

## Identificación de criaderos de anofelinos en un área endémica del estado Bolívar, Venezuela\*

Jorge Moreno<sup>1</sup>, Yasmin Rubio-Palis<sup>1</sup> y Porfirio Acevedo<sup>2</sup>

El municipio sifontes del estado Bolívar constituye el principal foco de malaria del país. Durante el lapso 1992-98 se registró una media anual de 4.180 casos, situación derivada fundamentalmente de la actividad minera. Con el objeto de localizar e identificar los criaderos a *Anopheles spp.* Y de actualizar la lista de especies presentes en el área se realizó un estudio longitudinal, de éstos, entre Septiembre 1997 y Enero 1999. El área de estudio comprendió las zonas de influencia de las poblaciones de Las Claritas, El Dorado, El Granzón, San Martín de Turumban, Tumeremo y Bochínche. Las larvas de anofelinos se colectaron con cucharón. Se utilizó la metodología de cría asociada para la correcta identificación de las especies. En cada criadero se realizaron registros de variables físico-químicas y biológicas. Se colectaron *Chagasis Bathana* y 12 especies de *Anopheles*. De éstas, seis pertenecen al subgénero *Nyssorhynchus*, cinco al subgénero *Anopheles* y una al subgénero *Lophopodomyia*. La especie más abundante en la zona es *An. triannulatus* seguida de *An. marajoara*. El principal vector del área, *An. darlingi*, es poco abundante pero tiene una amplia distribución. El tipo de criadero más frecuente en el área son las lagunas, sin embargo se registró mayor densidad de larvas en los corte de minas y mayor diversidad de especies en las quebradas. Se discuten la importancia epidemiológica de los cortes de minas y posibilidades de control antivectorial.

**Palabras clave:** Malaria, *Anopheles*, larvas, criaderos, ecología de vectores, Venezuela.

### INTRODUCCIÓN

Para 1998, según la Organización Mundial de la Salud (OPS), 308 millones de personas en América viven en áreas ecológicamente propicias para la transmisión de la malaria. De 37 países miembros de la Oficina Panamericana de la Salud (OPS), 21 tienen zonas de transmisión activa. Esto significa que 38 % de la población del continente vive en áreas de riesgo (OPS, 1999).

Esta lamentable situación tiende a agravarse

cada vez más, debido a dificultades de orden económico, político y técnico, lo que ha llevado a la OMS a lanzar en 1998 la iniciativa de “hacer retroceder la malaria” (RBM) para complementar los lineamientos y actividades de la Estrategia Global de Control de la Malaria (OPS, 1999). Para esta estrategia la lucha antivectorial juega un papel importante; no obstante, esta lucha debe estar sustentada en la evaluación sistemática de los factores ecológicos que definen la transmisión.

Dentro de este orden de ideas, han surgido en los últimos años novedosos enfoques que se fundamentan en el monitoreo constante de los factores ambientales que regulan las fluctuaciones poblacionales de los vectores, utilizando para ello tecnología satelital (Hayes *et al.*, 1985; Pope *et al.*, 1994). Sin embargo, antes de la implementación de cualquier metodología, es necesario establecer líneas básicas de información que sirvan de punto de partida a estos proyectos. Aspectos tales como

\*Financiado por el Proyecto Control de Enfermedades Endémicas 3538-VE. Compromiso 6.

<sup>1</sup>Instituto de Altos Estudios en Salud Pública “Dr. Arnoldo Gabaldon”, Centro de Investigación de Campo “Dr. Francesco Vitanza”, Tumeremo, estado Bolívar, Venezuela. Email: jorgecicfv@cantv.net. <sup>2</sup>Servicio de Endémias Rurales, Instituto de Salud Pública del estado Bolívar, Venezuela.

la identidad de las especies de *Anopheles* Meigen presentes, su distribución espacio-temporal y naturaleza de las variables ambientales deben ser estudiados.

La grave situación malárica en las zonas endémicas, se debe entre otros factores, a los problemas técnicos surgidos con la metodología tradicional de control antivectorial, basada en el rociamiento intradomicilio y espacial de insecticidas residuales, siendo necesario e imperante la búsqueda de estrategias alternativas de control que sean factibles y sustentables. Dentro de este enfoque, el control en los criaderos se convierte en un blanco atractivo. No obstante, para la aplicación de cualquier metodología es necesario actualizar el conocimiento que se tiene sobre la biología y ecología de las larvas de *Anopheles* spp.

Un primer paso en esta dirección lo constituye la identificación y caracterización de los criaderos de *Anopheles* spp en el área endémica. En este trabajo se hace una descripción físico-química y botánica de los criaderos, se aportan datos sobre la distribución y abundancia de las especies de anofelinos y se actualiza la lista de especies presentes en el municipio Sifontes del estado Bolívar, Venezuela. Esta información constituye la base para investigaciones futuras sobre la bionomía y ecología de los vectores de malaria y el diseño de estrategias de control efectivas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio:** El área de estudio está ubicada dentro de los límites del municipio Sifontes del estado Bolívar, al extremo sur oriental de Venezuela, en la frontera con Guyana y Brasil (Figura 1). El territorio abarca 24.392 Km<sup>2</sup> con una población estimada de unos 60.000 habitantes. Gran parte de la población se encuentra diseminada por toda el área en una gran cantidad de pequeños caseríos improvisados. La migración es una de las principales características de esta población. La actividad económica principal es la minería, basada fundamentalmente en la extracción de oro por métodos rudimentarios, seguida de la explotación forestal. El área de estudio se encuentra dentro de la zona de influencia de las poblaciones de Las Claritas (6° 10'N / 61° 21'W), El Granzón (6° 12'N / 61° 21'W), El Dorado (6° 43'N / 61° 38'W), San Martín de Turumbán (6° 42'N / 61° 05'W), Tumeremo (7° 17'N / 61° 29'W) y Bochinche (7° 29'N / 61° 01'W).

La topografía del área es principalmente plana con suaves colinas, variando altitud entre 100 y 400 m. La vegetación es diversa, presentándose sabanas,

bosques de galería y selvas húmedas tropicales. La zona ha sido catalogada como bosque húmedo tropical (Ewel *et al.*, 1968). La precipitación anual promedio es de 1.300 mm, con lluvias distribuidas a lo largo de todo el año, con junio y julio como los meses más lluviosos y marzo como el menos lluvioso (MARNR; 1995-1999). La temperatura media mensual oscila entre 22 y 26 °C (MARNR, 1995-1998). La cuenca hidrográfica descansa fundamentalmente en el río Cuyuní, del cual son afluentes los ríos Yuruán, Yuruari y Botanamo (Figura 1). El área se encuentra considerablemente afectada por la actividad humana, siendo sus principales manifestaciones la deforestación, la contaminación y la destrucción del suelo.

El municipio Sifontes del estado Bolívar es considerado como un área de alto riesgo a malaria (Aché, 1998). En 1997 el 44% de los casos del estado Bolívar correspondieron a esta área, la cual muestra un promedio de 4.140 casos acumulados por año en el período 1992-99 (Servicio de Endemias Rurales, estado Bolívar, 1999). La transmisión se mantiene durante todo el año de manera continua con caídas y brotes epidémicos esporádicos. Eco-epidemiológicamente la zona ha sido clasificada como malaria de bosques bajos interiores (Rubio-Palis & Zimmerman, 1997).

**Toma de muestras:** Debido a la extensión del área de estudio se le dio prioridad a aquellas áreas asociadas a brotes maláricos. Entre septiembre 1997 y enero 1999 se realizaron colectas de larvas con cucharón de 2,5 litros, en número de 30 cucharonazos o más por criadero. Se contó el número de larvas por cucharón para obtener un estimado de la densidad. Las larvas colectadas fueron separadas por criadero y trasladadas al laboratorio en Tumeremo para su identificación. Las larvas de I a III instar fueron alimentadas y criadas hasta adultos para su posterior identificación. Siempre que fue posible, las larvas de IV instar se identificaron inmediatamente, en caso de dudas se procedía a desarrollarlas hasta adultos. Para una identificación más confiable, en muchos casos, se realizó cría asociada para cada espécimen a fin de obtener todos los estadios del individuo (Belkin *et al.*, 1965). Las exubias de pupas y larvas, larvas de IV instar y genitales de machos, fueron montadas en bálsamo del Canadá, los adultos fueron montados en alfiler (Rattanarithikul, 1982).

En cada sitio de colecta se registraron las siguientes variables físico-químicas del criadero: temperatura del agua, pH, conductividad, tamaño, profundidad, color del agua, grado de sombra sobre el criadero y velocidad de la corriente. Se tomaron muestras de las especies botánicas dominantes para su posterior identificación.

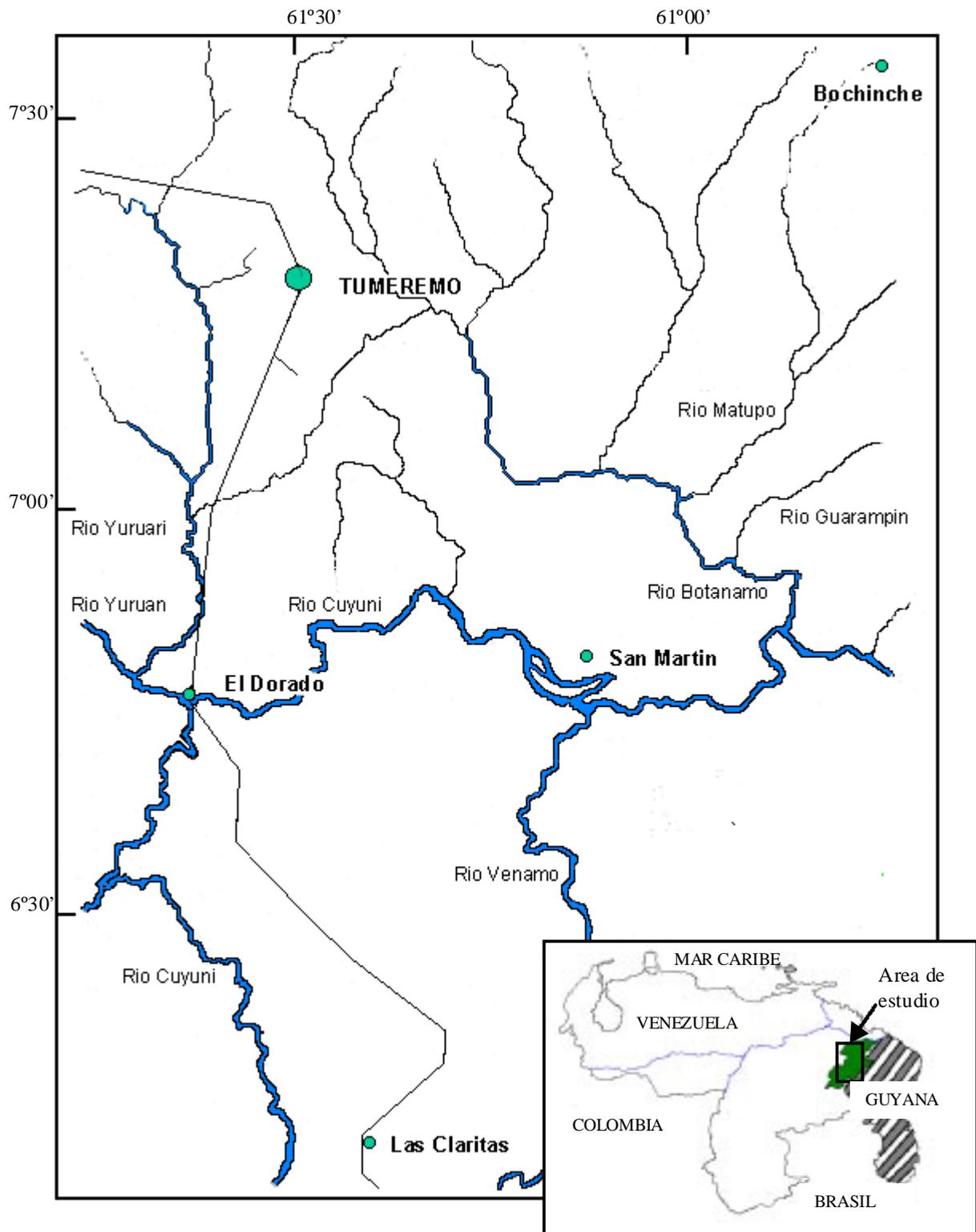


Figura 1.- Ubicación relativa del área de estudio, municipio Sifontes, estado Bolívar.

## RESULTADOS

**Caracterización de los criaderos:** El área de estudio se caracteriza por presentar una gran cantidad y variedad de criaderos de anofelinos. Debido a la multiplicidad de criaderos y a su heterogeneidad éstos fueron agrupados en seis tipos principales de acuerdo a sus características físicas y ecológicas: corte de mina (CMI), laguna (LAG), quebrada (QUE), charca (CHA), río (RIO) y pantano (PAN).

**Río:** El criadero tipo río, está constituido por nichos que se forman en los grandes ríos por acumulación de detritos, material sólido en suspensión y vegetación en las orillas, en represas formadas por troncos caídos y otros sitios donde la corriente se hace más lenta y permite el anclaje de estos materiales. Tal es el caso en los ríos Cuyuní, Yuruán y Yuruari. La vegetación dominante en estos nichos es del tipo flotante representada principalmente por *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*, las cuales constituyen la base del sistema. Estos nichos están a salvo de la corriente y a la sombra, en ellos se acumula detritos y material sólido en suspensión que proporciona alimento y refugio a las larvas de mosquitos. Este tipo de criadero es de carácter temporal, pues depende de las fluctuaciones del nivel del río. La temperatura media del agua fue  $25,9 \pm 1,50$  °C, conductividad media de  $15,8 \pm 4,57$   $\mu$ S y pH promedio  $6,6 \pm 0,33$ . Estos criaderos resultaron positivos en baja densidad para *Anopheles (Nyssorhynchus) triannulatus* Neiva y Pinto, *An. (Nys.) darlingi* Root, *An. (Nys.) oswaldoi* (Peryassu) y *An. (Lophopodomyia) squamifemur* Antunes.

**Quebrada:** El criadero tipo quebrada está representado por corrientes de agua permanentes con ancho y profundidad variables, cuyo caudal depende de la época del año y de las precipitaciones. Por lo general, son muy angostos, de 3-4 m o menos de ancho, con menos de un metro de profundidad y corriente de moderada a rápida. Se caracterizan por presentar aguas cristalinas, ámbar o turbias sobre un fondo arenoso o limoso no muy profundo. Transcurren por zonas profusamente sombreadas y carecen de vegetación acuática, pero en áreas soleadas pueden estar presentes *Nymphaea* sp., *Mayaca* sp., *Utricularia* sp. y alga verde filamentosa. Son ricos en detritos y material sólido en suspensión. Una de sus características principales es el aumento repentino del caudal como consecuencia de las lluvias, lo que ocasiona el fenómeno conocido como “lavado” que consiste en el arrastre de organismos animales y vegetales, incluyendo las larvas de mosquitos. La temperatura media del agua registrada fue de  $26,3 \pm 2,25$  °C, la conductividad media  $21,6 \pm 21,6$   $\mu$ S y pH  $6,4 \pm 0,52$ .

La densidad larval en estos criaderos es relativamente baja pero la diversidad es elevada. La especie más abundante y frecuente es *Chagasia bathana* Dyar, seguida de *An. (Lop.) squamifemur*. Con menor frecuencia se colectó, *An. (Anopheles) mediopunctatus* (Theobald), *An. (Ano.) punctimacula* Dyar & Sknab, *An. (Ano.) neomaculipalpus* Curry, *An. (Ano.) eiseni* Coquillett, y *An. (Nyss.) oswaldoi*. Ocasionalmente se pueden colectar *An. (Nys.) triannulatus* y *An. (Nys.) marajoara* Galvão & Damasceno. En arroyos de corriente muy lenta y densamente sombreados se colectó *An. (Nys.) darlingi*.

**Laguna:** Las lagunas son criaderos permanentes de origen natural. En su mayoría se originan del desbordamiento o embalse de arroyos y caños en las depresiones naturales del terreno. Se caracterizan por estar parcialmente sombreadas, con agua clara y abundante detritos y materia orgánica, estancadas o de corriente muy lenta. La profundidad varía entre 0,5 y 1 m. La temperatura media del agua fue  $28,6 \pm 2,58$  °C, la conductividad promedio  $20,3 \pm 14,14$   $\mu$ S y pH promedio  $6,5 \pm 0,43$ . Estas lagunas son ricas en vegetación sumergida, flotante y emergente, destacando entre las especies dominantes los géneros flotantes *Mayaca*, *Utricularia*, *Pistia*, *Eichhornia* y algas verdes filamentosas y plantas emergentes de los géneros *Eleocharis* y *Nymphaea*.

La población anofelina es abundante en estos criaderos. La especie más abundante es *An. triannulatus* seguida de *An. marajoara*. En menor magnitud se encuentran *An. oswaldoi* y *An. darlingi*. En lagunas ubicadas en ambientes despejados de sabanas y morichales se puede encontrar *An. (Nys.) braziliensis* (Chagas). Ocasionalmente puede ser hallada en este tipo de criaderos *An. squamifemur*.

**Pantano:** Los pantanos, por lo general, están formado por extensos humedales estacionales sobre terrenos saturados de agua en la selva, profusamente sombreados con algunos claros. Presentan un fondo fangoso poco profundo, 1 m o menos. Son aguas estancadas, turbias, color ámbar, con abundante detritos y material sólido en suspensión. La temperatura media del agua registrada fue  $26,5 \pm 2,67$  °C, conductividad promedio  $25,1 \pm 21,38$   $\mu$ S y pH  $6,2 \pm 0,65$ .

La mayor parte de ellos carece de vegetación acuática, pero en aquellas zonas donde la iluminación lo permite son ricos en plantas de los géneros *Mayaca*, *Nymphaea*, *Eleocharis*, *Utricularia*, gramíneas y alga verde filamentosa. Estos criaderos resultaron positivos a *An. triannulatus*, en menor cantidad se colectaron *An. oswaldoi*, *An. punctimacula* y *An. mediopunctatus*.

**Corte de mina abandonada:** Es el criadero de mayor importancia epidemiológica por su vinculación a la actividad humana. Estos son pozos o lagunas permanentes originados por el socavado del terreno durante de la actividad minera de aluvi6n. Los cortes de mina varían de unos pocos metros a varios kil6metros de extensi6n. Son lagunas inducidas de aguas estancadas y bordes irregulares, ubicados en áreass ampliamente deforestadas, a pleno sol. Este tipo de criadero está diseminado por toda la regi6n, la mayor parte de ellos ubicados en el interior de la selva, en áreass de explotaci6n aurífera. Su profundidad varía de uno a varios metros. Están bastante contaminados con desechos industriales de la actividad minera como combustible y mercurio. El agua, por lo general, es turbia, en algunos pocos casos cristalina. La temperatura es elevada debido a la exposici6n solar, con una media de  $30,07 \pm 2,29$  °C. La conductividad y el pH registran valores medios de  $23,9 \pm 15,63$   $\mu$ S y  $6,7 \pm 0,77$  respectivamente.

Estos criaderos exhiben diferentes grados de colonizaci6n vegetal. La vegetaci6n acuática es dominada por las gramíneas, que crecen a la orilla y dentro del criadero cumpliendo una funci6n colonizadora. Tambi6n abundan en algunos de ellos *Eleocharis*, *Mayaca*, *Utricularia*, *Nymphaea* y alga verde filamentosa. La especie anofelina dominante en estos criaderos es *An. triannulatus*, seguida en orden de magnitud por *An. marajoara*, *An. oswaldoi* y *An. darlingi*.

**Charca o Pozo:** Son criaderos temporales que se forman sobre el lecho de los ríos que se secan durante la época de verano, depresiones naturales del terreno o huecos contruidos por el hombre. Son pozos de agua estancada, a pleno sol o a la sombra y cubiertos total o parcialmente de vegetaci6n acuática la cual varía segun el origen y naturaleza del criadero. En los pozos de río dominan *E. crassipes* y *P. stratiotes*, tambi6n pueden estar presentes algas verdes filamentosas y *Mayaca* sp; en otros tipos de pozos pueden encontrarse plantas de los géneros *Wolfia*, *Nymphaea*, *Eleocharis*, y *Utricularia*. En general, los pozos son de diámetro reducido, 2 a 4 m, aunque los puede haber de mayor tamaño, aguas claras o ligeramente turbias, con una temperatura media de  $28,3 \pm 1,97$  °C, conductividad  $24,7 \pm 15,4$   $\mu$ S y pH  $6,8 \pm 0,64$ . Son ricos en materia orgánica y detritos. La especie anofelina más abundante es *An. triannulatus* seguida de *An. darlingi* en muy baja proporci6n. En pozos ubicados a la sombra en áreass selváticas se colectaron *An. oswaldoi*, *An. punctimacula* y *An. eiseni*, mientras que en aquellos pozos que se forman sobre el lecho rocoso de ríos se colectaron *An. (Nys.) argyritarsis* Robineau-

Desvoidy y *An. (Ano.) Peryassui* Dyar & Knab.

**Abundancia y distribuci6n espacial de las especies de anofelinos:** Durante la ejecuci6n de este estudio se colectaron e identificaron un total de 13 especies de *Anopheles* y una del género *Chagasia* (Tabla N° 1). De las especies de *Anopheles*, seis pertenecen al subgénero *Nyssorhynchus*: *An. triannulatus*, *An. marajoara*, *An. oswaldoi*, *An. darlingi*, *An. braziliensis* y *An. argyritarsis*; cinco especies al subgénero *Anopheles*: *An. punctimacula*, *An. mediopunctatus*, *An. neomaculipalpus*, *An. eiseni* y *An. peryassui*; y una al subgénero *Lophopodomyia*: *An. squamifemur*. Del subgénero *Nyssorhynchus* se colectaron las cuatro especies señaladas por Navarro (1996) en la Secci6n *Argyritarsis* para Venezuela: *An. argyritarsis*, *An. braziliensis*, *An. darlingi* y *An. marajoara*; y dos especies de la Secci6n *Albimanus*: *An. oswaldoi* y *An. triannulatus*.

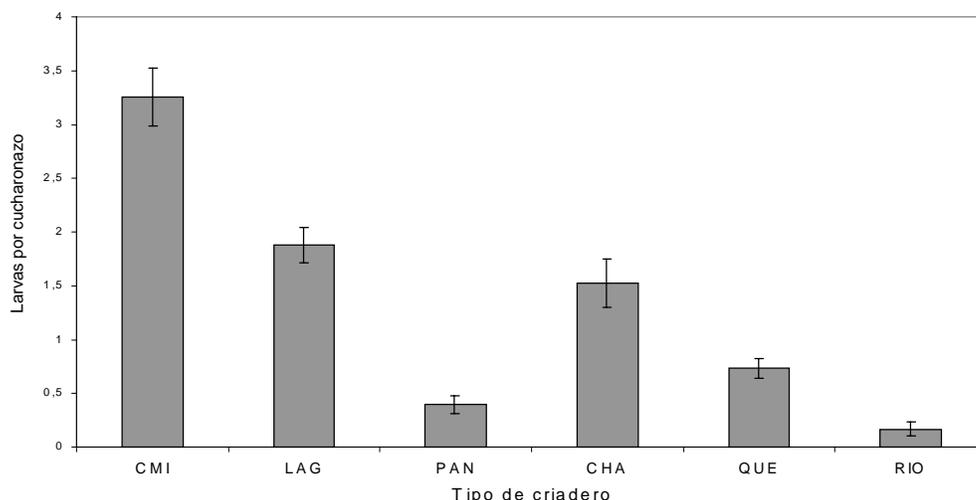
De todas las especies colectadas *An. triannulatus* fue la más abundante en términos absolutos; de un total de 2.227 larvas identificadas 1.515 (68,02%) corresponden a esta especie (Tabla N° 1). Tambi6n resultó ser la de más amplia distribuci6n, encontrándosese en 67,07% de los criaderos positivos a *Anopheles*. El segundo lugar en abundancia está ocupado por *An. marajoara* con 12,3%, no obstante la diferencia entre el primer lugar y el segundo es considerable. La tercera especie en abundancia es *Ch. bathana* (6,8%). Las demás especies se presentan con una abundancia similar, siempre inferior al 4%, siendo la menos abundante *An. braziliensis*, de la que solo se colectó una larva. Independientemente de la abundancia las especies con distribuci6n espacial más amplia fueron, en orden decreciente, *An. triannulatus*, *An. marajoara*, *An. darlingi* y *An. oswaldoi*.

Los resultados obtenidos para la abundancia absoluta mostrados en la Tabla N° 1, se corresponden con los obtenidos para la abundancia relativa (Gráfico 2). En el criadero tipo corte de mina fue donde se obtuvo el promedio más elevado de larvas por cuchar6n (3,25; n = 461), seguido por laguna (1,88; n = 505), charca (1,52; n = 118), quebrada (0,73; n = 728), pantano (0,39; n = 161) y río (0,16; n = 60).

Las lagunas son el tipo de criadero más abundante en la zona (Tabla N° 2), seguido del tipo corte de mina y quebradas, en orden de importancia. Con respecto al número de especies presentes, es el criadero tipo quebrada en donde se registró la mayor diversidad con nueve especies contra siete y seis en los cortes de mina y lagunas respectivamente (Tabla N° 2). No ocurre

**Gráfico N° 1**

**Densidad relativa de larvas de *Anopheles* por tipo de criadero colectadas entre septiembre 1997 y enero 1999 en el municipio Sifontes, Bolívar. (barras verticales = ±1 ES). CMI=Corte de mina, LAG=Laguna, PAN=Pantano, CHA=Charca, QUE=Quebrada, RIO=Río.**



lo mismo con la abundancia de larvas, puesto que fue en estos dos últimos tipos donde se colectó el mayor número de larvas; cada uno de ellos duplica la cantidad colectada en las quebradas (Tabla N° 2). Esta disparidad de la abundancia con la diversidad se refleja en la identidad de las especies presentes en cada tipo de criadero (Tabla N° 1). Las especies de mayor abundancia *An. triannulatus* y *An. marajoara* prefieren los cortes de mina y lagunas, al igual que *An. oswaldoi* y *An. darlingi*. La frecuencia de colecta de estas cuatro

especies fue siempre superior en estos dos tipos de criaderos (Gráfico 2). Los otros tipos de criadero mantienen valores similares en cuanto a número de criaderos positivos y cantidad de especies presentes.

**DISCUSIÓN**

Hay tres aspectos fundamentales que resaltar en los resultados de este trabajo, por su importancia epidemiológica: la actualización de la lista de especies

**Tabla N° 1**  
**Número total de larvas identificadas por tipo de criadero para cada especie anofelina en el municipio Sifontes, Bolívar, colectadas entre septiembre 1997 y enero 1999**

ESPECIE	CRIADEROS *	CMI	LAG	QUE	POZ	PAN	RIO	
<b>TOTAL</b>	55 (67,07)	731	458	171	107	13	35	1515
<i>An. triannulatus</i>	13 (15,85)	132	128	14	0	0	0	274
<i>An. marajoara</i>	14 (17,07)	5	44	18	0	4	0	71
<i>An. oswaldoi</i>	13 (15,85)	25	3	8	17	0	3	56
<i>An. darlingi</i>	1 (1,21)	0	1	0	0	0	0	1
<i>An. braziliensis</i>	1 (1,21)	0	0	0	0	0	9	9
<i>An. argyritarsis</i>	8 (9,75)	1	1	19	0	0	1	22
<i>An. squamifemur</i>	5 (6,09)	1	0	8	0	6	0	15
<i>An. punctimacula</i>	2 (2,43)	0	0	6	0	1	0	7
<i>An. mediopunctatus</i>	3 (3,65)	0	0	0	0	6	0	6
<i>An. neomaculipalpus</i>	1 (2,43)	0	0	6	61	0	0	67
<i>An. eiseni</i>	1 (2,43)	0	0	0	31	0	0	31
<i>An. peryassui</i>	8 (9,75)	2	0	148	0	0	3	153
			635	398	178	30	51	2227

CMI = Corte de mina, LAG = Laguna, QUE = Quebrada, POZ = Pozo, PAN = Pantano, RIO = Río, HUE = Hueco.

\* N° de Criaderos positivos a la especie. (porcentajes entre paréntesis).

Tabla N° 2

Criaderos positivos a larvas de anofelinos, número de especies presentes por tipo de criadero y número total de larvas colectadas en el municipio Sifontes, Bolívar, entre septiembre 1997 y enero 1999

CRIADERO	CANTIDAD	%	N° DE	
			ESPECIES	LARVAS
	20	25,6	7	897
Corte de mina	24	30,7	6	635
Laguna	20	25,6	9	398
Quebrada	9	6,4	4	216
Pozo	5	6,4	4	51
Río	4	5,1	4	30
Pantano				

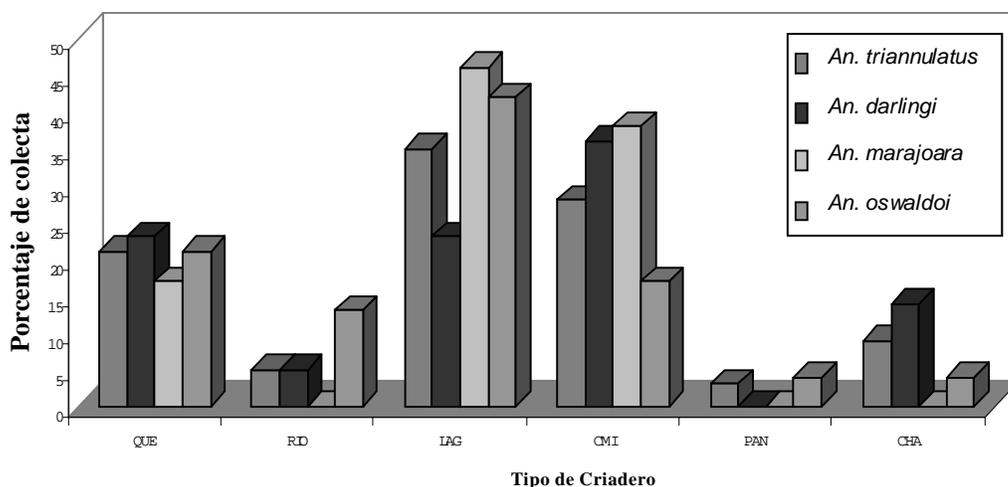
de anofelinos presentes en el área, su abundancia y la descripción de los criaderos.

Con respecto al primer aspecto, si bien no se aportan nuevos elementos, el trabajo arroja una nueva lista de especies que difiere en algunos aspectos de la última lista publicada para el área por Berti *et al.*, (1998). En efecto, en este estudio se reportan seis especies no señaladas por Berti *et al.*, (1998): *An. braziliensis*, *An. marajoara*, *An. eiseni*, *An. peryassui*, *An. punctimacula* y *An. neomaculipalpus*. No obstante, todas las especies reportadas en este trabajo ya han sido citadas anteriormente para el estado Bolívar por Sutil (1980) y Berti & Amarista (1992). Por otro lado, Berti *et al.*, (1998) reportan haber colectado *An. (Nys.) rangeli*

Gabaldon, Cova-García & López, *An. (Nys.) strodei* Root, *An. (Ano.) apicimacula* Dyar & Knab y *An. (Stethomyia) thomasi* Shannon, especies que nunca fueron identificadas durante la ejecución de este trabajo, a pesar de lo extensivo del muestreo en espacio y tiempo. En el caso de *An. rangeli* y *An. strodei* estas diferencias pueden ser debidas a tres causas principales: a) error en la identificación de las especies; muchas especies del subgénero *Nyssorhynchus* son extremadamente parecidas en algunos de sus instares, siendo necesario en la mayoría de los casos realizar crías asociadas (Belkin *et al.*, 1965) para una correcta identificación; lo cual no fue realizado en el trabajo de Berti *et al.*, (1998); b) que la especie haya pasado desapercibida en nuestro

Gráfico N° 2

Frecuencia relativa de colecta de las cuatro principales especies de *Anopheles* por tipo de criadero en el Sifontes, Bolívar, entre septiembre de 1997 y enero 1999. QUE=Quebrada, RIO=Río, LAG=Laguna, CMI=Corte de mina, PAN=Pantano, CHA=Charca



trabajo, lo cual es poco probable debido a la cuidadosa metodología utilizada, y c) que la especie haya desaparecido del área en el tiempo transcurrido entre los dos estudios (1991 y 1999). En cuanto a *An. thomasi*, definitivamente esta especie no fue colectada durante la realización de este trabajo, lamentablemente Berti *et al.*, (1998) no señalan el tipo de criadero en el cual fue colectada. El caso de *An. apicimacula* es completamente diferente, debido a la complejidad de la Serie Arribalzagia (Harbach, 1994), pudiera fácilmente haber error involuntario en la identificación. Es necesario estudiar con más profundidad el grupo de especies pertenecientes al subgénero *Anopheles* presentes en esta zona y, en particular los pertenecientes a la Serie Arribalzagia.

En cuanto a la abundancia y distribución espacial de las especies, los resultados obtenidos son fundamentales en la planificación de las actividades de control puesto que permiten identificar objetivos para el diseño de estrategias alternativas, el cual era uno de los objetivos principales de este trabajo. En este sentido, *An. triannulatus* resultó ser la especie de mayor abundancia y distribución en el área, seguida de lejos por *An. marajoara*, mientras que la abundancia relativa de las demás especies es bastante baja con respecto a la primera especie, incluyendo a *An. darlingi*. Estudios preliminares sobre abundancia de anofelinos en diversos criaderos realizados tanto en el estado Bolívar (Berti *et al.*, 1998) como en el estado Amazonas (Rejmánková *et al.*, 1999) también reportan a *An. triannulatus* como la especie más abundante. Sin embargo, esta especie no representa ningún peligro desde el punto de vista epidemiológico por su baja antropofilia. Observaciones realizadas sobre los hábitos alimenticios de los adultos permiten tener la certeza de que *An. triannulatus* en esta área no se alimenta sobre el hombre (Moreno *et al.*, 2000) a pesar de que su antropofilia ha sido demostrada en el occidente del país (Rubio-Palis *et al.*, 1994; Rubio-Palis, 1994).

*Anopheles darlingi* parece compensar su poca abundancia con una amplia distribución geográfica, se le encuentra diseminado en toda el área de estudio en gran variedad de criaderos. La misma situación se repite para *An. marajoara*, aunque ésta es más abundante en los criaderos que *An. darlingi*. Sin embargo, esta distribución por sí sola no explica el potencial vectorial de ambas especies en la zona, la explicación pudiera estar en la combinación de hábitos marcadamente antropofílicos con una elevada susceptibilidad al parásito.

*Anopheles marajoara* y *An. darlingi* son las

únicas especies colectadas picando al hombre en esta área, por lo que obviamente deben ser las especies implicadas en la transmisión (Moreno *et al.*, 2000). *Anopheles darlingi* es considerado el principal vector de la cuenca amazónica, por su elevada domesticidad, antropofilia y susceptibilidad a *Plasmodium* (Faran & Linthicum, 1981; Linthicum, 1988; Zimmerman, 1992; Rubio-Palis & Zimmerman, 1997; Rubio-Palis *et al.*, 1997); mientras que *An. marajoara* es considerado un vector secundario (Linthicum, 1988). Esta especie (= *An. albitarsis s.l.*) ha sido colectada picando al hombre y positiva a proteína circumesporozoito de *P. vivax* en Venezuela (Rubio-Palis & Curtis, 1992; Rubio-Palis *et al.*, 1992).

La otra especie importante en la zona por su ubicuidad y abundancia, *An. oswaldoi* no es considerado un vector de malaria en Venezuela a pesar de que si ha sido colectado sobre humanos e infectada con *P. vivax* (Rubio-Palis & Curtis 1992; Rubio-Palis *et al.*, 1992). No obstante, a pesar de su relativa abundancia en los criaderos del área, tan solo dos especímenes ha sido colectados sobre cebo humano en un año de estudio (Moreno *et al.*, datos no publicados).

Con relación a las especies del subgénero *Anopheles* señaladas en este trabajo, se considera que si bien los resultados constituyen un paso adelante en el conocimiento de la bionomía de este grupo de especies en el país, éstos no pueden ser concluyentes de ninguna manera, debido a la gran dificultad taxonómica que existe en estos anofelinos (Wilkerson & Peyton, 1990; Wilkerson *et al.*, 1990). Una revisión cuidadosa de este grupo en el futuro pudiera cambiar el status de algunas de las especies señaladas aquí. Más allá de los resultados obtenidos, debe prevalecer la premisa de que cualquier información confiable sobre la diversidad de la fauna anofelina y de la estructura de las comunidades es importante debido al escaso conocimiento que se tiene de ello (Zimmerman, 1992).

En cuanto a los anofelinos del género *Chagasia*, en el área de estudio solo se colectó *Ch. bathana*, la cual presenta baja abundancia (6,8%) y amplia distribución, resultados que coinciden con los obtenidos por Berti *et al.*, (1998).

Los criaderos más ricos en fauna anofelínica y de mayor diversidad son las lagunas y cortes de mina, especialmente en especies del subgénero *Nyssorhynchus*. Tal y como ha sido señalado por Rejmánková *et al.*, (1999) existen varias razones del por qué estos criaderos proveen un habitat favorable para los estadios inmaduros

de anofelinos, siendo una de ellas la presencia de abundante vegetación flotante y emergente que proporcionan refugio (Moreno *et al.*, datos no publicados). La estrecha relación existente entre estos dos tipos criadero y las dos únicas especies que han sido colectadas sobre cebos humanos, permiten hacer la afirmación de que el problema malárico en esta área tiene su fundamento ecológico en las lagunas y cortes de mina. Esta afirmación tiene una gran importancia epidemiológica debido a su potencial desde el punto de vista del control, en especial dentro de un programa de control integrado de vectores de malaria.

El presente estudio constituye un importante punto de partida para nuevos trabajos en el campo de la taxonomía, bionomía y/o ecología de los anofelinos presentes en áreas endémicas del estado Bolívar.

## SUMMARY

The municipality of Sifontes in the north-eastern of Bolívar state, Venezuela, is the main focus of malaria of the country. From 1992 to 98 an average of 4.180 cases were reported annually where mining is the principal human activity. In order to locate and identify the anophelines breeding sites and to determine the species present in this area, a longitudinal study was carried out in the localities of Las Claritas, El Dorado, El Granzón, San Martín de Turumbán, Tumeremo and Bochínche. Anopheline larvae were collected with a dipper. The associated rearing method was used for correct identification of the species. In all breeding sites, physical-chemical and biological observations were recorded. *Chagasia bathana* and twelve species of *anopheles* and were collected. Of these 6 belong to the subgenus *nyssorhynchus*, 5 to the subgenus *anopheles* and 1 to the subgenus *lophopodomyia*. The most abundant species in the area is *An. triannulatus* followed by *An. marajoara*. The main vector of the area, *An. darlingi*, is not very abundant but is widely distributed. The most frequent breeding site in the study area are lagoon. Nevertheless, higher larvae densities were recorded from mine dams and higher species diversity from streams. The epidemiological importance of the mine dam and vectors control potential are discussed.

**KEY WORDS:** Malaria, *Anopheles spp.*, larvae, breeding site, vector ecology, Venezuela.

## AGRADECIMIENTO

Al personal de la demarcación "D" del Servicio de Endemias Rurales del estado Bolívar por el apoyo logístico y por el suministro de valiosa información epidemiológica. Nuestro especial agradecimiento a la Dra. Claudia Vispo de la Fundación La Salle, Tumeremo quien identificó las especies de plantas.

## REFERENCIAS

- Aché R. A. (1998). Situación actual de la malaria en Venezuela Bol. Dir. Malariol. San Amb., **38**:68-72.
- Belkin J. N., Hoge, Ch. L., Galindo P., Aitken T. H. G., Schick R. X. & Powder W. A. (1965). Mosquito studies (Diptera, Culicidae) II. Methods for the collection, rearing and preservation of mosquitoes. Contrib. Amer. Ent. Inst., **1**:20-78.
- Berti, J. & Amarista, J. (1992). Nuevo registro sobre la distribución geográfica de *Anopheles squamifemur* Antunes (Diptera: Culicidae) en Venezuela. Bol. Entomol. Venez., **7**:157.
- Berti J., Vanegas C., Amarista J., González J.; Montañés H., Castillo M., Guzmán H. & González J. Jr. (1998). Inventario preliminar y observaciones biológicas sobre los anofelinos (Diptera: Culicidae) de una región minera del estado Bolívar, Venezuela. Bol. Entomol. Venez., **13**:17-26.
- Ewel J., Madriz A. & Tosi, J. (1968). Zonas de vida de Venezuela. Caracas: Ediciones Fondo Nac. Invest. Agropecuarias, Min. Agr. Y Cría. 265 p.
- Faran M. E. & Linthicum K. J. (1981). A handbook of the Amazonian species of *Anopheles (Nyssorhynchus)* (Diptera: Culicidae). Mosq. Syst., **13**:1-81.
- Harbach R. E. (1994). Review of the internal classification of the genus *Anopheles* (Diptera: Culicidae): the foundation for comparative systematic and phylogenetic research. Bull. Entomol. Res., **84**:331-342.
- Hayes R. O., Maxwell E. L., Mitchell C. J. & Woodzick T. L. (1985). Detection, identification, and classification of mosquito larval habitats using remote sensing scanners in earth-orbiting satellites. Bull. World Health Org., **63**:361-374.
- Linthicum K. J. (1988). A revision of the *Argyritarsis* Section of the subgenus *Nyssorhynchus* of *Anopheles* (Diptera: Culicidae). Mosq. Syst., **20**:98-271.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables MARNR. (1995-1999) Registros climatológicos, estación de Tumeremo.
- Moreno J., Pérez E., Rubio-Palis Y., Sánchez V. & Páez E. (2000). Abundance and parity of anophelines in gold mining areas of Bolívar state, Venezuela. Proceedings of the XV International Congress for Tropical Medicine and Malaria. Cartagena de Indias, Colombia, August 2000. p. 111.
- Navarro J. C. (1996). Actualización taxonómica de la tribu *Anophelini* de Venezuela, con nueva clave para la identificación de larvas de 4º estadio. Bol. Dir. Malariol. San. Amb. **35**:25-43.
- Organización Panamericana de la Salud. (OPS). (1999). Informe de la Situación de los Programas de Malaria en las Américas. 41º Consejo Directivo. CD41/INF/1. Washington, DC. 35 p.
- Pope K. E., Rejmánková E., Savage H. M.; Arredondo-Jimenez, J. I., Rodríguez M. H. & Robert D. R. (1994). Remote sensing of tropical wetlands for malaria control in Chiapas, Mexico. Ecol. Appl., **4**:81-90.
- Rattanarithkul R. (1982). A guide to the genera of mosquitoes

- (Diptera: Culicidae) of Thailand with illustrated keys, biological notes and preservation and mounting techniques. *Mosq. Syst.*, **14**:139-208.
- Rejmánková E., Rubio-Palis Y. & Villegas L. (1999). Larval habitats of anopheline mosquitoes in the Upper Orinoco River, Venezuela. *J. Vect. Ecol.*, **24**:130-137.
- Rubio-Palis Y. (1994). Variation of the vectorial capacity of some anophelines in western Venezuela. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **50**:420-424.
- Rubio-Palis Y. & Curtis C. F. (1992). Biting and resting behaviour of anophelines in western Venezuela and implications for control of malaria transmission. *Med. Vet. Entomol.*, **6**:325-334.
- Rubio-Palis Y., Curtis C. F., Gonzáles C. & Wirtz R. A. (1994). Host choice of anopheline mosquitoes in a malaria endemic area of western Venezuela. *Med. Vet. Entomol.*, **8**:265-280.
- Rubio-Palis Y., Magris M., Villegas L. & Menares C. (1997). Seasonal variation, biting activity and entomological inoculation rate of *Anopheles darlingi* in the Upper Orinoco River, Venezuela. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.*, **13**:177.
- Rubio-Palis Y., Wirtz R. A. & Curtis C. F. (1992). Malaria entomological inoculation rates in western Venezuela. *Acta Trop.*, **52**:167-174.
- Rubio-Palis Y. & Zimmerman R. H. (1997). Ecoregional classification of malaria vectors in the neotropics. *J. Med. Entomol.*, **34**:499-510.
- Servicio de Endemias Rurales, estado Bolívar. (1999). Reportes Epidemiológicos 1994-1999.
- Sutil O. E. (1980). Enumeración histórica y geográfica de las especies de Culicidae de Venezuela ordenadas según su taxonomía. *Bol. Dir. Malariol. San. Amb.*, **20**:1-32.
- Wilkerson R. C. & Peyton E. L. (1990). Standardized nomenclature for the costal wing spots of the genus *Anopheles* and other spotted-wing mosquitoes (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.*, **27**:207-224.
- Wilkerson R. C., Strickman D. & Litwak T. (1990). Illustrated key to the female anopheline mosquitoes of Central America and Mexico. *J. Am. Mosq. Cont. Assoc.*, **6**:7-34.
- Zimmerman R. H. (1992). Ecology of malaria vectors in the Americas and future direction. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.*, **87**:371-383.
-