

## Fluctuaciones estacionales y temporales de la densidad larvaria de *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae) y familias de insectos asociados al hábitat en El Granzón, Parroquia San Isidro, municipio Sifontes del estado Bolívar, Venezuela

Jesús Berti-Moser<sup>1\*</sup>, Julio González-Rivas<sup>1</sup> & Edith Navarro<sup>2</sup>

*Anopheles darlingi* Root ha sido considerado en condiciones naturales como el principal vector de la malaria humana en América del sur y también en Venezuela, principalmente en los estados Bolívar y Amazonas, donde se produce el 90% de la malaria del país. Durante un mes (Junio de 1999) se realizaron muestreos en criaderos de mosquitos en siete localidades del área minera de San Isidro municipio Sifontes, estado Bolívar. Los sitios de muestreo fueron clasificados a priori en cuatro tipos de hábitat larvario: quebradas, lagunas, ríos, pantanos (herbáceo o arbóreo). En cada criadero se tomaron 30 muestras con un cucharón para coleccionar larvas de *Anopheles*. Simultáneamente al muestreo de larvas se midieron cuatro variables físico-químicas del criadero: pH, oxígeno disuelto, temperatura y profundidad del criadero. Asimismo, en un criadero de *An. darlingi* (quebrada con sombra), ubicado en la localidad de El Granzón, se llevó a cabo un estudio longitudinal, durante un año entre Julio de 1999 y Junio del 2000. En dicho criadero, se coleccionaron mensualmente larvas de *An. darlingi* e insectos acuáticos asociados. Las correlaciones entre la precipitación acumulada, la abundancia de estos insectos y la abundancia de larvas de *An. darlingi*, se establecieron mediante el análisis no paramétrico de correlación de Spearman (Spearman rank correlation). En el hábitat seleccionado, los resultados del análisis revelaron la presencia de una correlación negativa y significativa entre la abundancia de larvas de *An. darlingi* y la precipitación acumulada el mes anterior a la colecta. En esa misma localidad, la precipitación acumulada el mes anterior a la colecta, se correlacionó positivamente con la abundancia de la familia Naucoridae (Hemiptera). Asimismo, la abundancia de larvas de *An. darlingi* presentó una correlación negativa y significativa con la abundancia de la familia Naucoridae. En este hábitat (quebrada del Granzón), la densidad de larvas *An. darlingi* fue mayor en los meses de menor precipitación, aunque tanto en la época de menor precipitación como en la temporada lluviosa, hubo presencia de larvas de esta especie. Por otro lado, el criadero típico de *An. darlingi*, donde éste presentó su mayor abundancia y hubo presencia de larvas durante todo el año, fue clasificado como "Quebrada con sombra". Esta presentó mucha sombra (90-100%), abundante materia orgánica sumergida o flotante (hojarasca, palitos, hojas, semillas), profundidad promedio de 65,22 cm, un pH promedio de 6,16, contenido medio de oxígeno disuelto de 6,40 g/L y una temperatura promedio del agua de 26°C.

**Palabras clave:** Fluctuaciones estacionales, *Anopheles*, insectos acuáticos, larvas, hábitat, factores fisicoquímicos, Malaria, Bolívar, Venezuela.

### INTRODUCCIÓN

En el continente americano desde la década del 90, se registró una alarmante incremento de la

malaria; desde 1974, la enfermedad aumentó durante 20 años con un registro que pasó de 270.000 casos en 1974 a más de 1.2 millones en 1991, aunque mostró una ligera disminución en 1993 a unos 983.536 casos; sin embargo, éstos igualmente se concentraron en los mismos países y regiones afectadas desde 1974 (OPS, 1994). Brasil registró casi la mitad (48%) de los casos de América; los países andinos (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) registraron el 32%; y Centro América, México y el Caribe, 17%. La mayor concentración de casos se ubica generalmente

<sup>1</sup> Servicio Autónomo Instituto de Altos Estudios "Dr. Arnoldo Gabaldon", Ministerio del Poder Popular para la Salud. Centro de Investigación en Enfermedades Endémicas. Laboratorio Entomológico de Malaria, Av. Las Delicias. Maracay-Venezuela.

<sup>2</sup> Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Doctorado en Ciencias. Postgrado de Entomología. Maracay, estado Aragua - Venezuela.

\*Autor de correspondencia: jbertimoser@yahoo.com



humedales irrigados por el río Botanamo (Fig. 1). El foco El Dorado comprende los criaderos localizados en: El Dorado capital, San Antonio, San Martín de Turunbán, San Miguel, La California, La Leona, El León, Arenales, Valle Hondo, La Fe, La Lira, Boca del Yuruarí, La Trinidad, San Rafael y Río Cuyuní arriba. En esta zona los criaderos están muy relacionados con los ríos Cuyuní, Yuruán, Chicanán y Yuruarí (Fig. 1). El foco “San Isidro” situado al sur del municipio, representa el área de mayor incidencia de todo el municipio y muchas veces del estado Bolívar. En cuanto a humedales, esta zona comprende muchos criaderos naturales influenciados por la quebrada La Amarilla y el río Las Claritas; asimismo existen poblaciones humanas ubicadas en las localidades de Ciudad Dorada, San Isidro (Km 88), Las Malocas, Las Claritas, Tierra Blanca, Las Manacas, El Granzón y Araimatepuy (Fig. 1), todas estas localizadas muy cerca o a lo largo de la carretera troncal 10; además está “Puerto Beco” zona minera muy deforestada, situada en el interior de la selva pluvial, al este de la antigua localidad de “Las Claritas Adentro” (Fig. 1).

En el estado Amazonas, según estudios entomológicos realizados en Ocamo (municipio Alto Orinoco), *An. darlingi* fue la especie más predominante y con mayor preferencia hematofágica hacia el hombre, con claro comportamiento endofágico y un pico de máxima actividad de picada entre media noche y el amanecer (Magris *et al.*, 2007). En la misma localidad (Ocamo, Alto Orinoco), la incidencia mensual de malaria y el promedio de hembras de *An. darlingi* capturado mensualmente, presentaron una correlación positiva estadísticamente significativa (Magris *et al.*, 2007). Por otro lado, estudios de criaderos realizados en el mismo municipio Alto Orinoco (Rejmánková *et al.*, 1999; Rubio-Palis *et al.*, 2005), demostraron que *An. darlingi* presenta una mayor abundancia larvaria entre julio y octubre; lo cual posiblemente tenga relación con el máximo nivel del río Orinoco, factor muy asociado con la aparición del hábitat de sus larvas, es decir, nuevos criaderos creados cada año al desbordarse el río (Rejmánková *et al.*, 1999, Rubio-Palis *et al.*, 2005). Según estos autores, la correlación entre la precipitación mensual y la densidad de larvas de *An. darlingi* no fue estadísticamente significativa. Esta especie mostró una marcada estacionalidad desapareciendo entre abril y mayo; siendo más abundante entre julio y octubre. La misma presentó el pico de mayor abundancia larvaria en el mes de

septiembre, justamente dos meses después del pico de máxima lluvia (Rubio-Palis *et al.*, 2005; Rejmánková *et al.*, 1999). En un área minera del estado Bolívar (municipio Sifontes), se encontró *An. darlingi* tanto en las lagunas como en cortes de minas de oro (Moreno *et al.*, 2000). En ese estudio *An. darlingi* se presentó a muy bajas densidades en lagunas, quebradas y ríos; pero con mayor abundancia en pozos y cortes de minas (Moreno *et al.*, 2000).

Según Savaje *et al.* (1990), la vegetación del criadero es un factor determinante para la presencia o ausencia de larvas de *Anopheles albimanus* y *Anopheles pseudopunctipennis* de la zona litoral de México. En Venezuela, se señalan factores físico-químicos del criadero como determinantes para la ocurrencia de *An. pseudopunctipennis* y *Anopheles aquasalis* de la región costera del estado Sucre (Berti *et al.*, 1993; Berti *et al.*, 2004; Grillet *et al.*, 1998), mientras que en los ríos de Belice, se señala la presencia de larvas de la especie *An. darlingi* asociada a acumulaciones de detritus (Rejmánková *et al.*, 2000).

Por lo anteriormente expuesto y dada la importancia que tienen los estudios ecológicos del hábitat larvario de *An. darlingi*, se realizó el presente trabajo en la región minera del municipio Sifontes, con el fin de determinar la influencia de algunos factores ambientales, en la presencia de *An. darlingi* y sus criaderos, así como en la distribución y abundancia de sus larvas. Este estudio permitirá actualizar la información ecológica de *An. darlingi*, contribuyendo a una mejor estratificación de las áreas de riesgo a malaria en la zona; además servirá de base para la realización de futuras actividades de investigación; así como para la implementación de estrategias que permitan la reducción de la población del vector. En ese sentido, se plantearon los siguientes objetivos: 1) Describir el hábitat larvario de *An. darlingi* en función de algunas de sus características físico-estructurales (ubicación, forma, tamaño, profundidad, sombra presente, etc.), físicoquímicas (pH, oxígeno disuelto, temperatura del agua, turbidez, etc.) y bióticas (vegetación e insectos acuáticos asociados al criadero); 2) Caracterizar la ocurrencia (presencia o ausencia) y la abundancia temporal o estacional de larvas de *An. darlingi* en El Granzón; y 3) Identificar algunos factores ambientales locales (del hábitat) como la temperatura del agua y la precipitación, asociados con la distribución espacio-temporal de las larvas de *An. darlingi*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio y descripción del hábitat larvario*

En un estudio exploratorio de un mes (del 02 al 29 de junio de 1999), se inspeccionaron los principales criaderos ubicados en aquellas áreas definidas como humedales de las localidades de San Isidro, Las Malocas, Las Claritas, Tierra Blanca, Puerto Beco, Las Manacas, El Granzón y San Miguel de Betania, todas ubicadas en el área del foco "San Isidro". El área de "San Isidro" fue seleccionada como zona de muestreo para la ejecución del estudio transversal de distribución espacial, y El Granzón para realizar el estudio longitudinal de distribución temporal de larvas de *An. darlingi* (Fig. 1); ya que estudios previos (Berti *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2000), señalan la presencia de esta especie en quebradas y lagunas de dicha localidad. El hábitat larvario seleccionado para el estudio longitudinal sobre larvas de *An. darlingi* fue clasificado como del tipo "Quebrada con sombra"; situada aproximadamente a 200m del caserío El Granzón (6° 12' N, 61° 21' O). El área corresponde a la zona de vida catalogada como Bosque Húmedo Tropical (Ewel *et al.*, 1968), constituido principalmente por una exuberante vegetación caracterizada por la gran altura que alcanzan las especies dominantes, generalmente árboles altos y con presencia de epifitas (especialmente bromeliáceas), vegetación muy diversa típica de las selvas húmedas tropicales (Ewel *et al.*, 1968). El clima de la zona está caracterizado por una alta precipitación mensual, que varía entre 158,6 mm y 395 mm, con un promedio anual acumulado de 3.047,6 mm; la temperatura media anual varía entre 25,6°C y 31,5°C. En el caso del área de la localidad El Granzón, la pluviosidad mensual durante el período de estudio (12 meses) fluctuó entre la máxima de 325,8 mm y la mínima de 38,3 mm.

### *Diseño del estudio y metodología de colecta de muestras de larvas e insectos acuáticos asociados.*

El diseño de estudio fue mediante dos esquemas de muestreo: 1) El estudio exploratorio y transversal (durante cuatro semanas por criadero) aplicado durante un mes, para determinar la abundancia relativa (larvas/30 cucharones) y espacial (entre criaderos); y 2) El estudio longitudinal de 12 meses, para determinar la abundancia relativa (larvas/30 cucharones) estacional y temporal durante un año, con muestreos cada mes en un solo tipo de criadero

(Quebrada) en El Granzón, a fin de comparar la abundancia relativa de *An. darlingi* entre meses y entre estaciones del año.

En cada criadero (estudio exploratorio y transversal), se tomaran al menos 30 muestras de agua (entre 90 y 100 en criaderos muy extensos), para determinar la abundancia relativa de larvas (larvas/muestra) utilizando cucharones de 1 L. de capacidad; estas muestras fueron tomadas en las márgenes de cada criadero. Adicionalmente se registraron las siguientes variables: Tipo de criadero, Temporalidad (permanente, estacional o temporal), Exposición al sol (sombra total, parcial o ninguna), Extensión del criadero (m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>), Profundidad, Tipo de vegetación (emergente, flotante o sumergida), Oxígeno disuelto, Temperatura y pH del agua.

El criadero estudiado (Quebrada con sombra total) fue visitado y muestreado mensualmente durante el lapso de 12 meses (entre julio de 1999 y junio de 2000). Durante el estudio longitudinal (El Granzón), cada mes se tomaron 30 muestras de agua para determinar la abundancia relativa de larvas (larvas/muestra), utilizando cucharones de 1L. de capacidad; todas las muestras fueron tomadas en las márgenes del criadero. El muestreo se realizó entre las 7:30 y las 13:30 horas. En este periodo de tiempo, se procedió a colectar larvas e insectos acuáticos asociados al criadero. Simultáneamente con estas colectas mensuales, se tomaron muestras del agua a fin de determinar algunas variables físico-químicas, tales como: temperatura, pH y oxígeno disuelto; así como también se registró: profundidad, iluminación (sombra total, parcial o ninguna) y materia orgánica presente.

Las larvas de *Anopheles* colectadas fueron introducidas en viales y se trasladaron al laboratorio, donde después de la identificación fueron contadas y separadas por estadios. Todas las larvas de *An. darlingi* (del primer al cuarto instar) fueron identificadas después de ser fijadas en solución AGA; esto es posible debido a que esta especie es de muy fácil identificación a partir del primer instar larvario. Las larvas de IV instar de las otras especies fueron preservadas en solución AGA, para su posterior identificación mediante claves taxonómicas de Navarro (1996) o desarrolladas hasta la fase de pupa. Las pupas fueron mantenidas en agua del criadero, transportadas vivas al laboratorio y desarrolladas hasta la emergencia

del adulto para su identificación mediante claves taxonómicas de hembras de *Anopheles* (Rubio-Palis, 2000). Las muestras fueron cuantificadas por especie e instar larvario a fin de obtener los respectivos índices de densidad: índice larvario por especie e índice larvario total de *Anopheles*. Todas las variables mencionadas fueron determinadas cada mes en forma simultánea al muestreo larvario. Igualmente se procedió con el muestreo de invertebrados acuáticos, los cuales fueron colectados por medio de redes especiales. Tanto los insectos acuáticos como los copépodos fueron enviados a especialistas de la UCV, Universidad del Zulia y Universidad de Oriente para su respectiva identificación.

## RESULTADOS

Según los resultados del estudio exploratorio, la especie de mayor frecuencia y abundancia fue *An. triannulatus*, la misma se presentó en todos los criaderos y localidades estudiadas, excepto en el Río Las Claritas; su mayor frecuencia y abundancia se observó sobre todo en sitios expuestos a pleno sol, como las quebradas de Puerto Beco y San Isidro (Tablas I y II), donde fue muy abundante. *An. triannulatus* fue un poco menos abundante en pantanos (Tierra Blanca) y quebradas con sombra total o parcial (El Granzón y Tierra Blanca). Asimismo, pudo observarse con frecuencia, la presencia de larvas de *An. triannulatus*

**Tabla I. Número de individuos por cada especie de *Anopheles* colectada y frecuencia de aparición de las mismas, según el tipo de hábitat larvario en las localidades inspeccionadas del foco "San Isidro" en el municipio Sifontes, estado Bolívar. Del 2 al 29 de junio de 1999. Estudio preliminar o exploratorio.**

LOCALIDAD/ TIPO HABITAT	<i>Anopheles darlingi</i>	<i>Anopheles triannulatus</i>	<i>Anopheles argyritarsis</i>	<i>Chagasia bathana</i>	<i>Anopheles eiseni</i>
SAN MIGUEL DE BETANIA QUEBRADA		3 (0,16)		45 (0,75)	
EL GRANZÓN LAGUNA *	38 (0,83)	10 (0,33)		20 (0,66)	
EL GRANZÓN QUEBRADA *	151 (1,00)	96 (1,00)		91 (0,75)	2 (0,08)
TIERRA BLANCA P. ARBÓREO		89 (0,58)		1 (0,08)	1 (0,08)
TIERRA BLANCA QUEBRADA	2 (0,08)	44 (0,33)	1 (0,08)	85 (0,50)	3 (0,08)
TIERRA BLANCA P. HERBÁCEO **		82 (0,75)		13 (0,16)	
LAS MANACAS LAGUNA	8 (0,50)	19 (0,75)	2 (0,13)		
LAS MANACAS QUEBRADA *	14 (0,42)	9 (0,25)		70 (0,83)	1 (0,08)
LAS MALOCAS Río "Las Claritas"				39 (0,92)	35 (0,25)
PUERTO BECO LAGUNA **	2 (0,08)	27 (0,33)		8 (0,08)	
PUERTO BECO QUEBRADA	6 (0,42)	18 (0,83)		1 (0,08)	
PUERTO BECO QUEBRADA **	6 (0,42)	136 (0,83)		10 (0,33)	
SAN ISIDRO QUEBRADA **	6 (0,36)	174 (0,82)		1 (0,09)	

Frecuencia de aparición por criadero (entre paréntesis)

Sin asterisco = sombra parcial; \*Con mucha sombra (casi total); \*\*Sin sombra (a pleno sol).

Las Manacas-Laguna = 8 muestras (2/semana)

Resto de habitats = 12 muestras (3/semana)

**Tabla II. Valores de pH, temperatura, oxígeno disuelto, profundidad del agua y porcentaje de sombra, según el tipo de hábitat larvario en las localidades visitadas del foco "San Isidro" en el municipio Sifontes, estado Bolívar. Del 2 al 29 de junio de 1999. Estudio preliminar o exploratorio.**

LOCALIDAD/ TIPO HABITAT	pH	OXÍGENO DI- SUELTO (g/L)	TEMPERATURA (°C)	PROFUNDIDAD (cm)	SOMBRA (%)
SAN MIGUEL DE BETANIA QUEBRADA	6,23 (6,0 - 7,0)	7,66 (6,2 - 8,4)	25,07 (24,0 - 26,0)	81,66 (40 - 110)	PARCIAL (30 - 60)
EL GRANZÓN LAGUNA *	6,15 (6,0 - 6,5)	5,70 (4,0 - 7,6)	26,57 (24,0 - 28,0)	76,57 (45 - 130)	TOTAL (90 - 100)
EL GRANZÓN QUEBRADA *	6,16 (6,0 - 6,5)	6,40 (5,0 - 8,0)	26,21 (24,0 - 29,0)	65,22 (35 - 110)	TOTAL (90 - 100)
TIERRA BLANCA P. ARBÓREO	5,50 (5,0 - 6,0)	4,77 (2,0 - 8,4)	27,30 (25,0 - 31,0)	64,16 (50 - 90)	PARCIAL (30 - 60)
TIERRA BLANCA QUEBRADA	6,04 (5,5 - 6,5)	5,83 (4,2 - 7,6)	24,92 (24,0 - 26,0)	61,66 (40 - 110)	PARCIAL (30 - 60)
TIERRA BLANCA HERBÁCEO **	5,69 (5,5 - 6,5)	6,60 (4,2 - 10,0)	29,85 (28,0 - 32,0)	38,33 (25 - 55)	NINGUNA
LAS MANACAS LAGUNA	5,85 (5,5 - 6,0)	9,17 (6,2 - 11,8)	27,13 (25,0 - 29,0)	60,00 (30 - 70)	PARCIAL (30 - 60)
LAS MANACAS QUEBRADA *	5,92 (5,0 - 6,5)	5,45 (4,4 - 6,4)	26,20 (24,0 - 28,0)	71,78 (40 - 140)	TOTAL (90 - 100)
LAS MALOCAS Río Las Claritas	6,25 (5,5 - 6,5)	7,30 (5,2 - 9,6)	24,92 (23,0 - 26,0)	84,16 (50 - 120)	PARCIAL (30 - 60)
PUERTO BECO LAGUNA **	6,38 (6,0 - 6,5)	6,64 (5,0 - 8,2)	30,50 (27,0 - 34,0)	72,91 (45 - 160)	NINGUNA
PUERTO BECO QUEBRADA	5,96 (5,5 - 6,5)	5,57 (3,6 - 7,0)	30,00 (27,0 - 35,0)	69,16 (45 - 110)	PARCIAL (30 - 60)
PUERTO BECO QUEBRADA **	6,04 (5,5 - 6,5)	7,28 (4,6 - 8,8)	30,92 (27,0 - 34,0)	48,33 (30 - 70)	NINGUNA
SAN ISIDRO QUEBRADA **	5,88 (5,5 - 6,0)	5,88 (1,4 - 10,4)	27,66 (25,0 - 30,0)	59,54 (25 - 90)	NINGUNA

Rango de valores físico-químicos (entre paréntesis).

Las manacas-laguna = 8 muestras (2/semana). Resto de habitats = 12 muestras (3/semana)

Sin asterisco = sombra parcial. \*Con mucha sombra (casi total). \*\*Sin sombra (a pleno sol).

junto con las de *An. darlingi*, salvo en los pantanos de Tierra Blanca, donde esta última nunca fue colectada. No obstante, en sitios expuestos a pleno sol (Puerto Beco y San Isidro), la abundancia de *An. triannulatus* siempre fue mucho mayor que la de *An. darlingi* (Tablas I y II).

Por su parte, *An. darlingi* fue más frecuente y abundante en las quebradas y lagunas con sombra total, particularmente del Granzón y Las Manacas; la misma también está presente en otras quebradas (Puerto Beco y San Isidro) y en otras lagunas (Puerto Beco y Las Manacas), pero siempre con una menor frecuencia que *An. triannulatus*. Sin embargo, durante el estudio exploratorio *An. darlingi* fue la especie de

mayor abundancia, tanto en el hábitat tipo laguna (El Granzón), como en la quebrada con sombra del Granzón (Tabla 1). Por otro lado, aunque en general la especie *An. darlingi* fue menos abundante que *An. triannulatus*, ésta se presentó con mayor frecuencia que en estudios anteriores, principalmente en la localidad del Granzón, donde durante el estudio exploratorio fueron colectadas 189 larvas (Laguna = 38 y quebrada = 151) (Tabla I).

En todas las quebradas (con sombra parcial o total) y en el río Las Claritas también hubo presencia de *Chagasia bathana* y ocasionalmente de *Anopheles eiseni*, aunque esta solo fue abundante en río Las Claritas. Por el contrario, *Ch. bathana* fue bastante abundante en quebradas con sombra parcial o total (Tablas I y II).

En la Tabla II, se presentan resultados sobre algunas de las variables físicas y químicas que se midieron “in situ” en cada uno de los criaderos visitados durante el estudio exploratorio. Al respecto, *An. darlingi* fue colectado en sitios con caracteres físico-químicos similares (quebradas, excepto en San Miguel de Betania y lagunas), siendo más abundante en aquellas con sombra; la misma no está presente ni en pantanos (Tierra Blanca) ni en el río Las Claritas, los cuales tienen caracteres físico-químicos diferentes a las lagunas y quebradas señaladas. En el caso de *An. triannulatus*, la especie se presenta en la mayoría de los criaderos estudiados, solo no estuvo presente en el río Las Claritas y fue muy abundante en quebradas (a pleno sol o sombreadas) y en pantanos (sombreados o a pleno sol). Por su parte, *An. eiseni* solo fue colectado ocasionalmente en sitios con sombra (río Las Claritas y quebradas con sombra) y fue más abundante en el río Las Claritas (Sombra parcial). En un manantial muy sombreado (Las Manacas) y con abundancia de helechos, fueron colectadas tres larvas de la especie *Anopheles thomasi* Shannon, la cual es de muy rara ocurrencia en el estado Bolívar (Berti *et al.*, 1998).

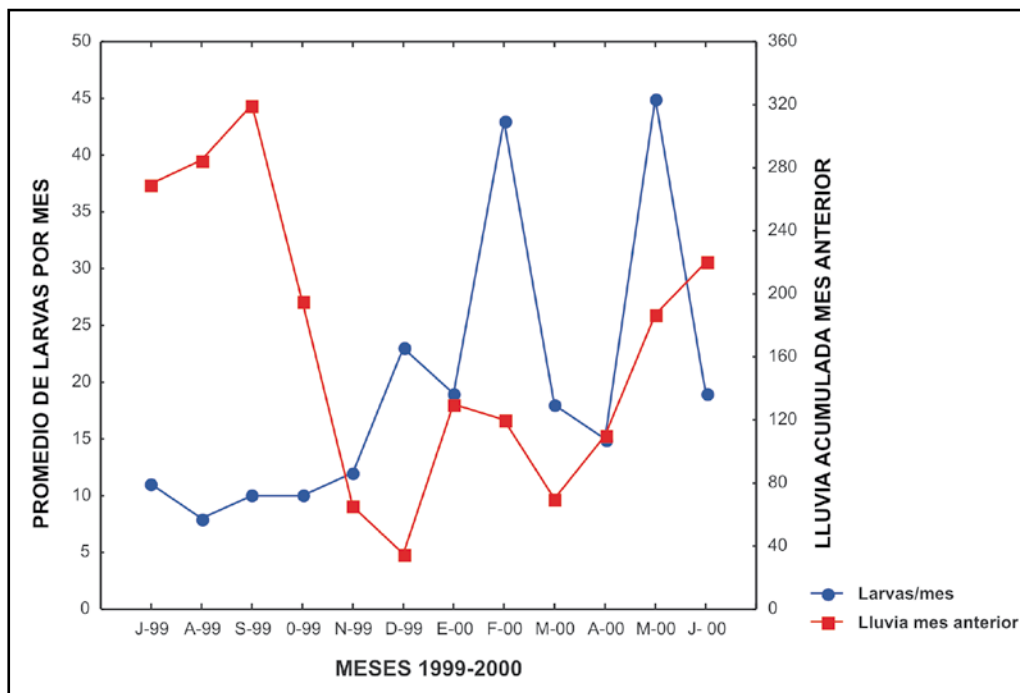
El criadero típico de *An. darlingi*, donde presentó su mayor abundancia y hubo presencia de larvas durante todo el año, fue clasificado como del tipo “Quebrada con sombra”. La misma está situada aproximadamente a 200 m. del caserío El Granzón. El sitio presenta mucha sombra (Casi total: 90-100%), caudal de poca corriente (época de menor pluviosidad), abundante materia orgánica sumergida o flotante (hojarasca, palitos, hojas, semillas) a orillas del criadero, profundidad promedio de 65,22 cm (35 - 110 cm), pH promedio de 6,16 (6,0 - 6,5), contenido medio de oxígeno disuelto de 6,40 g/L (5,0 - 8,0 g/L) y temperatura promedio del agua de 26°C, con rango entre 24 y 29°C (Tabla II).

En cuanto al inventario de insectos asociados, hasta el presente se dispone de las listas preliminares de familias y géneros de Coleópteros y Hemípteros, la mayoría de los cuales tienen hábitos de depredación. Una vez identificados todos los ejemplares colectados, se establecerán colecciones y listas de referencia por estado, municipio, parroquia, localidades, tipo de hábitat y especie de *Anopheles* con la cual estén asociados. Estos resultados se publicarán posteriormente.

#### *Fluctuación estacional de la densidad relativa de larvas de An. darlingi e insectos asociados.*

Los resultados del estudio longitudinal de 12 meses pueden observarse en la Fig. 2; según los mismos, *An. darlingi* fue más abundante en los meses de menor pluviosidad, particularmente febrero y mayo del año 2000 (Febrero = 43 larvas/muestra y mayo = 45 larvas/muestra) y fue menos abundante de julio a noviembre del año 1999 (Rango entre 8 y 12 larvas/muestra), justamente cuando la pluviosidad fue mayor (Fig. 2). No obstante, la especie está presente durante todo el año en el hábitat, incluso en la época cuando aumentó considerablemente la precipitación (Fig. 2). Este resultado es muy importante, ya que en anteriores estudios realizados en la misma región, nunca fue posible observar densidades larvianas similares, debido a la ausencia total o la continua baja densidad de la especie en muchas localidades investigadas. En las Fig. 3, 4 y 5, pueden observarse las fluctuaciones de la densidad relativa de las familias de insectos (Coleoptera, Hemiptera y Odonata) asociados al hábitat de la especie. Al respecto, se encontró una correlación negativa y significativa ( $R = -0,644$ ;  $P < 0,023$ ) entre la abundancia de *An. darlingi* y la de la familia Naucoridae del orden Hemiptera (Tabla III) y asimismo con la abundancia de la familia Aeshnidae ( $R = -0,483$ ;  $P < 0,102$ ) del orden Odonata (Tabla III). El resto de pares de variables probadas presentaron correlaciones que no fueron estadísticamente significativas (Tabla III,  $P > 0,1123$ ). Por otro lado, la variable precipitación acumulada en el mes anterior a cada fecha de colecta, también presentó una correlación negativa y significativa ( $R = -0,523$ ;  $P < 0,081$ ) con la abundancia mensual de larvas de *An. darlingi* (Tabla IV); asimismo esta variable presentó una correlación positiva y altamente significativa ( $R = 0,732$ ;  $P < 0,0068$ ) con la abundancia de la familia Naucoridae (Tabla IV). El resto de pares de variables probadas presentaron correlaciones que no fueron estadísticamente significativas (Tabla IV,  $P > 0,1139$ ). En anteriores investigaciones realizadas en la misma región del estado Bolívar, nunca fueron colectados los insectos asociados al hábitat de *An. darlingi* o al hábitat de otras especies de *Anopheles* (Berti *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2000), es decir, que en relación a este aspecto no existen antecedentes. Tampoco existen registros previos, en relación a estudios similares realizados en el estado Amazonas; por lo que para ambos estados, se carece de antecedentes que permitan enriquecer la discusión de los resultados.

**Fig. 2.** Densidad mensual de larvas de *An. darlingi* colectadas entre Julio de 1999 y Junio de 2000 en El Granzón y precipitación acumulada el mes anterior.



**Fig. 3.** Densidad mensual de ejemplares de las familias del orden Hemiptera, colectadas entre Julio de 1999 y Junio de 2000 en El Granzón.

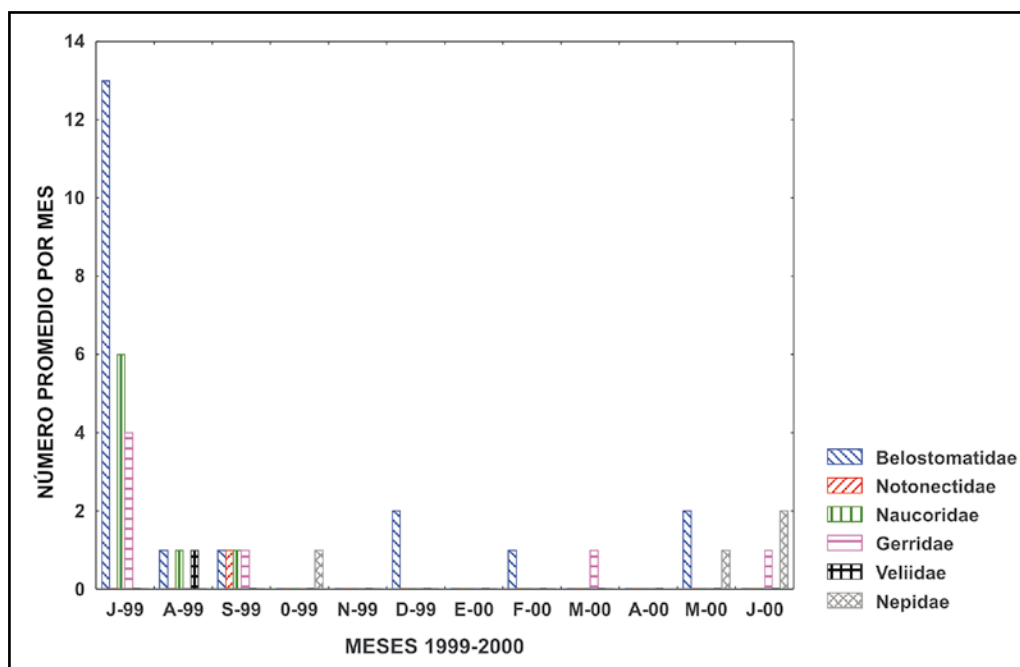


Fig. 4. Densidad mensual de ejemplares de las familias de Coleoptera, colectadas entre Julio de 1999 y Junio de 2000 en El Granzón.

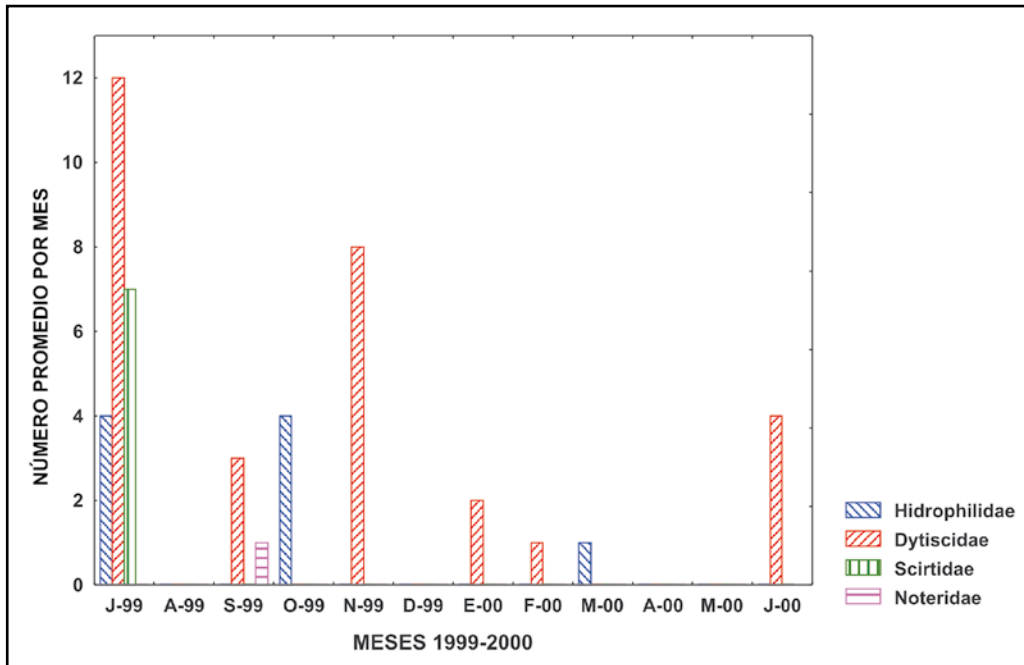
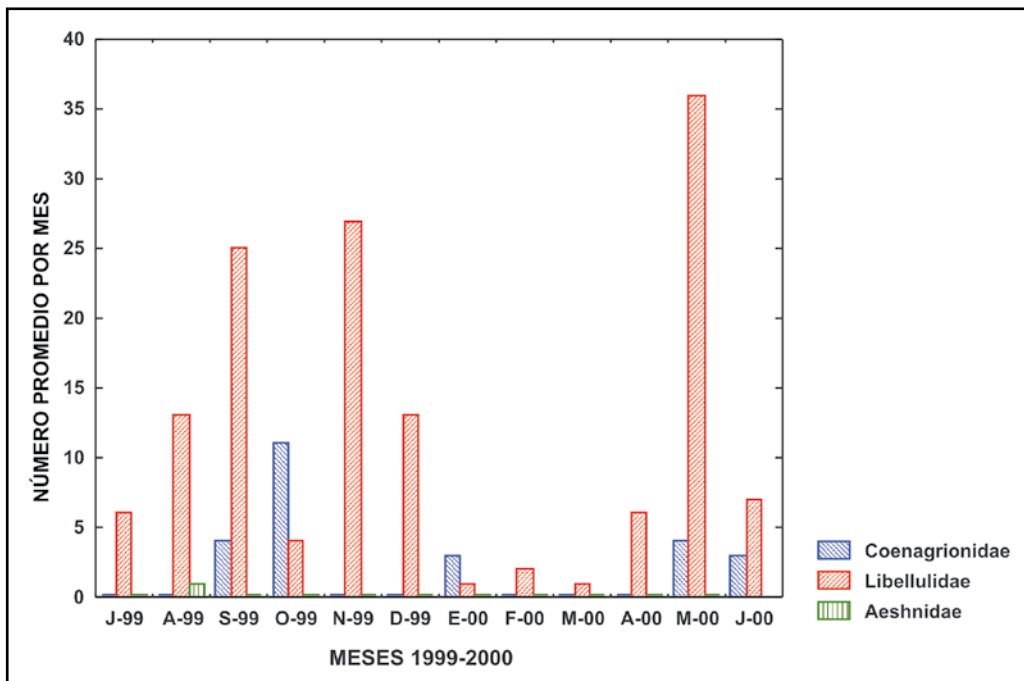


Fig. 5. Densidad mensual de ejemplares de las familias de Odonata, colectadas entre Julio de 1999 y Junio de 2000 en El Granzón.



**Tabla III. Valores del Coeficiente R (Spearman) según resultados de correlación entre la abundancia mensual de *An. darlingi* y la abundancia mensual de familias de Coleoptera (Noteridae, Hydrophilidae), Hemiptera (Naucoridae, Notonectidae, Veliidae) y Odonata (Aeshnidae) en El Granzón, estado Bolívar entre julio de 1999 y junio del 2000.**

Pares de variables	Coeficiente R *	t (N-2) **	p-nivel
Densidad de larvas de <i>An. darlingi</i> y densidad de Naucoridae	- 0,644 *	-2,665	< 0,0237 *
Densidad de larvas de <i>An. darlingi</i> y densidad de Aeshnidae	- 0,483 *	-1,739	< 0,1025 *
Densidad de larvas de <i>An. darlingi</i> y densidad de Veliidae	- 0,482	-1,739	> 0,1123 NS
Densidad de larvas de <i>An. darlingi</i> y densidad de Hydrophilidae	- 0,367	-1,428	> 0,2402 NS
Densidad de larvas de <i>An. darlingi</i> y densidad de Notonectidae	- 0,350	- 1,184	> 0,2640 NS
Densidad de larvas de <i>An. darlingi</i> y densidad de Noteridae	- 0,350	- 1,184	> 0,2640 NS

\*R de Spearman (con prueba T estadísticamente significativa).

\*\*N = 12 meses, entre julio de 1999 y junio del 2000.

(NS) = El resto de pares de variables probadas presentaron valores de la prueba T de ninguna significación estadística (p> 0,1123).

**Tabla IV. Valores del Coeficiente R (Spearman) según resultados de correlación entre la precipitación mensual, la abundancia mensual de *An. darlingi* y la abundancia mensual de familias de Coleoptera (Scirtidae y Noteridae), Hemiptera (Naucoridae, Notonectidae, Gerridae, Veliidae, Nepidae) y Odonata (Aeshnidae, Coenagrionidae, Libellulidae) en el Granzón, estado Bolívar entre julio de 1999 y junio del 2000.**

Pares de variables	Coeficiente R *	t (N-2) **	p-nivel
Lluvia por mes anterior y densidad de <i>An. darlingi</i>	- 0,523 *	-1,939	< 0,0812 *
Lluvia por mes anterior y densidad de Naucoridae	0,732 *	3,397	< 0,0068 *
Lluvia por mes anterior y densidad de Noteridae	0,480	1,732	> 0,1139 NS
Lluvia por mes anterior y densidad de Notonectidae	0,480	1,732	> 0,1139 NS
Lluvia por mes anterior y densidad de Coenagrionidae	0,469	1,684	> 0,1232 NS
Lluvia por mes anterior densidad de Gerridae	0,428	1,500	> 0,1644 NS
Lluvia por mes anterior y densidad de Veliidae	0,393	1,351	> 0,2063 NS
Lluvia por mes anterior y densidad de Aeshnidae	0,393	1,351	> 0,2062 NS
Lluvia por mes anterior y densidad de Scirtidae	0,306	1,005	> 0,3339 NS
Lluvia por mes anterior y densidad de Nepidae	0,262	0,898	> 0,4099 NS
Lluvia por mes anterior y densidad de Libellulidae	0,151	0,484	> 0,6391 NS

\* R de Spearman (con prueba T estadísticamente significativa).

\*\* N = 12 meses, entre julio de 1999 y junio del 2000.

(NS) = El resto de pares de variables probadas presentaron valores de la prueba T de ninguna significación estadística (p> 0,1139), es decir, que estas tampoco fueron significativas.

## DISCUSIÓN

La especie de mayor frecuencia y abundancia del estudio exploratorio fue *An. triannulatus* (Tabla I), lo que coincide con resultados anteriormente publicados (Berti *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2000); la misma se presentó en todos los criaderos y localidades estudiadas, excepto en el Río Las Claritas; su mayor frecuencia y abundancia se observó sobre todo en sitios expuestos a pleno sol, como las quebradas de Puerto Beco y San Isidro. Por su parte, *An. darlingi* fue más frecuente y abundante en quebradas con sombra, muy especialmente en la quebrada del Granzón (Tabla I), resultado que difiere de estudios anteriores (Berti *et al.*, 1998; Moreno *et al.*, 2000; Rubio-Palis *et al.*, 2005). Sin embargo, esta especie también se localizó pero con menor abundancia en otros criaderos como las lagunas con sombra total o parcial, especialmente en El Granzón y Las Manacas (Tabla I). En el área del Alto Orinoco (estado Amazonas), se identificaron cuatro tipos de criaderos principales: lagunas, pozos, caños y charcas (Rejmánková *et al.*, 1999; Rubio-Palis *et al.*, 2005). Las lagunas, resultaron el hábitat más favorable para el desarrollo de diversas especies de *Anopheles* (Rejmánková *et al.*, 1999; Rubio-Palis *et al.*, 2005). Hay varias razones de porque las lagunas proveen un hábitat favorable para los estadios inmaduros de *Anopheles*, siendo la principal de ellas, la presencia de abundante vegetación flotante y/o emergente que proporciona refugios adecuados a las larvas y las protege de la depredación (Rejmánková *et al.*, 1999; Rubio-Palis *et al.*, 2005). Según estos autores, *An. darlingi* fue colectada en mayor proporción en el hábitat tipo laguna, pero también se colectó en otros tipos de criaderos como pozos y charcas, ubicados en lugares de poca profundidad, y siempre con sombra parcial y abundante detritus (palitos, hojas, semillas) (Rejmánková *et al.*, 1999; Rubio-Palis *et al.*, 2005). Lo antes expuesto concuerda con Fleming (1986) y Rozendaal (1990), quienes manifiestan que las larvas de *An. darlingi* ocupan una gran diversidad de criaderos, pero siempre en agua dulce, no contaminada y con sombra parcial, es decir, protegidas de los rayos directos del sol al menos durante gran parte del día.

Según Rejmánková *et al.* (1999) y Rubio-Palis *et al.* (2005), en el área del Alto Orinoco, la correlación entre la precipitación mensual y la densidad de larvas de *An. darlingi* no fue estadísticamente significativa, resultado que no coincide con el nuestro, ya que aquí se encontró correlación negativa y significativa entre estas dos variables (Tabla IV y Fig. 2). En

el Alto Orinoco, esta especie mostró una marcada estacionalidad desapareciendo entre los meses de abril y mayo; siendo más abundante entre julio y octubre (Rubio-Palis *et al.*, 2005). Esta presentó el pico de mayor abundancia larvaria en el mes de septiembre, justamente dos meses después del pico de máxima lluvia (Rubio-Palis *et al.*, 2005). Estos resultados también contrastan con los del presente estudio, ya que la mayor abundancia de larvas de *An. darlingi* en la quebrada de El Granzón, se encontró en el período de menor pluviosidad, particularmente entre enero y mayo; con picos de máxima abundancia de larvas en los meses de febrero y mayo (Fig. 2). En un área minera del estado Bolívar se encontró *An. darlingi* en lagunas, quebradas y ríos, pero a muy bajas densidades y la especie se presentó con mayor abundancia en pozos y cortes de minas (Moreno *et al.*, 2000), lo cual también contrasta con los resultados del presente estudio, ya que la mayor ocurrencia y abundancia de la especie fue en las quebradas con sombra (Tabla I).

En Surinam, Rozendaal (1990) coincide con nosotros en relación al pH del hábitat de *An. darlingi* (pH entre 6 y 7) y la temperatura promedio del agua de 26°C (Tabla II); asimismo, este autor señala como principales tipos de criaderos de la especie a los siguientes: 1) Las quebradas muy sombreadas dentro de la selva pluvial; 2) Las orillas de ríos usualmente sombreadas y con vegetación flotante (*Eichornia*, *Salvinia*, *Pistia*) y desechos naturales (hojarasca y detritus); y 3) Las charcas y pozos formados por desbordamiento de ríos, las cuales generalmente son sombreadas, debido a su cercanía con el mismo. Este autor asegura que en caso de que dichos pozos estén expuestos a pleno sol, no es posible colectar larvas de *An. darlingi*, señalando que sus larvas solamente fueron colectadas en aquellos sitios total o parcialmente sombreados (Rozendaal, 1990). En nuestro caso, si logramos colectar pocas larvas de la especie en sitios expuestos a pleno sol o parcialmente sombreados, como fueron las quebradas y la laguna de Puerto Beco y la laguna de Las Manacas.

### **Seasonal and temporal fluctuations of larval densities of *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae) and insects associated to the habitat in San Isidro Parish, Sifontes municipality, Bolívar state, Venezuela**

#### SUMMARY

*Anopheles darlingi* Root has been considered under natural conditions as human malaria's principal

vector in South America. In Venezuela, Amazonas and Bolívar States, it is responsible for 90 % of malaria cases reported in the country. Field surveys and mosquito larvae sampling of mosquito breeding sites in mining areas, were carried out in seven localities of Sifontes county, Bolívar state during one month, between 2 and 29 June 1999. The breeding sites were *a priori* classified into four larval habitat categories: lagoons, streams, rivers and herbaceous swamps. At each breeding site, 30 dips for mosquito larvae samples were made. Simultaneously with mosquito larvae sampling, four selected variables of water were measured: temperature, dissolved oxygen, pH and water depth. On the other hand, a longitudinal study was carried out in the typical *An. darlingi* breeding site (shaded streams) in El Granzón (Sifontes county). Field surveys of mosquito larvae and aquatic insects were carried out in the same breeding site over a one-year period (July, 1999 to June, 2000). At this breeding site, *Anopheles* larvae and aquatic insects were collected monthly. During the study, 12 samples were taken from this larval habitat of *An. darlingi*. Seasonal and temporal variations of *An. darlingi* larvae and aquatic insects were determined. Relationships among the rain in the previous month, abundance of aquatic insects and abundance of *An. darlingi* larvae, were investigated using the Spearman nonparametric test (Spearman rank correlation). Results of the analysis revealed that the abundance of *An. darlingi* mosquito larvae was negatively correlated with the rainfall in the previous month. On the other hand, the results indicate that the abundance of *An. darlingi* larvae was negatively correlated with the abundance of the family Naucoridae (Hemiptera), and this family was positively correlated with the rainfall in the previous month. The typical *An. darlingi* larval habitat was classified into the category "streams shaded". This streams were very shaded (90-100%), with a water depth of 65.22 cm, with abundant floating organic debris (dry foliage, leaves, trash, small stick), a pH of 6.16, dissolved oxygen of 6.40 g/L, and a water temperature of 26°C.

**Key words:** Seasonal variations, *Anopheles*, larvae, habitat, aquatic insects, physical-chemical factors, Malaria, Bolívar state, Venezuela.

## REFERENCIAS

- Aché A. (1998). Situación actual de la malaria en Venezuela. *Bol. Dir. Malariol. San. Amb.* **38**: 68-72.
- Berti J., Zimmerman R. & Amarista J. (1993). Spatial and temporal distribution of anopheline larvae in two malarious areas in Sucre state, Venezuela. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* **88**: 353-362.
- Berti J., Gutiérrez A. & Zimmerman. (2004). Relaciones entre tipos de hábitat, algunas variables químicas y la presencia de larvas de *Anopheles aquasalis* Curry y *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald en un área costera del estado Sucre, Venezuela. *Entomotropica.* **19**: 79-84.
- DSAEB(2002). Servicio de Vigilancia Epidemiológica. Registros de la Oficina de Actividades Médicas (1980-2002). Ciudad Bolívar, Venezuela.
- DSAEB(2007). Servicio de Vigilancia Epidemiológica. Registros de la Oficina de Actividades Médicas. Ciudad Bolívar Venezuela.
- Ewel J., Madriz A. & Tosi, J. (1968). *Zonas de vida de Venezuela*. Caracas: Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura y Cría. 265 pp.
- Fleming G. (1986). *Biología y Ecología de los vectores de la malaria en América*. Organización Panamericana de Salud. Oficina Sanitaria Panamericana, Washington, 54 pp.
- Forattini P. (1962). *Entomología Médica. I. Parte Gral: Díptera, Anophelini*. Faculdade de Higiene e Saúde Pública. São Paulo, 662 pp.
- Grillet M. E., Montañez H. & Berti J. (1998). Estudio Biosistemático y Ecológico sobre *Anopheles aquasalis* y sus implicaciones para el control de la malaria en el estado Sucre, Venezuela. II. Ecología de sus criaderos. *Bol. Dir. Malariol. San. Amb.* **38**: 38-46.
- Lounibos L. P. & Conn J. E. (2000). Malaria Vector Heterogeneity in South America. *Amer. Entomol.* **46**: 238-249.
- Magris M., Rubio-Palis Y., Menare C. & Villegas L. (2007). Vector bionomics and malaria transmission in the Upper Orinoco River, Southern Venezuela. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* **102**: 303-311.

- Moreno J., Rubio-Palis Y., & Acevedo P. (2000). Identificación de criaderos de anofelinos en un área endémica a malaria del estado Bolívar, Venezuela. *Bol. Dir. Malariol. San. Amb.* **40**: 21-30.
- Moreno J., Rubio-Palis Y., Pérez E., Sánchez V. & Páez E. (2002). Evaluación de tres métodos de captura de anofelinos en un área endémica a malaria del estado Bolívar, Venezuela. *Entomotropica*. **17**: 157-165.
- MPPS (2008). Reporte epidemiológico semanal. Dirección General de Salud Ambiental. Semana Epidemiológica 20. Mayo 2008. Caracas, Venezuela. 26 pp.
- OPS (1994). XXIV Conferencia Sanitaria Panamericana. *Situación de los Programas de Malaria en las Américas*. Informe XLII. Washington CSP24/INF/2.
- OMS (1992). Conferencia ministerial sobre paludismo. *Informe de la Reunión Interregional sobre el Paludismo en las Américas, Brasilia*. Doc OMS CTD/MCM/IM/92.3.
- Rejmánková E., Rubio-Palis Y., & Villegas L. (1999). Larval habits of anopheline mosquitoes in the Upper Orinoco, Venezuela. *J. Vector Ecol.* **24**: 130-137.
- Rejmánková E., Harbin-Ireland A. & Lege M. (2000). Bacterial abundance in larval habitats of four species of *Anopheles* (Diptera: Culicidae) in Belize, Central America. *J. Vector Ecol.* **25**: 229-239..
- Rozendaal J. A. (1990). *Epidemiology and control of malaria in Suriname*. Edit. ICG Printing B.V. Dordrecht. 172 pp.
- Rubio-Palis Y. (2000). *Anopheles (Nyssorhynchus) de Venezuela: Taxonomía, Bionomía, Ecología e importancia médica*. Escuela de Malariología y Saneamiento Ambiental-Proyecto Control de Enfermedades Endémicas. Banco Mundial-MSDS. Maracay, Venezuela. 120 pp.
- Rubio-Palis Y., Menare C., Quinto A., Magris M. & Amarista M. (2005). Caracterización de criaderos de anofelinos (Diptera: Culicidae) vectores de malaria del Alto Orinoco, Amazonas, Venezuela. *Entomotropica*. **20**: 29-38.
- Savage H., Rejmánková E., Arredondo-Jimenez J., Roberts D. & Rodriguez M. (1990). Limnological and botanical characterization of larval habitats for two malarial vectors, *Anopheles albimanus* and *Anopheles pseudopunctipennis*, in coastal areas of Chiapas State, Mexico. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.* **6**: 612-620.
- Zimmerman R. H. (1992). Ecology of malaria vectors in the Americas and future and direction. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* **87**: 371-383.

Recibido el 12/06/2008  
Aceptado el 19/09/2008

