoria Anual. Ministerio de Salud Pública. República de Guatemala.
- DGSS, 1989.** Dirección General de Servicios de Salud. Estado General de las enfermedades de Notificación Obligatoria. Guatemala.
- Dye, C. 1986.** Vectorial Capacity: Must we measure all its components? Parasitology Today. 2:203-209.
- Freier, J. E. 1989.** Estimation of Vectorial Capacity: Vector Abundance in Relation to Man. Bull. Soc. Vector. Ecol. 14: 41-46.
- Gillies, M. T. 1961.** Studies on the dispersion and survival of *Anopheles gambiae* Giles in Africa, by means of marking and release experiments. Bull. Entomol. Res. 52: 99-127
- Gillies, M. T. and T. J. Wilkes. 1963.** Observations on nulliparous and parous rates in a population of *Anopheles funestus* in east Africa. Ann. Trop. Med. Parasitol. 57: 204-213.
- Fernández Salas, I. 1992.** Bionomics of the primary malaria vector, *Anopheles pseudopunctipennis*, in the Tapachula foothills area of southern México. México. Uniformed Services University of the Health Sciences. Ph. D. Dissertation. 157p.
- Fleming, G. 1986.** Biología y Ecología de los vectores de la Malaria en las Americas.

OPS. Washintong, D. C. Ref: PNSP / 86-72.

Juárez, J. A. 1992. Incriminación de especies anofelinas transmisoras de malaria en la región norte de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis inédita Escuela de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 68p.

Kitthawee, S., J. D. Edman and J. Sattabongkot. 1990. Evaluation of survival potential and malaria susceptibility among different size classes of laboratory-reared *Anopheles dirus*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 43(4): 328-332.

Knight, K. L. and A. Stone. 1977. A Catalog of the Mosquitoes of the World. 2nd Ed. Vol. VI. Entomological Society of America. Baltimore, Maryland. 611p.

Kumm, H. W. and L. M. Ram. 1941. Observations on the *Anopheles* of British Honduras. Am. J. Trop. Med. 21: 559-566.

Loyola, E. G., J. I. Arredondo, M. H. Rodríguez, D. N. Bown and M. A. Vaca-Marin. 1991. *Anopheles vestitipennis*, the probable vector of *Plasmodium vivax* in the Lacandon forest of Chiapas, México. Trop. Med. Hyg. 85: 171-174.

Mahmood, F and W. Reisen. 1981. Duration of the gonotrophic cycle of *Anopheles culicifacies* Giles and *Anopheles stephensi* Liston, with observations on reproductive activity and survivorship during winter in Punjab Province, Pakistan. Mosquito news. 41: 41-50.

Mekuria, Y., M. A. Tidwell, D. C. William and J. D. Mandeville. 1990. Bionomic studies of the *Anopheles* mosquitoes of Dajabon, Dominican Republic. J. Am. Mosq. Control. Assoc. 6: 651-657.

Mekuria, Y., R. Granados, M. A. Tidwell, D. C. William, R. A. Wirtz and D. R. Roberts. 1991. Malaria Transmission Potential by *Anopheles* mosquitoes of Dajabon, Dominican Republic. J. Am. Mosq. Control. Assoc. 7: 456-461.

- Mendis, Ch., P. R. J. Herath, J. Rajakaruna, S. Weerasinghe, A. C. Gamage-Mendis, K. N. Mendis and A. P. K. De Zoysa. 1992.** Method to estimate relative transmission efficiencies of *Anopheles* species (Diptera: Culicidae) in human malaria transmission. *J. Med. Entomol.* 29: 188-196.
- Meyer, R. P. 1989.** Estimation of Vectorial Capacity: Pathogen Extrinsic Incubation and Vector Competence. *Bull. Soc. Vector. Ecol.* 14: 60-66.
- Milby, M. M. and W. K. Reisen. 1989.** Estimation of Vectorial Capacity: Vector Survivorship. *Bull. Soc. Vector. Ecol.* 14: 47-54.
- Mutero, C. M. and M. H. Birley. 1987.** Estimation of the survival rate and oviposition cycle of field population of malaria vectors in Kenya. *J. Appl. Ecol.* 24: 853-863.
- OMS, 1975.** Manual on Practical Entomology in Malaria. Part 1. Vector Bionomic and Organization of Antimalaria Activities. OMS. Geneva. 160p.
- OMS, 1990.** Las Condiciones de Salud en las Americas, Enfermedades transmisibles. Washington: Organización Mundial de la Salud. Pub. Cient. 524. 1990. 37p.
- OMS, 1993.** Tropical Disease Research, Progress 1991-1992. Geneva. 134p.
- Padilla, N., P. Molina, J. Juárez, D. Bown and C. Cordon-Rosales. 1992.** Potencial malaria vectors in northern Guatemala. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 8: 307-308.
- Pumpuni, Ch. B. and E. D. Walker. 1989.** Population size and survivorship of adult *Aedes triseriatus* in a scrap tireyard in northern Indiana. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 5: 166-172.

- Reisen, W. K. 1989.** Estimation of Vectorial Capacity: Relationship to Disease Transmission by Malaria and Arbovirus Vector. *Bull. Soc. Vector. Ecol.* 14: 67-70.
- Reisen, W. K. 1989.** Estimation of vectorial capacity: Introduction. *Bull. Soc. Vector. Ecol.* 14: 39-40.
- Reisen, W. and M. Aslamkhan. 1979.** A release-recapture experiment with the malaria vector, *Anopheles stephensi* Liston, with observations on dispersal, survivorship, population size, gonotrophic rhythm and mating behavior. *Annals trop. Med. Parasit.* 73: 251-269.
- Reisen, W., F. Mahmood and T. Parveen. 1980.** *Anopheles Culicifacies* Giles : a release-recaptura experiment with cohorts of Known age with implications for malaria epidemiology and genetical control in Pakistan. *Tran. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 74: 307-317.
- Reisen, W., M. M. Milby, W. C. Reeves, R. P. Meyer and M. E. Bock. 1983.** Population ecology of *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae) in a foothill enviroment of Kern County, California: temporal changes in female relative abundance, reproductive status, and survivorship. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76: 800-808.
- Reyes Villanueva, F. 1993.** Biología de Vectores. Universidad Autónoma de Nuévo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Entomología Médica. Monterrey, México. 110p. (Documento Inédito).
- Roberts, D. R., W. D. Alecrim, A. M. Tavares and K. M. McNeill. 1983.** Field obsevationes on the gonotrophic cycle of *Anopheles darlingi* (Diptera:Culicidae). *J. Med. Entomol.* 20: 189-192.
- Roberts, D. R., O. Chan, J. Pecor, E. Rejamankova, D. Manguin, J. Polanco and L. J. Legters. 1993.** Preliminary observations on the changing roles of malaria vectors in southern Belize. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 9: 456-459.

Rodriguez, M. H., D. Bown, J. Arredondo, C. Villarreal, E. Loyola and C. Frederickson. 1992. Gonotrophic Cycle and Survivorship of *Anophles albimanus* (Diptera: Culicidae) in Southern México. *J. Med. Entomol.* 29: 395-399.

Torre-Bueno, J. R. 1989. The Torre-Bueno Glossary of Entomology. The New York Entomological Society. 840pp.

Walker, E. D., R. S. Copeland, S. L. Paulson and L. E. Munstermann. 1987. Adult survivorship, population density, and body size in sympatric populations of *Aedes Triseriatus* and *Aedes hendersoni* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 24: 485-493.

ANEXO

(CUADROS Y FIGURAS)

Cuadro 1.- Datos originales de la primera colecta de hembras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab, capturadas mediante cebo humano peridomiciliar y disectadas para la determinación de la estructura de edad, desde el 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

DIA	TOTALES	PARIDAS	NULIPARAS
1	9	8	1
2	32	23	9
3	20	10	10
4	15	12	3
5	23	11	12
6	18	12	6
7	14	8	6
8	12	5	7
9	3	3	0
10	13	12	1
11	8	8	0
12	11	8	3
13	5	5	0
14	12	10	2
15	6	4	2
16	2	1	1
17	1	1	0
18	9	8	1
19	1	1	0
20	10	8	2
TOTALES	224	158	66
%	100	70.53	29.47

Cuadro 2.- Coeficiente de correlación (r) y valores de regresión cruzada (a y b) del número de hembras totales (disectadas) contra hembras paridas, en diferentes series de tiempo de *Az. vestitipennis* Dyar & Knab, capturadas mediante cebo humano peridomiciliar, desde el 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

DIA	r	a	b
0	0.921	1.181	0.6
1	0.208	6.366	0.136
2	0.455	4.41	0.224
3	0.27	5.314	0.131
4	0.424	3.943	0.206
5	0.107	5.554	0.053
6	0.202	4.54	0.095
7	0.154	4.69	0.071
8	0.735	0.386	0.362
9	0.085	5.373	0.041
10	0.186	4.112	0.081
11	-0.274	6.989	-0.116
12	0.315	1.936	0.157
13	-0.292	7.605	-0.154
14	-0.552	8.587	-0.244
15	0.18	2.223	0.08
16	0.532	0.315	0.22
17	-0.878	11.941	-0.309
18	1	1.739	0.304

Cuadro 3.- Datos de paridad, proporción de paridas (P/T) y promedio de disecciones realizadas, obtenidas de la primera colecta de hembras disectadas de *An. vestitipennis* Dyar & Knab, capturadas mediante cebo humano peridomiciliar y capturas de corral de ganado vacuno, desde el 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993, en la finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

CAPTURA POR CEBO HUMANO				CAPTURA POR CORRAL		
DIA	TOTALES	PARIDA	P/T	TOTALES	PARIDA	P/T
1	9	8	0.89	-	-	-
2	32	23	0.72	-	-	-
3	20	10	0.50	-	-	-
4	15	12	0.80	10	9	0.90
5	23	11	0.48	96	54	0.56
6	18	12	0.67	75	54	0.72
7	14	8	0.57	19	14	0.74
8	12	5	0.42	62	55	0.89
9	3	3	1.00	42	32	0.76
10	13	12	0.92	21	15	0.71
11	8	8	1.00	4	3	0.75
12	11	8	0.73	7	6	0.86
13	5	5	1.00	16	12	0.75
14	12	10	0.83	58	53	0.91
15	6	4	0.67	21	16	0.76
16	2	1	0.50	26	22	0.85
17	1	1	1.00	5	3	0.60
18	9	8	0.89	28	26	0.93
19	1	1	1.00	21	17	0.81
20	10	8	0.80	46	30	0.65
TOTALES	224	158	-	557	421	-
%	100	70.53	-	100	75.83	-
PROME.	11.2	-	0.769	32.76	-	0.773

Cuadro 4.- Datos de paridad, proporción de paridas (P/T) y promedio de disecciones realizadas, obtenidas de la segunda colecta de hembras disectadas de *An. vestitipennis* Dyar & Knab, capturadas mediante cebo humano peridomiciliar y capturas de corral de ganado vacuno, desde el 15 de Diciembre de 1993 al 3 de Enero de 1994, en la finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

CAPTURA POR CEBO HUMANO				CAPTURA POR CORRAL		
DIA	TOTALES	PARIDA	P/T	TOTALES	PARIDA	P/T
1	11	7	0.64	13	9	0.69
2	1	1	1.00	20	16	0.80
3	7	5	0.71	30	25	0.83
4	13	9	0.69	48	38	0.79
5	56	22	0.39	30	21	0.70
6	12	6	0.50	35	25	0.71
7	8	5	0.63	16	12	0.75
8	8	4	0.50	14	12	0.85
9	11	8	0.73	26	24	0.92
10	9	9	1.00	19	15	0.78
11	4	4	1.00	4	4	1.00
12	0	0	-	4	4	1.00
13	10	1	0.10	43	35	0.81
14	10	2	0.20	66	54	0.82
15	1	1	1.00	14	13	0.93
16	15	12	0.80	21	19	0.90
17	3	3	1.00	19	16	0.84
18	3	2	0.67	13	13	1
19	6	1	0.16	43	37	0.86
20	6	6	1.00	6	6	1
TOTALES	194	108	-	484	398	-
%	100	55.67	-	100	82.23	-
PROME.	9.70	-	-	24.2	-	0.849

Cuadro 5.- Datos de paridad, proporción de paridas (P/T) y promedio de disecciones realizadas, obtenidas de la tercera colecta de hembras disectadas de *An. vestitipennis* Dyar & Knab, capturadas mediante cebo humano peridomiciliar y capturas de corral de ganado vacuno, desde el 7 al 26 Enero de 1994, en la finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

CAPTURA POR CEBO HUMANO CAPTURA POR CORRAL						
DIA	TOTALES	PARIDA	P/T	TOTALES	PARIDA	P/T
1	1	1	1.00	20	15	0.75
2	3	2	0.67	13	9	0.69
3	0	0	-	6	2	0.33
4	1	0	0.00	15	7	0.47
5	0	0	-	50	17	0.34
6	4	4	1.00	39	24	0.62
7	2	0	0.00	22	18	0.82
8	0	0	-	22	16	0.73
9	0	0	-	9	5	0.56
10	0	0	-	10	9	0.90
11	0	0	-	12	9	0.75
12	13	11	0.85	29	25	0.86
13	1	1	1.00	12	9	0.75
14	0	0	-	11	10	0.91
15	0	0	-	10	9	0.90
16	1	1	1.00	7	6	0.86
17	1	1	1.00	15	13	0.87
18	7	5	0.71	13	12	0.92
19	6	4	0.67	13	4	0.31
20	6	2	0.33	16	11	0.69
TOTALES	46	32	-	344	230	-
%	100	69.56	-	100	66.86	-
PROME.	2.3	-	-	17.2	-	0.701

Cuadro 6.- Datos del número y porcentaje de hembras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab y *An. albimanus* Wiedeman, capturadas de 1900 a 2300 h con cebo humano peridomiciliar y corral de ganado vacuno, desde el 20 de Diciembre de 1993 al 3 de Enero de 1994, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

		CAPTURAS CON CEBO HUMANO		CAPTURAS EN CORRAL	
DIA	<i>An. vestitipennis</i>	<i>An. albimanus</i>	<i>An. vestitipennis</i>	<i>An. albimanus</i>	
1	12 (66.66%)	6 (33.33%)	35 (32.71%)	72 (67.29%)	
2	8 (66.66%)	4 (33.33%)	16 (12.40%)	113 (87.60%)	
3	8 (33.33%)	16 (66.66%)	14 (29.70%)	33 (70.21%)	
4	11 (57.89%)	8 (42.16%)	26 (42.62%)	35 (57.37%)	
5	9 (33.33%)	18 (66.66%)	19 (41.30%)	27 (58.70%)	
6	4 (40.00%)	6 (60.00%)	3 (27.27%)	8 (72.72%)	
7	0 (00.00%)	2 (100.00%)	4 (23.52%)	13 (76.47%)	
8	10 (45.45%)	12 (54.55%)	43 (53.09%)	38 (46.91%)	
9	10 (45.45%)	12 (54.55%)	66 (57.39%)	49 (42.61%)	
10	2 (15.38%)	11 (84.62%)	14 (17.72%)	65 (82.28%)	
11	15 (48.38%)	16 (51.61%)	21 (23.86%)	67 (76.14%)	
12	3 (27.27%)	8 (72.73%)	19 (22.35%)	66 (77.65%)	
13	6 (33.33%)	12 (66.66%)	14 (35.00%)	26 (65.00%)	
14	6 (46.15%)	7 (53.84%)	43 (36.44%)	75 (63.56%)	
15	6 (46.15%)	7 (53.84%)	2 (03.77%)	51 (96.23%)	
TOTALES	110	145	339	738	
PROMEDIO	40.36%	59.63%	30.58%	69.42%	

Cuadro 7.- Datos del número y porcentaje de hembras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab y *An. albimanus* Wiedeman, capturadas de 1900 a 2300 h con cebo humano peridomiciliario y corral de ganado vacuno, desde el 7 al 26 de Enero de 1994, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

DIA	CAPTURAS CON CEBO HUMANO		CAPTURAS EN CORRAL	
	An. <i>vestitipennis</i>	An. <i>albimanus</i>	An. <i>vestitipennis</i>	An. <i>albimanus</i>
1	1 (50.00%)	1 (50.00%)	20 (25.31%)	59 (74.68%)
2	3 (08.53%)	33 (91.66%)	13 (17.10%)	63 (82.89%)
3	0 (00.00%)	30 (100.00%)	6 (75.00%)	2 (25.00%)
4	1 (20.00%)	4 (80.00%)	15 (21.73%)	54 (78.26%)
5	0 (00.00%)	43 (100.00%)	51 (41.46%)	72 (58.54%)
6	4 (12.90%)	27 (87.10%)	39 (35.78%)	70 (64.22%)
7	2 (12.50%)	14 (87.50%)	22 (34.36%)	42 (65.63%)
8	0 (00.00%)	6 (100.00%)	22 (40.74%)	32 (59.26%)
9	0 (00.00%)	18 (100.00%)	9 (24.32%)	28 (75.67%)
10	0 (00.00%)	19 (100.00%)	10 (17.54%)	47 (82.46%)
11	0 (00.00%)	36 (100.00%)	12 (13.95%)	74 (86.05%)
12	13 (41.93%)	18 (58.07%)	29 (27.88%)	75 (72.12%)
13	1 (06.66%)	14 (93.33%)	12 (16.44%)	61 (83.56%)
14	0 (00.00%)	13 (100.00%)	11 (13.25%)	72 (86.74%)
15	0 (00.00%)	45 (100.00%)	10 (11.11%)	80 (88.89%)
16	1 (02.63%)	37 (97.36%)	7 (06.93%)	94 (93.07%)
17	1 (02.50%)	39 (97.50%)	15 (14.42%)	89 (85.58%)
18	7 (09.33%)	68 (90.66%)	13 (08.78%)	135 (91.22%)
19	7 (46.66%)	8 (53.33%)	12 (34.29%)	23 (65.71%)
20	6 (17.14%)	29 (82.85%)	16 (14.68%)	93 (85.32%)
TOTALES	47	502	344	1265
PROMEDIO	11.53%	88.47%	24.75%	75.25%

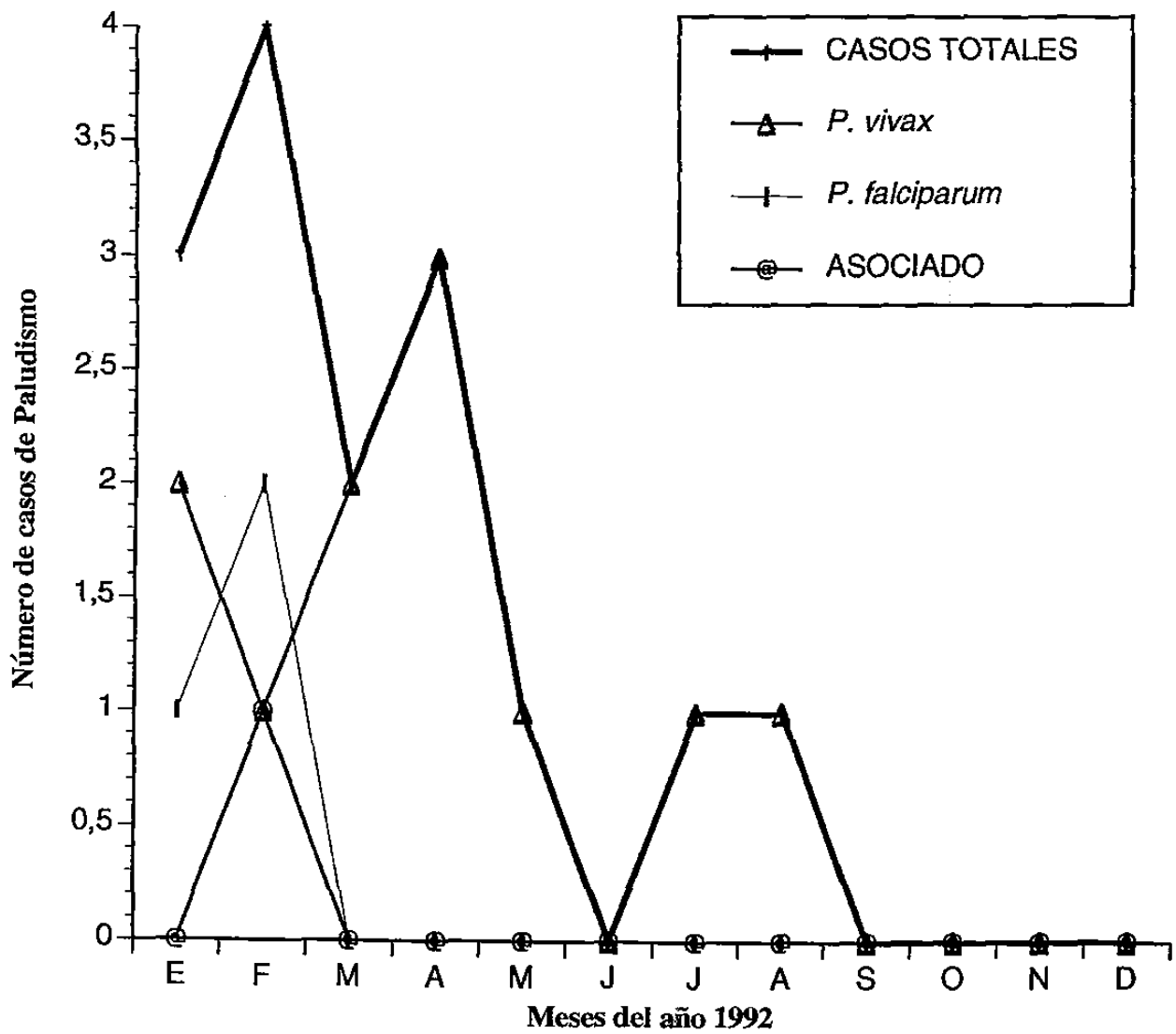


Fig. 1.- Número de casos de Paludismo reportados durante el año de 1992, por el Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM), en la Finca San Pablo, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

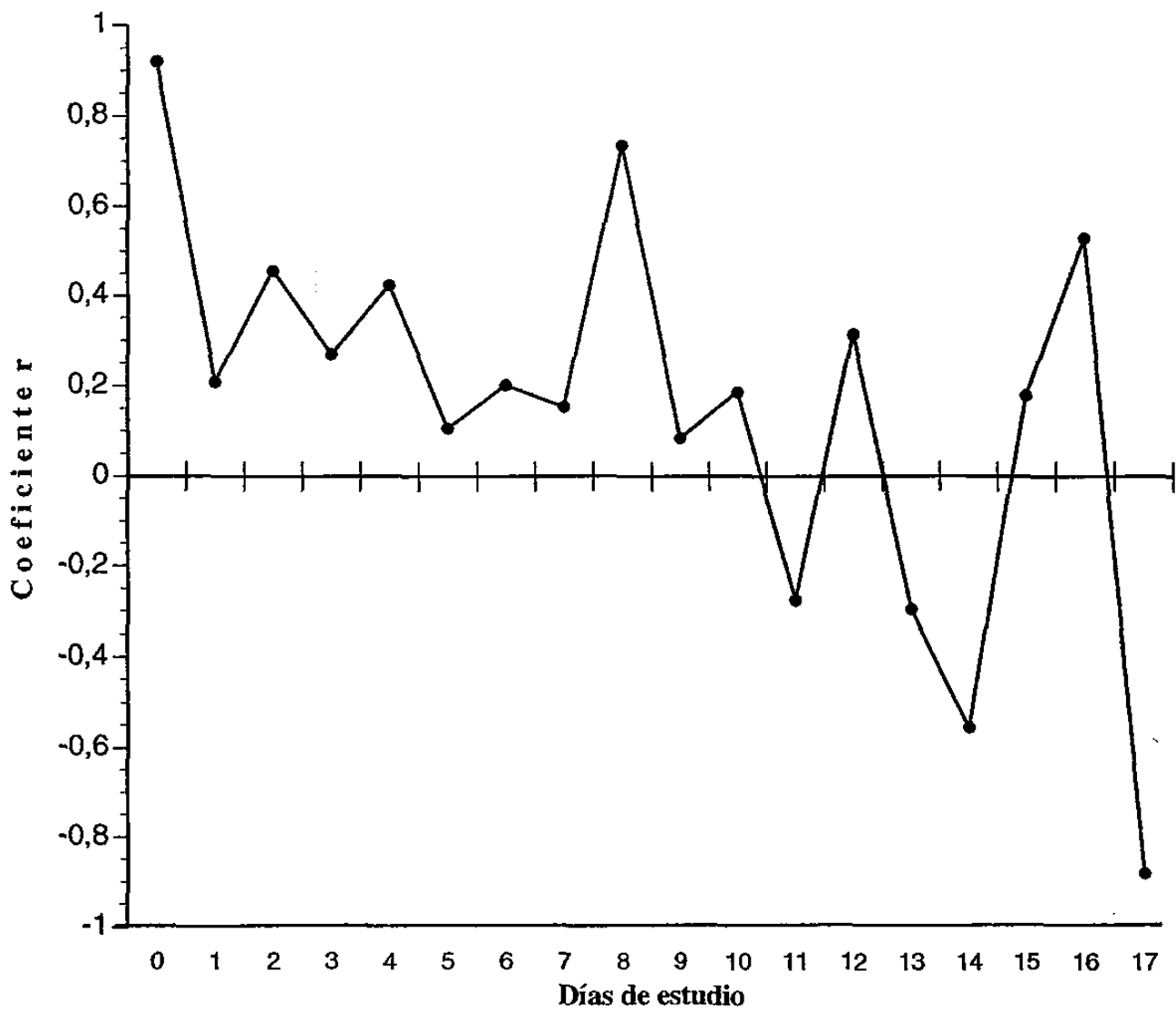


Fig. 2.- Fluctuación de los valores de coeficiente de correlación (r) de *An. vestitipennis* Dyar & Knab, colectadas mediante cebo humano peridomiciliar, desde el 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

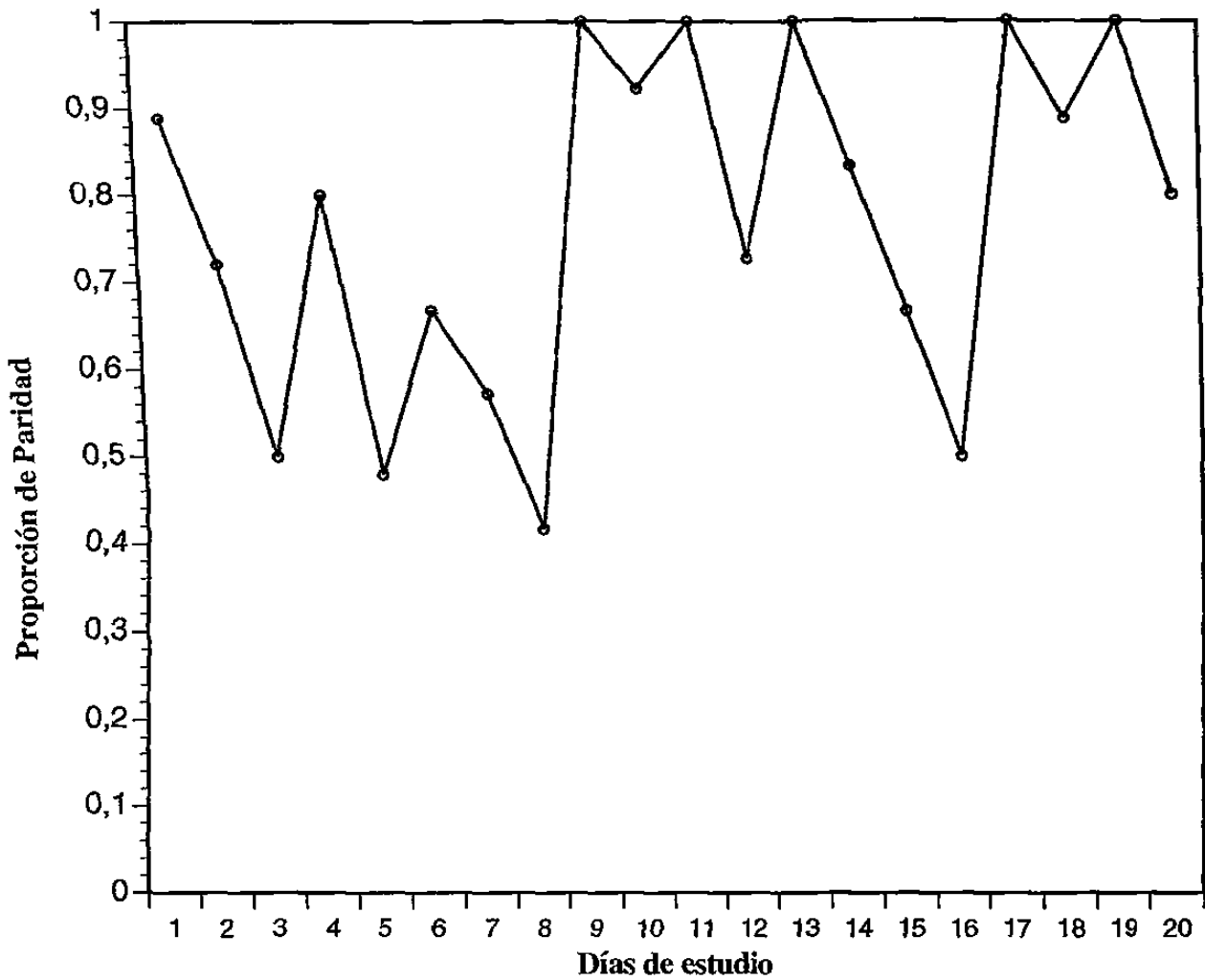


FIG. 3.- Fluctuación de la proporción de paridad (P/T), de las hembras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab capturadas en el primer muestreo mediante cebo humano peridomiciliar de las 1900 a las 2300 h en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

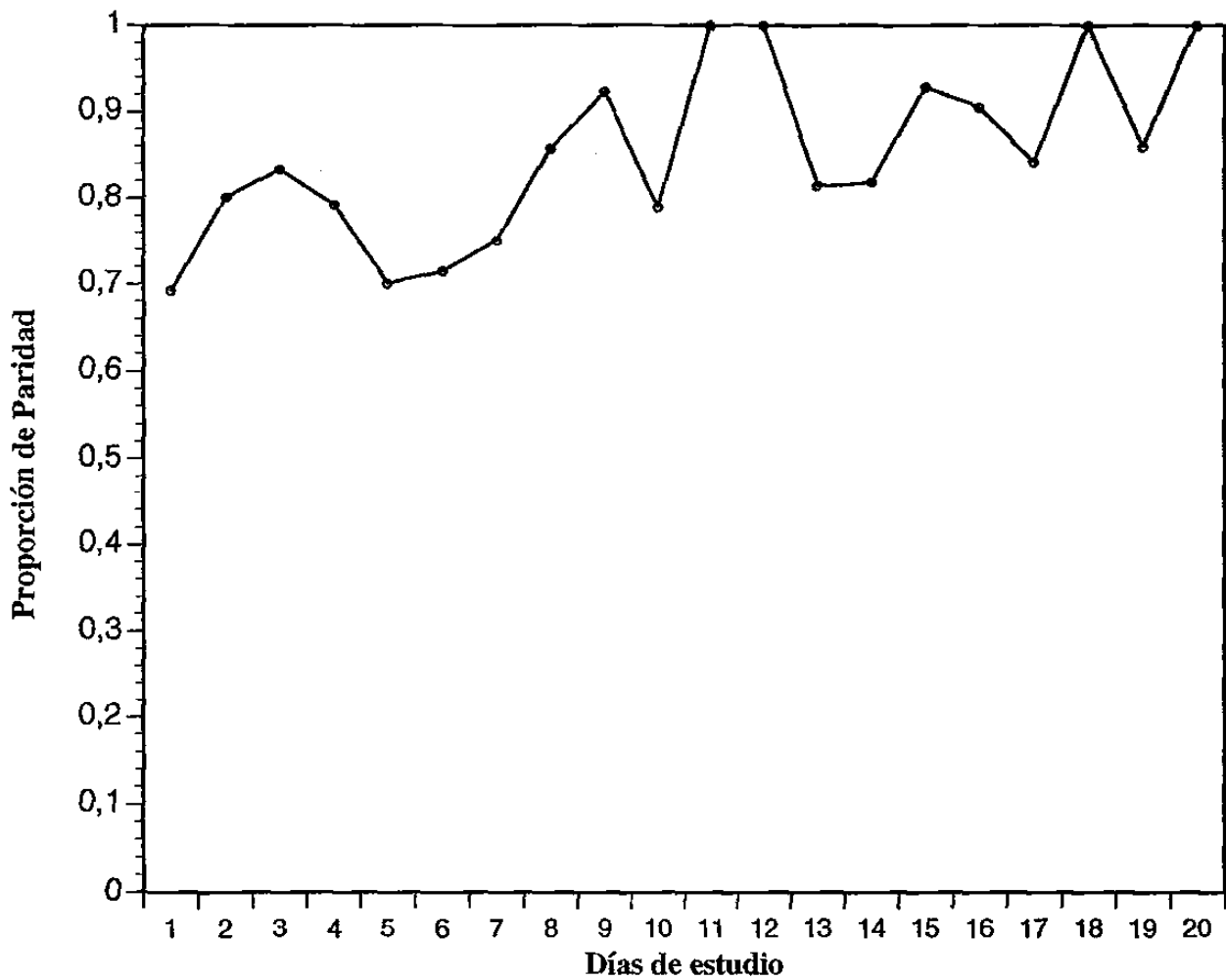


Fig. 4.- Fluctuación de la proporción de paridad (P/T), de las hembras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab colectadas en el segundo muestreo, mediante capturas de corral de ganado vacuno de las 1900 a las 2300 h en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

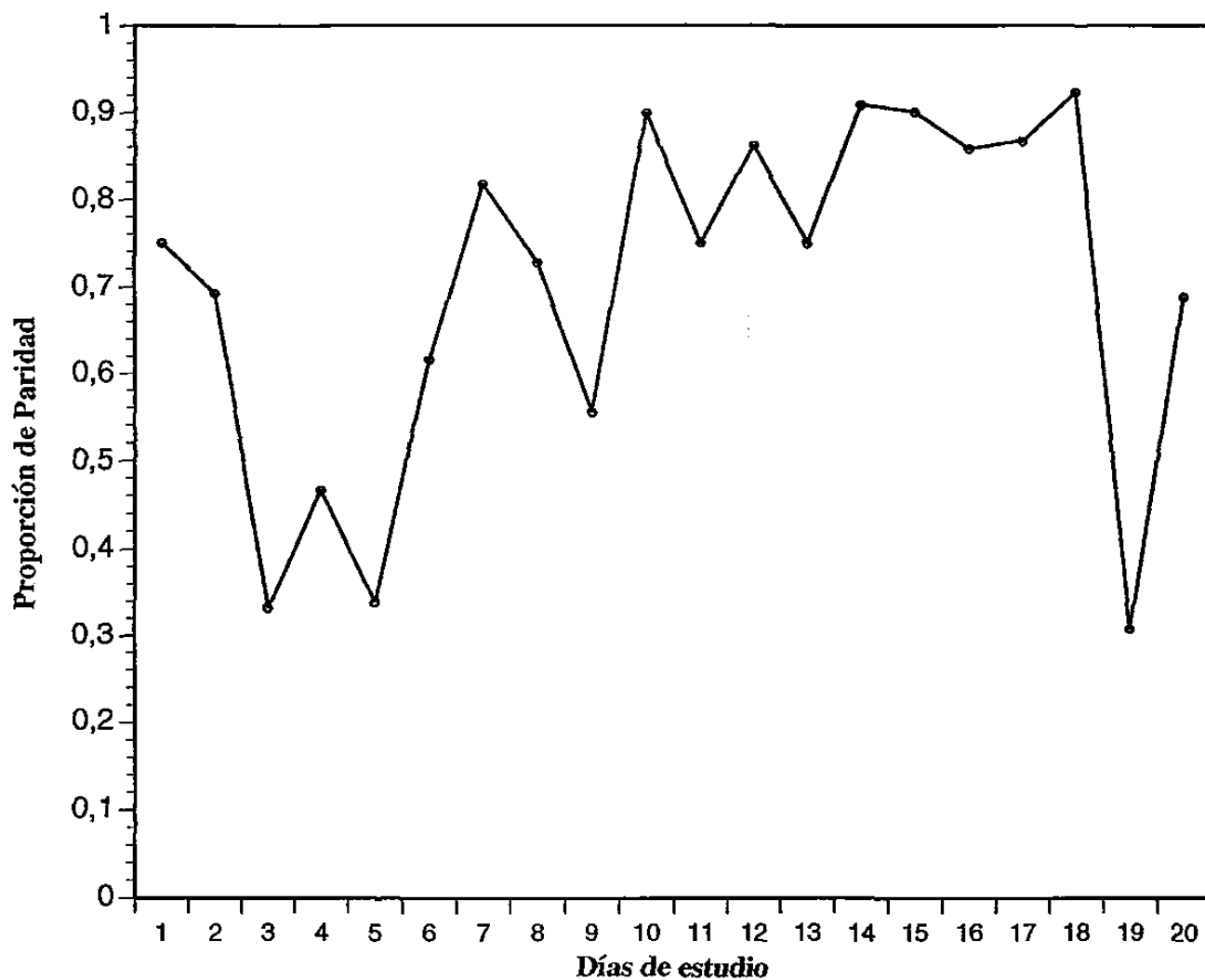


Fig. 5.- Fluctuación de la proporción de paridad (P/T), de las hembras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab colectadas en tercer muestreo, mediante capturas de corral de ganado vacuno de las 1900 a las 2300 h en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

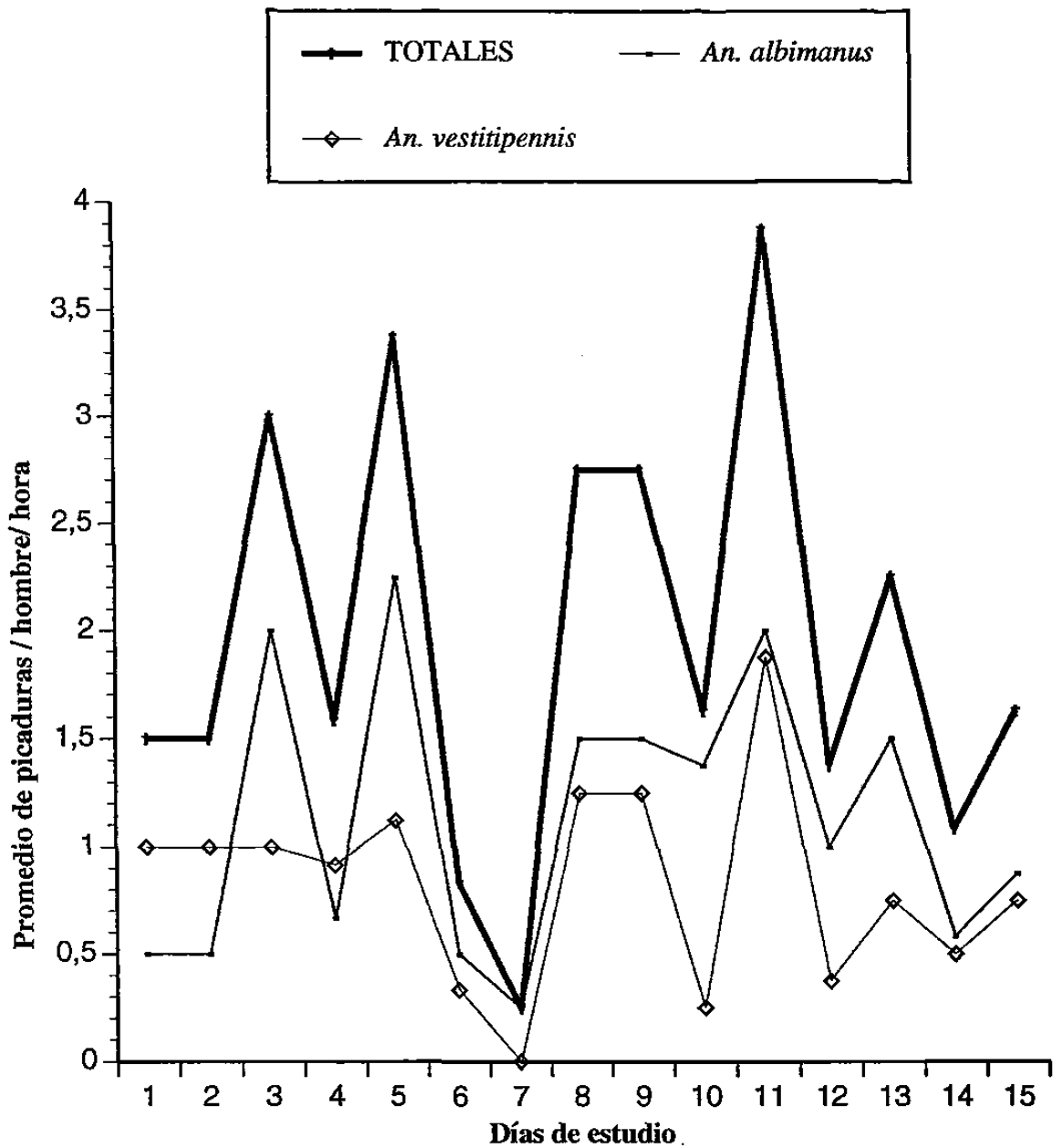


Fig. 6.- Fluctuación del promedio de picaduras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab y *An. albimanus* Wiedeman por hombre / día (1900 a 2300 h), desde el 20 de Diciembre de 1993 al 3 de Enero de 1994, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

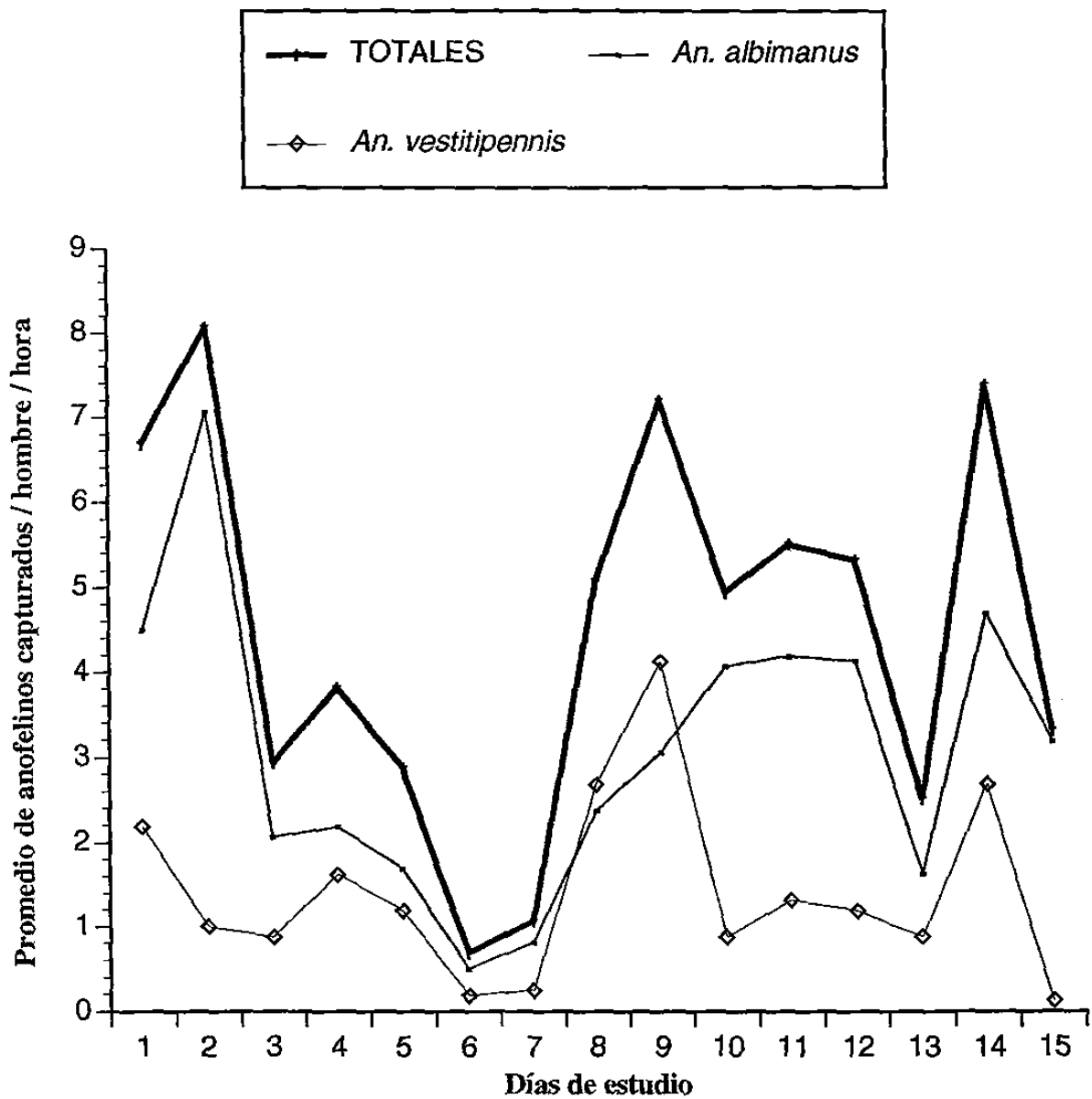


Fig. 7.- Fluctuación del promedio de capturas en corral de gando vacuno de *An. vestitipennis* Dyar & Knab y *An. albimanus* Wiedeman por hombre / día (1900 a 2300 h), desde el 20 de Diciembre de 1993 al 3 de Enero de 1994, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

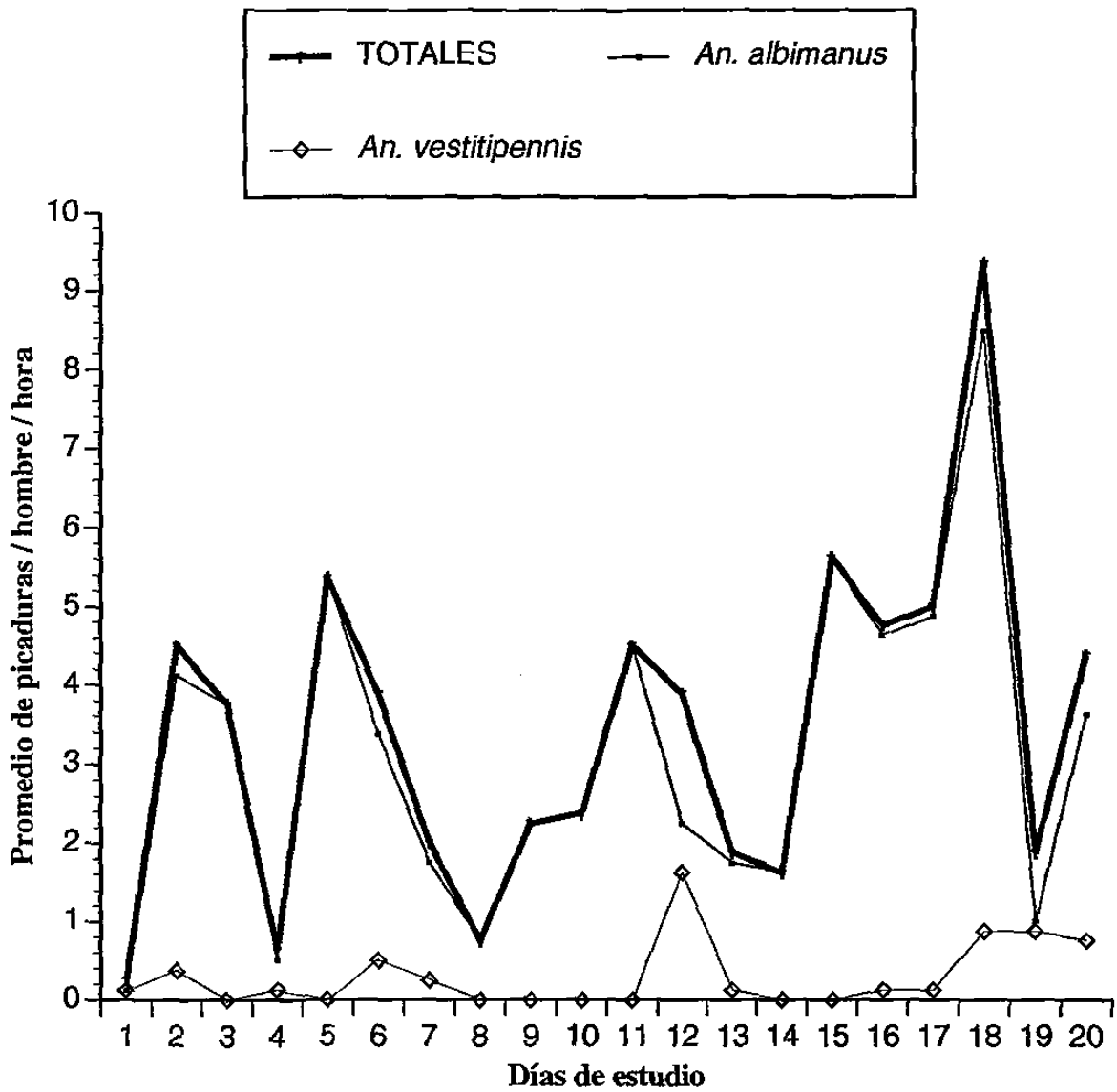


Fig. 8.- Fluctuación del promedio de picaduras de *An. vestitipennis* Dyar & Knab y *An. albimanus* Wiedeman por hombre / día (1900 a 2300 h), desde el 7 al 26 de Enero de 1994, en la Finca San Pablo Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

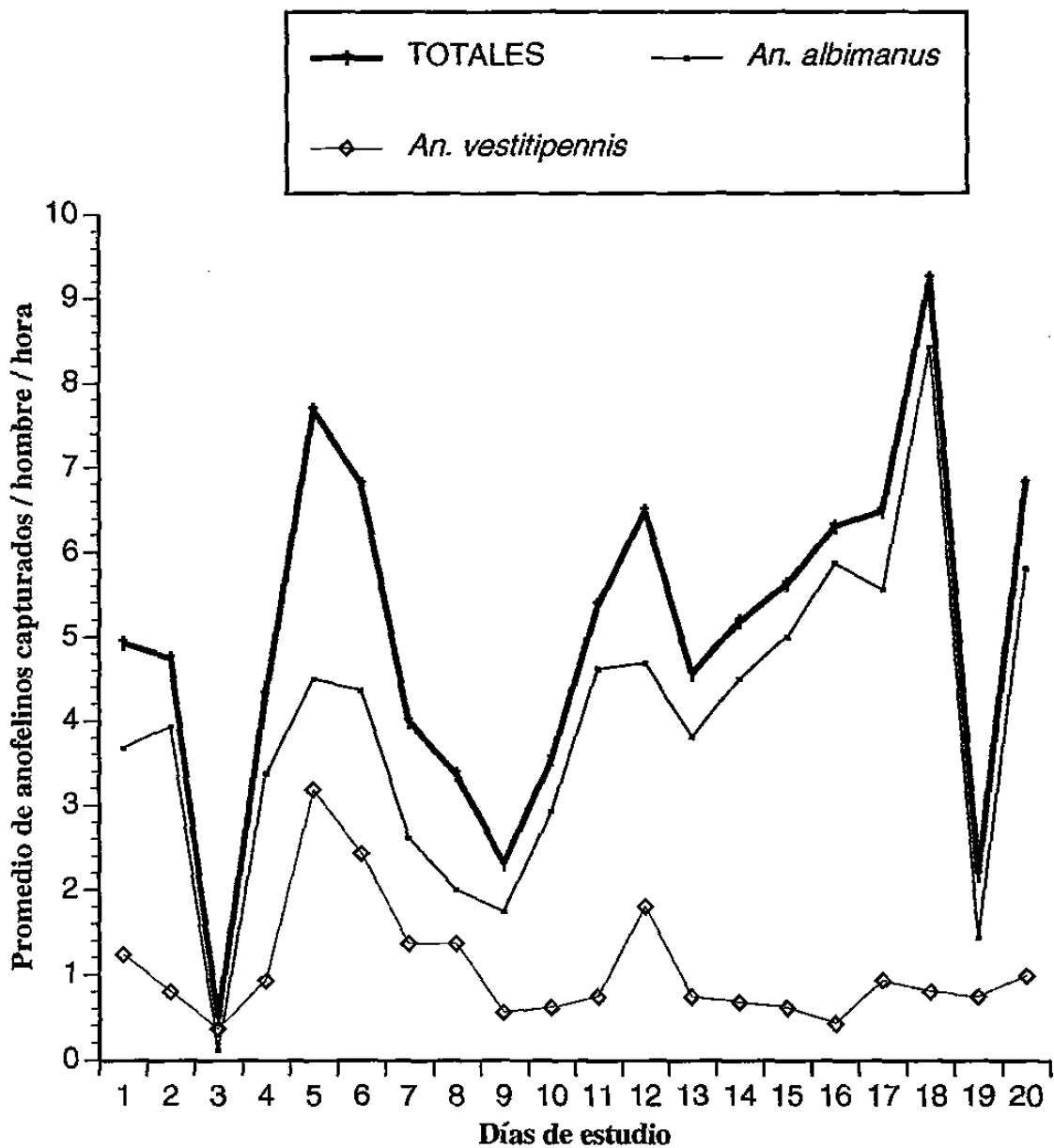


Fig. 9.- Fluctuación del promedio de capturas en corral de ganado vacuno de *An. vestitipennis* Dyar & Knab y *An. albimanus* Wiedeman por hombre / día (1900 a 2300 h), desde el 7 al 26 de Enero de 1994, en la Finca San Pablo, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

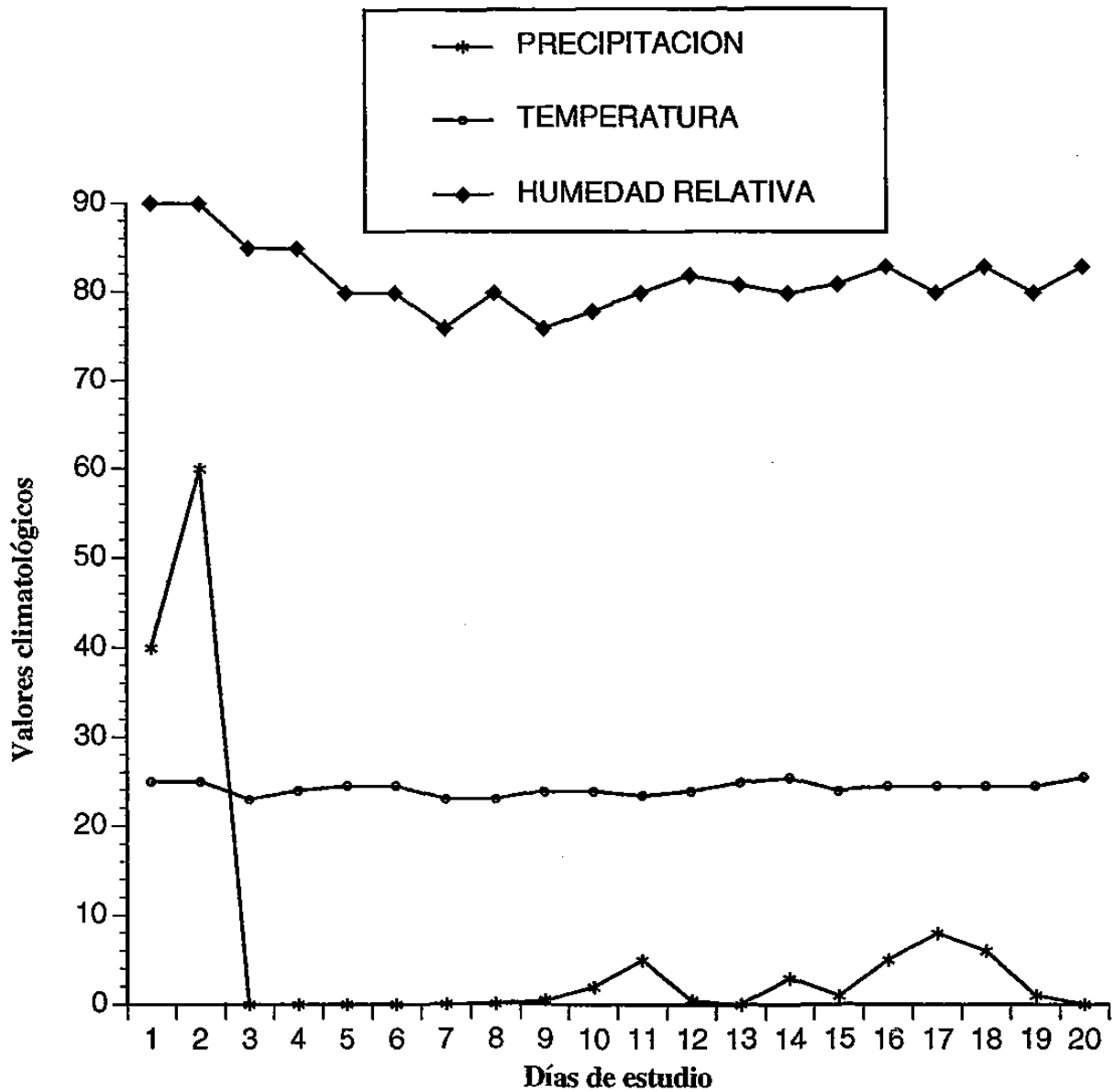


Fig. 10.- Fluctuación de los valores climatológicos : precipitación pluvial (mm), temperatura (grados Celsius) y humedad relativa en el primer muestreo del 20 de Noviembre al 9 de Diciembre de 1993 en la Finca San Pablo, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

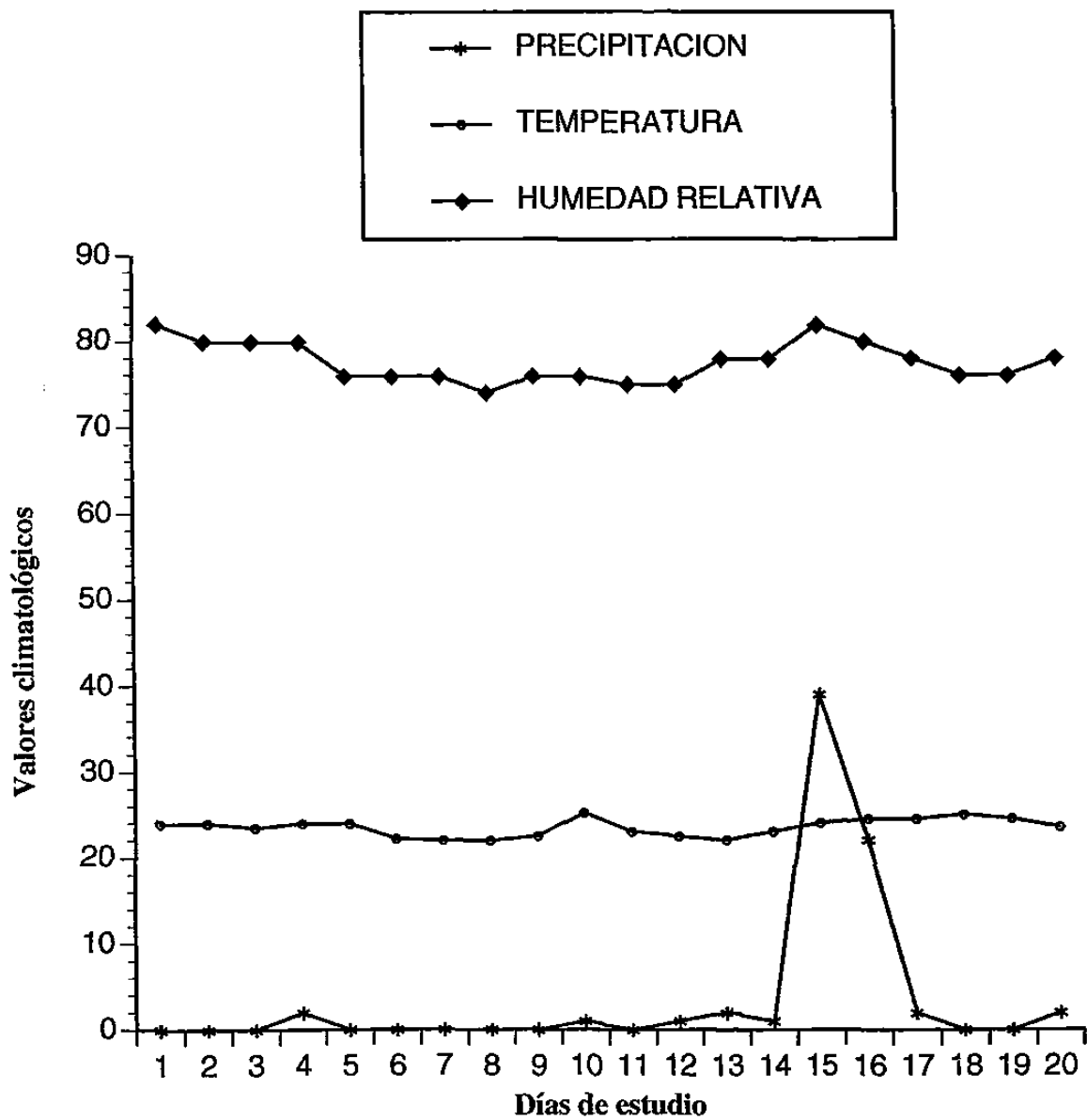


Fig. 11.- Fluctuación de los valores climatológicos : precipitación pluvial (mm), temperatura (grados Celsius) y humedad relativa en el segundo muestreo del 15 de Diciembre al 3 de Enero de 1994 en la Finca San Pablo, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

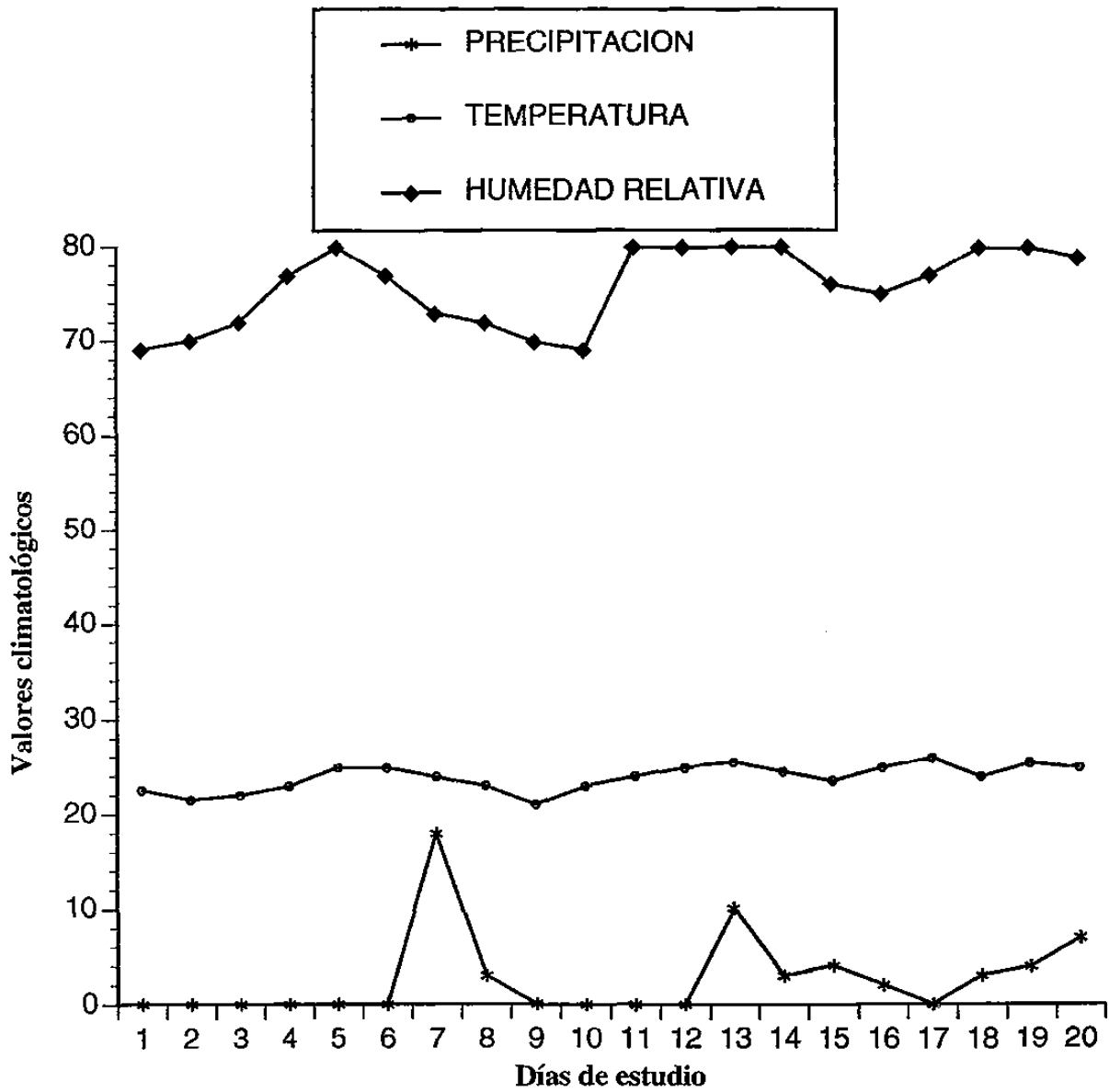


Fig. 12.- Fluctuación de los valores climatológicos : precipitación pluvial (mm), temperatura (grados Celsius) y humedad relativa en el segundo muestreo del 7 al 26 de Enero de 1994 en la Finca San Pablo, Municipio de Panzós, Departamento de Alta Verapaz, zona norte de Guatemala.

