

## 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.

Jesús Berti Moser<sup>1</sup>, Alfredo Gutiérrez<sup>2</sup> y Robert H. Zimmerman<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Altos Estudios de Salud Pública "Dr. Arnoldo Gabaldón". Maracay, Venezuela.

<sup>2</sup>Instituto de Medicina Tropical "Dr. Pedro Kouri". La Habana, Cuba.

<sup>3</sup>Organización Panamericana de la Salud. Brasilia, Brasil.

### Resumen

Berti J, Gutiérrez A, Zimmerman R. 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(2):79-84.

Se realizaron muestreos en criaderos de mosquitos del área costera de Santa Fe en el estado Sucre, Venezuela, tanto en la época seca como en la temporada lluviosa, entre noviembre de 1997 y diciembre de 1998. Los sitios de muestreo fueron clasificados *a priori* en cinco tipos de hábitats larvarios. En cada criadero se tomaron cincuenta muestras con un cucharón para coleccionar larvas de los vectores de malaria *Anopheles aquasalis* Curry y *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald. Simultáneamente al muestreo de larvas se midieron cuatro variables químicas del agua: pH, salinidad, alcalinidad y oxígeno disuelto. Las relaciones entre estas variables químicas, el tipo de hábitat y la presencia de larvas, particularmente *An. aquasalis* y *An. pseudopunctipennis*, se establecieron mediante el método multivariado de Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) y el análisis de correlación simple de Spearman (Spearman rank correlations). Los resultados del análisis de Correspondencia Canónica revelaron la presencia de relaciones estadísticamente significativas entre las dos especies señaladas, algunas de las variables químicas del agua y algunos tipos de hábitat. En ambas épocas, la presencia de larvas de *An. aquasalis* se correlacionó positivamente con la alcalinidad y la salinidad del agua, pero en la época seca, se presentó una correlación negativa con el contenido de oxígeno disuelto. En ambas épocas, la presencia de larvas de esta especie también se correlacionó positivamente al hábitat "manglar". Por otro lado, la presencia de larvas de *An. pseudopunctipennis* en la época seca, se correlacionó positivamente al pH del agua y al hábitat "orilla de río" y negativamente a la salinidad. En la temporada lluviosa el desbordamiento de ríos y quebradas, causó la eliminación del microhábitat larvario (algas verdes en el margen del río) típico de *An. pseudopunctipennis*, por lo que durante esta época las larvas raramente fueron colectadas.

Palabras clave adicionales: Alcalinidad, factores químicos, larvas, Malaria, oxígeno disuelto, pH, salinidad, vectores.

### Abstract

Berti J, Gutiérrez A, Zimmerman R. 2004. Relationships between habitat categories, some chemical factors and presence of *Anopheles aquasalis* Curry and *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald larvae in coastal areas of Sucre State, Venezuela. Entomotropica 19(2):79-84.

Field surveys of mosquito larval breeding sites in coastal areas of Santa Fe county, Sucre State, in Venezuela were carried out in the dry and wet seasons of 1997-1998. The sites were *a priori* classified into five larval habitat categories. At each site, larvae samples (50 dips made for mosquito larvae) of the two malaria vectors *An. aquasalis* Curry and *An. pseudopunctipennis* Theobald were taken. Simultaneously with mosquito larvae sampling, four selected chemical variables of water were measured: alkalinity, salinity, dissolved oxygen and pH. Relationships among chemical factors of water and the presence of the mosquito larvae, in particular *An. aquasalis* and *An. pseudopunctipennis* were investigated using the multivariate Canonical Correspondence Analysis (CCA) and standard nonparametric correlations (Spearman rank correlations). Results of the canonical correspondence analysis for the dry and wet seasons revealed significant dependence of mosquito larval presence on some chemical factors and some habitat categories. The presence of *An. aquasalis* larvae in both seasons, was positively correlated with water alkalinity and salinity, and negatively associated with dissolved oxygen in the dry season. In the wet and the dry seasons, the presence of *An. aquasalis* was positively correlated with the habitat category "mangrove". On the other hand, the dry season's results indicate that the presence of *An. pseudopunctipennis* larvae was positively correlated with the habitat category "river pools". In the same season, the presence of *An. pseudopunctipennis* larvae was positively associated with water pH and negatively associated with water salinity. During the wet season, flooding eliminated typical *An. pseudopunctipennis* microhabitats (green algae in river pools), and larvae were rarely encountered.

Additional key words: Alkalinity, chemical factors, dissolved oxygen, larvae, Malaria, pH, salinity, vectors.

### Introducción

*Anopheles aquasalis* Curry, es el principal vector de la malaria en el estado Sucre, Venezuela y es considerado

como el responsable de la reaparición de esta enfermedad en ese estado (Berti et al. 1993b); su control está basado en la aplicación de insecticidas contra la fase adulta.

Al respecto, su comportamiento altamente exofílico y exofágico, hace muy poco eficiente el uso de insecticidas de efecto residual dentro de las viviendas (Berti et al. 1993b; Zimmerman & Berti 1994). Este comportamiento y la presencia de resistencia a insecticidas, junto con otras variables ambientales, contribuyó al mantenimiento de la transmisión y la dispersión de la enfermedad en la mayor parte del estado (Berti et al. 1993a, 1993b; Zimmerman & Berti 1994). Asimismo, *An. pseudopunctipennis* Theobald, es considerado como el vector secundario de la malaria en el mismo estado (Zimmerman & Berti 1994). En el año 1990, se realizó un estudio ecológico sobre su abundancia y fluctuación estacional en dos ríos de Santa Fe (Berti et al. 1998). Actualmente el estudio y monitoreo del hábitat larvario de estos vectores es realizado mediante sistemas de información geográfica, con el objetivo de producir mapas ecológicos a ser usados en actividades de evaluación de los programas de control; tales mapas han sido desarrollados en numerosos países, tanto de la costa del mar Mediterráneo (Gabinaud 1987), como también en la región costera de Venezuela en el Mar Caribe (Barrera et al. 1998, 1999). Asimismo, varios autores han señalado la importancia de la ecología de vectores como componente básico de cualquier programa de control larvario de la malaria (Hess 1984; Laird 1988; Slooff 1987). Al respecto, en nuestro país, Zimmerman & Berti (1994), aplicaron con éxito un programa piloto de manejo integrado de vectores de malaria, en el cual se demostró que el control larvario requiere de mucha información básica sobre la Ecología de vectores. En ese estudio también se demostró que el control larvario puede ser el principal componente dentro del programa de manejo integrado; sin embargo, es necesario conocer previamente la distribución espacial y temporal del vector y sus interrelaciones con los múltiples factores (bióticos y abióticos) del hábitat, que determinan su presencia y “preferencia” (s) por un determinado (s) tipo (s) de ambiente (s). El objetivo del presente estudio fue determinar algunas relaciones estadísticas entre la presencia de estas especies de anofelinos y algunas variables químicas del hábitat larvario (criadero) según la época del año (épocas seca y lluviosa); y asimismo intentar establecer correlaciones positivas o negativas entre algún tipo particular de hábitat y la presencia de estas especies en el área de estudio del municipio Santa Fe.

### Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en la región norte costera del municipio Santa Fe (10° 17' N; 64° 24' W) estado Sucre, Venezuela. Una descripción más completa del área de estudio fue mencionada en los trabajos previos de Berti et al. (1993 a, b), Barrera et al. (1998, 1999) y Zimmerman & Berti (1994). Santa Fe es una zona litoral situada en un pequeño valle de la Cordillera de la Costa

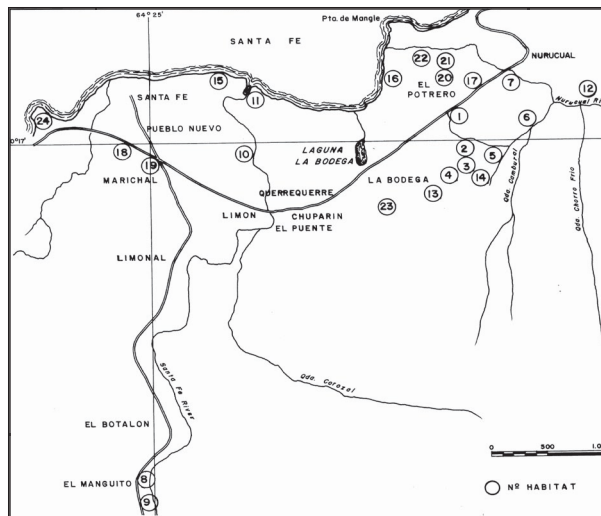


FIGURA 1. Ubicación de los diferentes sitios seleccionados por cada hábitat larvario visitado en Santa Fe, estado Sucre durante las temporadas seca (Noviembre 1997-Abril 1998) y lluviosa (Mayo 1998-Diciembre 1998).

Oriental. Dos grandes ríos (Santa Fe y Nurucual) y algunas quebradas descienden de la cordillera atravesando el valle para desembocar por el Golfo de Santa Fe en el Mar Caribe (Figura 1). Según la pluviosidad, el año puede ser dividido en una temporada lluviosa (mayo-noviembre) y otra seca (diciembre-abril). En esta región, el muestreo de larvas de anofelinos se realizó durante trece meses del período comprendido entre noviembre de 1997 y diciembre de 1998. Fueron visitados 24 criaderos de larvas de anofelinos (Figura 1). Los criaderos estudiados fueron previamente identificados y caracterizados en un estudio anterior (Berti et al. 1993 a). Mensualmente se tomaron al azar con ayuda de un cucharón estándar (“estándar mosquito dipper”) 50 muestras de agua en cada sitio seleccionado, donde además de coleccionar larvas, se usó un equipo portátil (LaMotte Chemical portable kit) para determinar algunas variables químicas del agua: pH, salinidad, alcalinidad y oxígeno disuelto. Los sitios de cría fueron clasificados *a priori* en cinco categorías: 1) Charcos, 2) Canales o acequias, 3) Orillas de ríos, 4) Manantiales, y 5) Manglares (Figura 1; Cuadro 1). Las larvas provenientes de cada sitio positivo fueron llevadas al laboratorio para su identificación según la clave de Navarro (1996). La época del muestreo fue dividida en: a) Época seca (noviembre-abril) y b) Época de lluvia (mayo-diciembre). En ambas épocas del año se intentó volver cada mes al hábitat muestreado previamente; sin embargo, esto no siempre fue posible, ya que algunos de estos se secaron completamente durante la época seca y otros se volvieron inaccesibles o desaparecieron a causa de la crecida de algunos ríos y quebradas en la época de lluvia. En el Cuadro 1, aparece la frecuencia de visitas a cada sitio por época del año. Las relaciones estadísticas

CUADRO 1. Tipos de hábitat explorados y número de visitas realizadas a cada sitio seleccionado por hábitat larvario, tanto en la época seca (noviembre 1997-abril 1998) como en la lluviosa (mayo 1998-diciembre 1998).

Tipos de hábitat	Sitio (números)	Época seca	Época de lluvia
Charcos Temporales	18, 19, 20, 21, 22	0	5
Canales de Riego	1, 5, 17	4	3
Orillas de río	7, 8, 9, 10, 11, 12	6	0
Manantiales	2, 3, 4, 6, 13, 14, 23	6	6
Manglares	15, 16, 24	4	4
Total		20	18

entre variables químicas, tipos de hábitat y la presencia de especies del género *Anopheles*, fueron determinadas mediante el método multivariado de Correspondencia Canónica (Ter Braak 1987); pero también se establecieron algunas correlaciones o relaciones entre las variables químicas (pH, salinidad, alcalinidad y oxígeno disuelto) y la presencia de estas especies, mediante análisis de correlación simple no paramétricos (Spearman rank correlations), usando el programa Statistica. En la temporada lluviosa, el desbordamiento de ríos y quebradas causó la eliminación del microhábitat típico (algas verdes en las orillas) de larvas de *An. pseudopunctipennis*; por lo que en esta época, no fue posible hacer el análisis de correlación respectivo.

## Resultados y Discusión

La abundancia estacional de ambas especies (Figuras 4 y 5), coincide con resultados anteriores en la misma región del estado Sucre (Berti et al. 1993 a; Berti et al. 1998); al respecto, en su fase larvaria, *An. aquasalis* fue mucho más abundante en la época lluviosa, principalmente en charcos (Figuras 4 y 5); por el contrario, *An. pseudopunctipennis* presentó la mayor densidad larvaria en la época seca, pero sobre todo en ríos (Figuras 4 y 5).

Los resultados del análisis de Correspondencia Canónica se presentan en las figuras 2 y 3. Según los mismos, la presencia de larvas de *An. aquasalis* se correlacionó positivamente con el hábitat “manglar” tanto en época seca como en época lluviosa (Fig. 2 y 3); es decir, que las larvas de esta especie fueron colectadas con más frecuencia en este hábitat; asimismo la presencia de esta especie se correlacionó positivamente con la salinidad y la alcalinidad en ambas épocas del año (Figuras 2 y 3); pero en la época lluviosa, se correlacionó negativamente con el contenido de oxígeno disuelto (Figura 2). Estos resultados apoyan los encontrados por Grillet et al. (1998), en cuanto a la existencia de correlación positiva significativa entre la presencia de larvas de *An. aquasalis*, el hábitat “manglar” y la salinidad. Estos mismos autores encontraron una correlación positiva significativa entre la presencia de esta

especie y la presencia del mangle *Avicennia germinans* (L.), lo cual no pudo ser corroborado en nuestro estudio por no disponer de muestras de plantas acuáticas.

En cuanto a la presencia de larvas de *An. pseudopunctipennis* en la época seca, esta se correlacionó positivamente al hábitat “orilla de río” y al pH del agua; asimismo en esta época, la presencia de la especie se correlacionó negativamente con la salinidad del agua (Fig. 3). En la temporada lluviosa, esta especie prácticamente desaparece y raramente fue colectada (Figuras 4 y 5); esto debido al aumento del caudal y al desbordamiento de ríos y quebradas, lo que causó la eliminación de las algas verdes, donde comúnmente se colectaron las larvas. En Venezuela, no existen trabajos similares sobre larvas de *An. pseudopunctipennis*. Sin embargo, en Chiapas, México, en época de sequía, esta especie se encontró asociada positivamente con las orillas de ríos, las algas verdes filamentosas (*Spirogyra* y *Cladophora*), la altitud y la concentración de nitratos del agua (Rejmánková et al. 1991). Asimismo, según los mismos autores, en época de sequía, la especie presentó una correlación negativa con la conductividad, la turbidez, la profundidad del criadero y la salinidad; lo que coincide con nuestros resultados en relación a la salinidad. Estos autores también señalaron que *An. pseudopunctipennis* raramente fue colectada durante la temporada lluviosa, debido a su fuerte asociación con algas verdes presentes a orillas de los ríos y quebradas, las cuales fueron “lavadas” al crecer el caudal de los mismos (Rejmánková et al. 1991), lo cual también fue corroborado por nosotros en el presente estudio. En Venezuela Berti et al (1998), observaron presencia de algas del género *Spirogyra*, en la mayoría de los sitios positivos a larvas de *An. pseudopunctipennis*. Asimismo, Barrera et al. (1998) también encontraron esta especie asociada a ríos con presencia de algas verdes. Según Savaje et al. (1990), la vegetación del criadero es un factor determinante para la presencia o ausencia de las larvas de anofelinos. Este aspecto fue corroborado en México (Rejmánková et al. 1992; Rodríguez et al. 1993), donde la presencia de larvas de *Anopheles albimanus* W, se encontró asociada positivamente a las plantas de los géneros: *Cynodon* y

CUADRO 2. Coeficiente R de Spearman para las correlaciones entre la presencia de larvas de *Anopheles aquasalis* y algunas variables químicas del hábitat, incluyendo todos los criaderos visitados en ambas épocas del año, entre noviembre de 1997 y diciembre de 1998 (épocas seca y lluviosa) en Santa Fe, estado Sucre.

Pares de variables	Coeficiente R*	t (N-2)**	p-nivel
Alcalinidad vs larvas	0,539935*	7,64512	0,000000
Oxígeno vs larvas	- 0,428194*	- 5,64633	0,000000
Salinidad vs larvas	0,277935	3,44883	0,000744
pH vs larvas	0,231346	2,83368	0,005272

\* R de Spearman (alcalinidad y oxígeno disuelto fueron significativas).  
\*\* N = 165

Cuadro 4: Coeficiente R de Spearman para las correlaciones entre la presencia de larvas de *Anopheles pseudopunctipennis* y algunas variables químicas del hábitat, incluyendo todos los criaderos visitados en ambas épocas del año, entre noviembre de 1997 y diciembre de 1998 (épocas seca y lluviosa) en Santa Fe, estado Sucre.

Pares de variables	Coeficiente R *	t (N-2) **	p-nivel
Alcalinidad vs larvas	0,329141	4,15367	0,000056
Oxígeno vs larvas	-0,118001	-1,41604	0,158953
pH vs larvas	0,042051	0,50153	0,616772
Salinidad vs larvas	0,040904	0,48783	0,626422

\* R de Spearman (ninguna fue significativa). \*\* N = 165

*Echinocloa*, y negativamente asociada a las plantas de los géneros *Rhizophora* y *Salvinia* (Rejmánková et al. 1992; Rodríguez et al. 1993). En nuestro trabajo en Santa Fe, no fue posible el muestreo de plantas acuáticas presentes en los criaderos; sin embargo, este aspecto deberá ser considerado en futuros estudios sobre el hábitat de estos anofelinos.

Los datos también fueron analizados mediante un método no paramétrico de correlación simple (Spearman rank correlations); lo que permitió corroborar algunos resultados del análisis de correspondencia canónica entre las variables químicas y la presencia *An. aquasalis* y *An. pseudopunctipennis*; de esta manera las cuatro variables químicas fueron comparadas por “pares” (una por una) con la presencia de larvas de ambas especies, sin discriminar por tipos de hábitat (Cuadros 2, 3, 4 y 5). Según este análisis, la presencia de larvas de *An. aquasalis* en ambas épocas del año, se correlacionó positivamente con la

CUADRO 3. Coeficiente R de Spearman para las correlaciones entre la presencia de larvas de *Anopheles aquasalis* y algunas variables químicas del hábitat, incluyendo todos los criaderos visitados durante la época lluviosa (mayo de 1998-diciembre de 1998) en Santa Fe, estado Sucre.

Pares de variables	Coeficiente R*	T (N-2)**	p-nivel
Alcalinidad vs larvas	0,634542*	5,97686	0,000000
Oxígeno vs larvas	-0,491097*	-4,10426	0,000141
pH vs larvas	0,332081	2,56303	0,013251
Salinidad vs larvas	0,284707	2,16218	0,035138

\* R de Spearman (alcalinidad y oxígeno disuelto fueron significativas).  
\*\* N = 75

Cuadro 5: Coeficiente R de Spearman para las correlaciones entre la presencia de larvas de *Anopheles pseudopunctipennis* y algunas variables químicas del hábitat, incluyendo todos los criaderos visitados durante la época seca (noviembre de 1997-abril de 1998) en Santa Fe, estado Sucre.

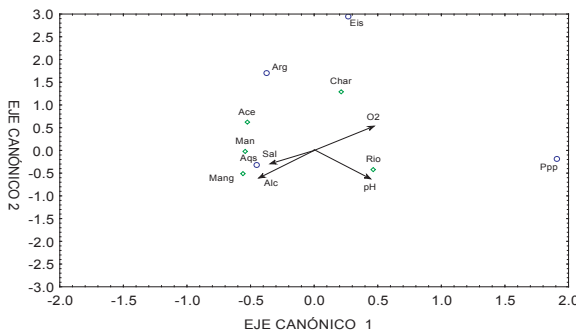
Pares de variables	Coeficiente R *	t (N-2) **	p-nivel
pH vs larvas	0,449392*	4,69214	0,000010
Salinidad vs larvas	-0,124523	-1,17059	0,244961
Oxígeno vs larvas	0,100845	0,94544	0,347052
Alcalinidad vs larvas	0,040985	0,38260	0,702949

\* R de Spearman (solo pH fue significativa). \*\* N = 90

alcalinidad y negativamente con la cantidad de oxígeno disuelto (Cuadro 2), pero no hubo ninguna relación con las otras variables; igual resultado se presentó con esta especie durante la época de lluvia (Cuadro 3). Por otro lado, la presencia de larvas de *An. pseudopunctipennis* se correlacionó positivamente con el pH del agua, pero solamente en la época seca (Cuadro 5), aquí tampoco se presentó ninguna relación con las otras variables químicas (Cuadros 4 y 5).

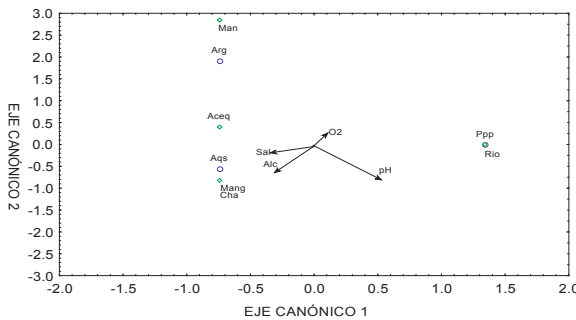
Las otras dos especies colectadas en el estudio: *Anopheles eiseni* y *Anophles argyritarsis*, no presentaron ningún tipo de relación estadística con las variables químicas estudiadas, pero sí con el tipo de hábitat (Figura 3); ambas especies fueron bastante escasas durante todo el período de muestreo, incluso *An. eiseni* solo fue colectada durante la época de lluvias en un manantial. Por su parte, *An. argyritarsis* se colectó en ambas épocas (Figuras 2 y 3) y fue un poco más abundante, pero solamente se

Figura 2: Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencia canónica entre tipos de hábitat, las variables químicas del hábitat y especies presentes en la época de Il lluvia en el municipio Santa Fe, estado Sucre.



Leyenda: Aqs = *An. aquasalis*; Arg = *An. argyritarsis*; Ppp = *An. pseudopunctipennis*; Eis = *An. eiseni*; Aceq = canal, acequia; Char = charco; Man = manantial; Mang = manglar; Río = Río; Sal = Salinidad; Alc = Alcalinidad; O2 = oxígeno disuelto; pH = pH.

FIGURA 3. Representación gráfica de los resultados del análisis de correspondencia canónica entre tipos de hábitat, las variables químicas del hábitat y especies presentes en la época de Il sequía en el municipio Santa Fe, estado Sucre.



Leyenda: Aqs = *An. aquasalis*; Arg = *An. argyritarsis*; Ppp = *An. pseudopunctipennis*; Aceq = canal, acequia; Char = charco; Man = manantial; Mang = manglar; Río = Río; Sal = Salinidad; Alc = Alcalinidad; O2 = oxígeno disuelto; pH = pH.

correlacionó con los manantiales, en la época seca (Figura 3).

En Venezuela, salvo el trabajo de Grillet et al. (1998), este aspecto sobre la Ecología de vectores de la malaria ha sido muy poco estudiado. En consecuencia, se hace necesario incorporar estos factores ecológicos a los estudios de campo sobre anofelinos. En los trabajos futuros es importante incluir la mayor cantidad posible de variables (bióticas y abióticas) del hábitat; así como también el mayor número posible de criaderos potenciales de mosquitos vectores.

Figura 4: Abundancia (larvas/50 muestras) de *An. aquasalis* y *An. pseudopunctipennis* por mes, incluyendo todos los tipos de hábitat visitados (entre Noviembre de 1997 y Diciembre de 1998).

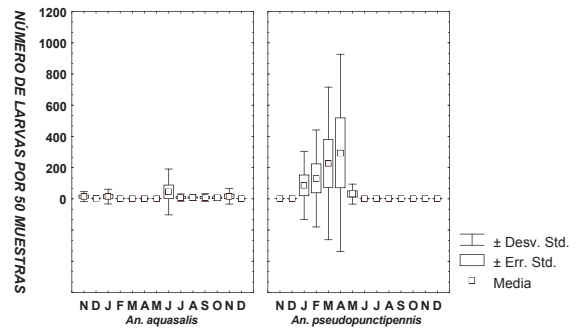
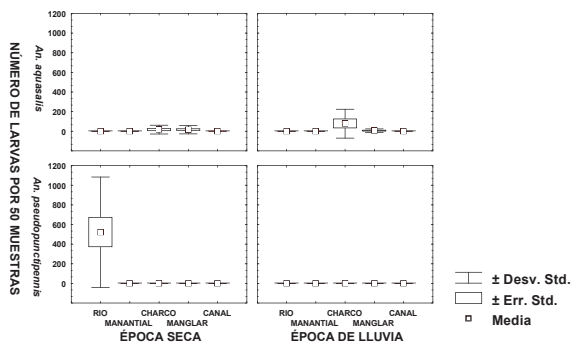


Figura 5: Abundancia (larvas/50 muestras) de *An. aquasalis* y *An. pseudopunctipennis* por cada tipo de hábitat visitado, en ambas épocas del año (Seca: noviembre de 1997-abril de 1998; y lluviosa: mayo de 1998-diciembre de 1998).



## Referencias

BERTI J, ZIMMERMAN R, AMARISTA J. 1993 a. Spatial and temporal distribution of anopheline larvae in two malarial areas of Sucre State, Venezuela. Mem Inst Oswaldo Cruz 88 (3): 353-362.

BERTI J, ZIMMERMAN R, AMARISTA J. 1993 b. Adult abundance, biting behavior and parity of *Anopheles aquasalis* Curry, 1932 in two malarial areas of Sucre State, Venezuela. Mem Inst Oswaldo Cruz 88 (3): 363-369.

BERTI J, GONZÁLEZ J, VANEGAS C, GUZMÁN H, AMARISTA J. 1998. Fluctuaciones estacionales de la densidad larvaria de *Anopheles pseudopunctipennis* en dos ríos de Santa Fe, estado Sucre, Venezuela. Bol Entomol Venez 13 (1): 1-15.

BARRERA R, GRILLET M, RANGEL Y, BERTI J, ACHÉ A. 1998. Estudio Eco-epidemiológico de la reintroducción de la malaria en el nororiente de Venezuela mediante el uso de sistemas de información geográfica y sensores remotos. Bol Dir Malariol San Amb 38 (1): 14-30.

BARRERA R, GRILLET M, RANGEL Y, BERTI J, ACHÉ A. 1999. Temporal and spatial patterns of malaria reinfection in

- northeastern of Venezuela. *Am J Trop Med Hyg* 61 (5): 784-790.
- GABINAUD, A. 1987. Ecological mapping to support mosquito control on the French Mediterranean coast. *Parasitology Today* 3: 317-320.
- GRILLET M, 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 (1): 38-46.
- HESS, A. 1984. Ecological management of malaria vectors. *Bull Soc Vector Ecol* 8: 23-26.
- LAIRD, M. 1988. Larval Mosquito Habitats. Academic Press. London, England. 443 pp.
- NAVARRO J.C. 1996. Actualización de la tribu *Anophelini* de Venezuela, con una nueva clave para la identificación de larvas. *Bol Dir Malariol San Amb* 36 (2): 25-43.
- REJMÁNKOVÁ E, SAVAGE H, REJMANEK M, ROBERTS D, & ARREDONDO-JIMENEZ J. 1991. Multivariate analysis of relationships between habitats, environmental factors and occurrence of mosquito larvae *Anopheles albimanus* and *An. pseudopunctipennis* in Chiapas, Mexico. *J Appli Ecol* 28: 827-841.
- REJMÁNKOVÁ E, SAVAGE H, RODRÍGUEZ M, ROBERTS D, REJMANEK M. 1992. Aquatic vegetation as basis for classification of *Anopheles albimanus* larval habitats. *Environ Entomol* 21: 598-603.
- RODRÍGUEZ D, RODRÍGUEZ M, MEZA R, HERNÁNDEZ J, REJMÁNKOVÁ E, SAVAGE H, ROBERTS D, POPE K, LEGTERS L. 1993. Dynamics of populations densities and vegetation associations of *Anopheles albimanus* larvae in coastal areas of Chiapas State, Mexico. *J Amer Mosq Control Assoc* 9 (1): 47-57
- SAVAGE H, REJMÁNKOVÁ E, ARREDONDO-JIMENEZ J, ROBERTS D, RODRÍGUEZ 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 (4): 612-620.
- TER BRAAK C.J. 1987. The analysis of vegetation: environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetario* 69: 69-77.
- SLOOFF, 1987. The control of malaria in the context of the health for all by year 2000 global strategy. *J Amer Mosq Control Assoc* 3: 551-555.
- ZIMMERMAN R, BERTI J. 1994. The importance of integral control of malaria for the preservation of wetlands in Latin America. In: *Global Wetlands: Old World and New*. Edited by W.S. Witson. Ohio State University. Elsevier Science. pp. 797-803.