

Distribución espacial de *Anopheles pseudopunctipennis* en las Yungas de Salta, Argentina

Spatial distribution of *Anopheles pseudopunctipennis* in the Yungas de Salta rainforest, Argentina

María Julia Dantur Juri^a, Mario Zaidenberg^b y Walter Almirón^c

^aInstituto Superior de Entomología "Dr. Abraham Willink". Facultad de Ciencias Naturales. Tucumán, Argentina. ^bMinisterio de Salud de la Nación. Salta, Argentina. ^cCentro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina

Descriptores

Anopheles pseudopunctipennis.
Distribución espacial. Paludismo.

Resumen

Objetivo

Comparar la abundancia de *Anopheles pseudopunctipennis*, y otros anofelinos, en tres zonas silvestres y modificadas por el hombre, a fin de verificar en qué medida tales diferencias ambientales afectan la distribución espacial de estos mosquitos.

Métodos

Se realizaron muestreos mensuales (diciembre de 2001 a diciembre de 2002), con trampas de luz CDC con CO₂, en cada sitio de muestreo (selva, borde de selva y peridomicilio). En el peridomicilio, además, dos operadores aspiraron mosquitos posados sobre las paredes. Se estimaron índices de diversidad y abundancia de especies, y se intentó caracterizar a los ambientes estudiados mediante ANOVA, cálculo de cosenos y análisis de agrupamientos.

Resultados

Anopheles pseudopunctipennis fue la especie más abundante. Se colectaron también *An. argyritarsis*, *An. nuneztovari*, *An. rangeli* y *An. strodei*. Excepto *An. nuneztovari* que no se capturó en el peridomicilio, las demás se colectaron en los tres ambientes. No hubo diferencias en los índices de diversidad, ni tampoco entre los ambientes estudiados; sin embargo, el análisis de agrupamiento separó el borde de la selva, donde todas las especies fueron más abundantes en general.

Conclusiones

El borde de la selva fue el ambiente que presentó la mayor abundancia, representando, además del peridomicilio, un ambiente de alto riesgo para la transmisión del paludismo.

Keywords

Anopheles pseudopunctipennis.
Spatial distribution. Malaria.

Abstract

Objective

To compare the abundance of *Anopheles pseudopunctipennis* and other anopheline mosquitoes in three different wild areas, modified by human activities, and to verify how environmental differences affect the spatial distribution of these mosquitoes.

Correspondencia para/ Correspondence to:
Walter Almirón
Centro Investigaciones Entomológicas Córdoba
Universidad Nacional de Córdoba
Av. Vélez Sarsfield, 299 (X5000JJC)
Córdoba, Argentina
E-mail: ralmiron@efn.uncor.edu

*Subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (FONCYT) PICT 01-04347, Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (CIUNT) y Control Nacional de Vectores del Ministerio de Salud de la Nación.
Recibido en 29/10/2003. Reapresentado en 26/8/2004. Aprobado en 14/2/2005.

Methods

Samples were collected monthly from December 2001 to December 2002 in Yungas de Salta, Argentina. CO₂-baited CDC light traps were placed at each sample site (forest, transition area and peridomestic area). In the peridomestic area, two agents also suctioned mosquitoes from house walls. Species diversity and abundance indices were estimated and the study sample sites were compared by ANOVA, cosine calculations and cluster analyses.

Results

Anopheles pseudopunctipennis was the most abundant species. *An. argyritarsis*, *An. nuneztovari*, *An. rangeli* and *An. strodei* were also collected. Except for *An. nuneztovari* that was not captured in the peridomestic area, the other species were collected in the three different environments. There were no differences in the diversity indices and between sample sites. However, the cluster analysis showed the transition area to be more abundant for all species.

Conclusions

The highest abundance of species was found in the transition area, which, besides the peridomestic area, is the main area of risk for malarial transmission.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre aspectos ecológicos de mosquitos vectores en el noroeste argentino son escasas, particularmente las relativas al paludismo. Sin embargo, dichas investigaciones son relevantes al momento de considerar la íntima relación existente entre dichos aspectos y la aparición de enfermos palúdicos.

Las campañas de control realizadas en las zonas palúdicas de la Argentina, permitieron erradicar la enfermedad en un 96% de dichas zonas, aunque siguen produciéndose casos principalmente en el sector noroeste (Salta y Jujuy), incriminándose a *Anopheles (Anopheles) pseudopunctipennis* en la transmisión.^{2,7} En El Oculito (Departamento Orán, Salta, Argentina), donde se realizó el presente estudio, hubo un registro continuo de enfermos palúdicos entre 1993 y 1997. Actualmente, si bien no se registran casos en esta localidad, el vector continúa presente.

Hasta la fecha, en las Yungas del noroeste argentino sólo se ha incriminado a *An. pseudopunctipennis* como vector del paludismo. Si bien se conoce la distribución del vector en esa zona, es muy probable que la misma se haya modificado a través del tiempo, ya sea por alteraciones antrópicas del ambiente como por las campañas de control vectorial realizadas. La aplicación de DDT intradomesticaria llevada a cabo hace 50-60 años atrás, redujo considerablemente el número de casos de paludismo pero el vector no fue eliminado (Bejarano,¹ 1956).

A partir de los cambios que el hombre ha introducido en la zona, surge la necesidad de confirmar cuáles son las especies de mosquitos presentes y su abun-

dancia en los diferentes ambientes ecológicos, tratando de observar si existe un grado de antropización por parte de las especies silvestres al aumentar el contacto con el hombre (Povolny,⁹ 1971; Guimarães et al,^{3,4} 2000, 2001), es determinar si las especies encontradas pueden ser clasificadas como sinantrópicas, una vez que alguna de ellas mantiene mayor asociación con el ambiente antrópico. Por lo tanto, resulta importante establecer en qué medida la acción del hombre pudo haber modificado la distribución y características biológicas de *An. pseudopunctipennis*, así como de otros anofelinos.

El objetivo del presente trabajo fue comparar la abundancia de *An. pseudopunctipennis*, y otros anofelinos, en tres ambientes diferentes (selva, borde de selva y peridomicilio), es decir, zonas silvestres y modificados por el hombre, a fin de verificar en qué medida tales diferencias ambientales afectan la distribución espacial de estos mosquitos.

MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la localidad El Oculito (Departamento Orán, Provincia de Salta, Argentina), en el área correspondiente al fondo del valle, surcada de oeste a este por el río Blanco (Figura 1). El clima de la zona es cálido y húmedo, registrándose en el período noviembre-abril las máximas precipitaciones anuales y mayores temperaturas. Fisiográficamente corresponde a la cuenca hidrográfica de montaña (550-650 m.s.n.m.), con vegetación selvática denominada Yungas. La población comprende a 73 personas estables que habitan unas pocas viviendas ubicadas cerca del río Blanco, y se dedica principalmente a la producción agrícola, cultivo de cítricos, cría de ganado porcino y deforestación.

Los muestreos fueron realizados mensualmente desde diciembre de 2001 a diciembre de 2002, utilizando trampas de luz CDC con CO_2 en tres ambientes diferentes (selva, borde de selva y peridomicilio). Por cada sitio de muestreo y captura se utilizaron dos trampas, las cuales permanecieron activas entre las 16h30 y 22h. Las trampas se ubicaron a una distancia no inferior a 200 m entre sí, en cada ambiente.

En el ambiente selvático la vegetación era cerrada, con gran cantidad de árboles superiores a 25 m de altura, renovales arbóreos y escasa cantidad de lianas; la cobertura en dosel varió entre 90-100% y la cobertura herbácea entre 60-80%. En el borde de la selva, donde se interrumpió este ambiente por la actividad antrópica, la vegetación se caracterizaba por presentar pocos árboles superiores a 25 m y una moderada cantidad de renovales arbóreos y lianas; la cobertura en dosel varió desde el 85% hasta el 100% y la cobertura herbácea del 40% al 70%; la selva se deforestó para abrir paso a zonas de cultivo como el maíz. El peridomicilio presentaba vegetación original remanente con muy pocos árboles y ausencia de renovales.

Para representar el ambiente de selva, las trampas se ubicaron a una distancia no inferior a 200 m desde el borde hacia el interior de dicho ambiente. En el borde de la selva, se consideraron dos lugares colocando las trampas a 50 m de una plantación de maíz, y a 20 m de un arroyo de cauce medio a bajo (con marcada estacionalidad), caracterizado por una pendiente marcada, árboles de hasta 25 m, pocos renovales y pocas lianas; la cobertura en dosel varió entre 70-80% y la cobertura herbácea entre 40-50%.

En el peridomicilio, las trampas se colocaron a una distancia no mayor de los 200 m con respecto a las viviendas. Además, en este ambiente dos operadores también realizaron capturas de mosquitos que estaban posados en las paredes externas de dos viviendas, con aspirador por espacio de 1h cada operador y durante cada muestreo.*

Se correlacionó el número de mosquitos colectados a lo largo de todo el período de muestreo, con las trampas de luz y el aspirador en el peridomicilio, a fin de verificar si la cantidad de individuos de cada especie, capturados con ambos métodos, guardaba relación.

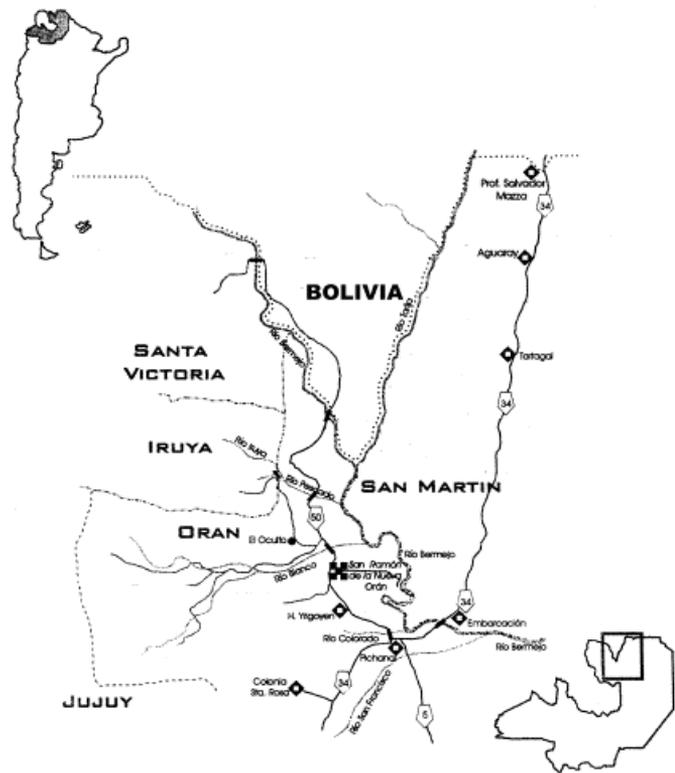


Figura 1- Localización de la zona de muestreo (Provincia de Salta, Argentina).

A partir del número de mosquitos capturados, de cada especie y en cada ambiente estudiado, se obtuvieron los índices de diversidad de Margalef y Shannon-Weaver (Pérez-López & Sola-Fernández,** 1993; Service,¹⁰ 1993).

Para comparar la abundancia de las distintas especies colectadas en los tres ambientes estudiados, se estimó el Índice de Abundancia de Especies ($IAE = a + R_j/K$) de acuerdo a Roberts & Hsi⁸ (1979). Para ello, los datos se ordenaron en una tabla de doble entrada, asentando en las filas a las especies y en las columnas los sitios de muestreo. Se estableció el rango para cada especie, para cada sitio de muestreo, asignando el número 1 a la especie con más individuos colectados, el 2 a la que siguió en orden de abundancia y así sucesivamente. El valor a se obtuvo multiplicando, para cada especie, el número de celdas vacías en la tabla por C . Para obtener el valor C se sumó 1 al mayor rango asignado, considerando todos los sitios. El valor R_j se obtuvo sumando los rangos para cada especie en todos los sitios y K es el número total de sitios de muestreo. Se estimó el IAE estandarizado $= C \cdot IAE / C - 1$, de este modo los índices varían entre 0 y 1, correspondiendo el valor 1 a la especie más abundante.

*El material colectado quedó depositado en la colección Instituto-Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán, Argentina.

**Pérez-López FJ, Sola-Fernández FM. DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad. (programa informático en línea). Disponible en URL: <http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm> [4 sept 2003]

Mediante ANOVA se comparó el número de mosquitos, de cada especie, colectados en los tres ambientes muestreados. Para analizar la semejanza entre ambientes, se consideró a cada especie como una característica y a su frecuencia como la medida de la misma. Cada ambiente se representó como un vector cuyas componentes fueron las frecuencias registradas para cada especie, es decir, se consideró a las observaciones (ambientes) en el espacio de las variables. Al comparar dos ambientes (vectores), si el ángulo que forman los vectores es cercano a 0° se considera que los mismos son similares, en cambio si el ángulo entre ellos es cercano a 90° debe interpretarse que los ambientes son significativamente diferentes. Un paso algebraico previo a determinar el ángulo entre los vectores consiste en determinar el coseno de dicho ángulo, el que varía entre -1 y 1. Se demuestra que el coseno de dicho ángulo es el coeficiente de correlación de Pearson cuando se consideran a las variables como vectores en el espacio de las observaciones. (Johnson & Wichern,⁵ 1998). Por lo tanto, el coseno del ángulo determinado entre dos ambientes (considerados como vectores) constituye una medida de la semejanza entre ellos.

Además, se realizó un análisis de conglomerados (clusters) para determinar las distancias y forma de agrupamiento entre los tres ambientes estudiados, considerando la frecuencia de los anofelinos registrada mensualmente como variables. Se usó la distancia euclídea promedio y el encadenamiento promedio (Johnson & Wichern,⁵ 1998).

RESULTADOS

Sobre un total de 2.999 ejemplares colectados, el 78% correspondió a *An. pseudopunctipennis*, especie predominante, seguida por *An. strodei* con el 10% (Tabla 1). También se capturó *An. argyritarsis* (4%), *An. rangeli* (0,8 %) y *An. nuneztovari* (0,3%). Sólo el 7% de los mosquitos capturados no pudo ser determinado más que a nivel de subgénero (Tabla 1).

Al considerar los tres ambientes, excepto *An.*

nuneztovari que no se colectó en el peridomicilio, las restantes especies se capturaron en todos ellos. Sin lugar a dudas, el borde de la selva resultó el ambiente más productivo en cuanto a la cantidad de mosquitos colectados (Tabla 1). *Anopheles pseudopunctipennis*, *An. strodei* y *An. argyritarsis* fueron predominante en el borde de la selva, con relación a los otros dos lugares, y el peridomicilio resultó el lugar menos frecuentado por estos mosquitos. *Anopheles rangeli* también fue mas frecuente en el borde de la selva, siendo la selva misma el menos productivo en términos de frecuencia.

La correlación entre el número de mosquitos colectados en el peridomicilio, con ambos métodos de captura, no resultó significativa ($P > 0,05$). Sin embargo, teniendo en cuenta el número total de individuos colectados, el orden de las especies es el mismo de acuerdo a su frecuencia (Tabla 1). No obstante, para los análisis siguientes sólo se consideraron los mosquitos colectados con las trampas de luz.

Los índices de diversidad de Margalef estimados para los tres ambientes fueron de 0,59 (selva), 0,56 (borde de la selva) y 0,62 (peridomicilio), es decir, no habría mayor diferencia entre los ambientes. Los índices de Shannon-Weaver estimados fueron 0,57 (selva), 0,72 (borde de la selva) y 0,29 (peridomicilio), es decir, en este caso, el bajo índice obtenido para el último ambiente refleja la predominancia de *An. pseudopunctipennis* sobre las restantes especies capturadas (Tabla 1).

Anopheles pseudopunctipennis fue la especie más común y abundante en los tres sitios de muestreo (IAE estandarizado =1). Le siguieron en orden *An. strodei* y *An. argyritarsis* (Tabla 2). Los valores estimados para *An. nuneztovari* y *An. rangeli* fueron muy bajos, lo que refleja la poca cantidad de mosquitos colectados de estas especies en los tres sitios de muestreo.

De acuerdo a los análisis de varianza realizados, sólo existiría diferencia significativa para *An. strodei* ($F=3,28$, $gl=2$; 36, $P < 0,05$), siendo la única especie

Tabla 1 - Mosquitos colectados en tres ambientes diferentes de un área palúdica de las Yungas de Salta, desde diciembre de 2001 a diciembre de 2002.

Especie	Tipo de ambiente				Total
	Selva (CDC)	Borde de Selva (CDC)	Peridomicilio CDC	Peridomicilio Aspirador	
<i>An. (Ano.) pseudopunctipennis</i>	687	1.042	121	484	2.334
<i>An. (Ano.) spp.</i>	71	47	1	3	122
<i>An. (Nys.) argyritarsis</i>	31	82	3	13	129
<i>An. (Nys.) nuneztovari</i>	3	6	0	0	9
<i>An. (Nys.) rangeli</i>	2	18	1	4	25
<i>An. (Nys.) strodei</i>	102	181	4	16	303
<i>An. (Nys.) spp.</i>	19	57	0	1	77
Total	915	1.433	130	521	2.999

Tabla 2 - Rango de especies de *Anopheles*, según su abundancia, y valores a, R_j e Índice de Abundancia Específico para cada especie. Yungas de Salta, diciembre de 2001 a diciembre de 2002.

Especie	Rango de especies, por abundancia			a	Valores R_j	IAE	IAE*
	Selva	Borde de Selva	Peridomicilio				
<i>An. (Ano.) pseudopunctipennis</i>	1	1	1	0	3	1	1
<i>An. (Nys.) argyritarsis</i>	3	3	3	0	9	3	0,6
<i>An. (Nys.) nuneztovari</i>	4	5	0	6	9	5	0,2
<i>An. (Nys.) rangeli</i>	5	4	4	0	14	4,6	0,27
<i>An. (Nys.) strodei</i>	2	2	2	0	6	2	0,8

a: Número de celdas sin datos, para cada especie, por C=6 (rango mayor más 1)

R_j : Suma de los rangos, para cada especie, en todos los sitios

IAE: Índice de Abundancia de Especies

*Estandarizado

que mostró un gradiente marcado desde el borde de la selva hasta el peridomicilio (Tabla 1).

Los cosenos de los ángulos determinados entre ambientes, considerados como vectores, estimados como medida de la similitud entre ellos, fueron de 0,93 entre la selva (S) y el borde de la selva (B), 0,96 entre S y peridomicilio (P) y también 0,96 entre B y P. De acuerdo a estos resultados, no habría diferencia entre los tres ambientes estudiados. El análisis de agrupamientos tampoco reveló diferencias entre los tres ambientes, sin embargo, el árbol separó claramente el borde de la selva de los otros dos ambientes, debido a que en él las frecuencias de las especies fueron notablemente mayor (Figura 2).

DISCUSIÓN

Los diferentes ambientes comprendidos en el área de estudio se encuentran insertos en el piso altitudinal correspondiente a la selva pedemontana de las Yungas, siendo este piso el más perturbado por acción antrópica. *Anopheles pseudopunctipennis* se considera la especie más numerosa y relacionada a la transmisión del paludismo en el noroeste argentino, pudiendo encontrarse tanto en ambientes silvestres como antropizados (Mühlens et al,⁶ 1925).

En el presente estudio, *An. pseudopunctipennis* no sólo fue la especie más abundante de los anofelinos colectados, sino que también lo fue en cuanto a las capturas realizadas en el borde de la selva, es decir, el ambiente de transición entre el ambiente silvestre y el modificado. En orden decreciente de frecuencia, el segundo lugar en cuanto a captura correspondió a la selva y por último el peridomicilio, aunque la diferencia entre estos dos ambientes fue muy pequeña. La abundancia registrada para esta especie y su distribución espacial en los tres ambientes, especialmente en el peridomicilio y también en el borde de la selva, donde el hombre desarrolla su actividad, la señalan como de un gran riesgo potencial. Ésto, particularmente, si las actividades antrópicas en el área se incrementan, ya sea para la deforestación como para las actividades agrícolas, trazados de gasoducto

y distintas obras de ingeniería que se van realizando. *Anopheles strodei* y *An. argyritarsis*, al igual que *An. pseudopunctipennis*, fueron mas frecuentes en el borde de la selva, luego en la selva y por último en el peridomicilio, siendo la diferencia entre estos dos últimos ambientes mucho más marcada para *An. strodei*. En cuanto a *An. rangeli*, si bien predominó en el borde de la selva, fue mas frecuente en el peridomicilio que en la selva, lo cual podría indicar para esta especie un cierto grado de antropización. Este no sería el caso de *An. nuneztovari* puesto que no se la capturó en el peridomicilio. De acuerdo a estos antecedentes, *An. argyritarsis*, *An. nuneztovari*, *An. rangeli* y *An. strodei* fueron más frecuentes en el borde de la selva, es decir, un ambiente donde el hombre también desarrolla sus actividades. Restan realizar estudios para determinar los picos de actividad de estos mosquitos y ver en qué medida coinciden con las actividades desarrolladas por el hombre.

Teniendo en cuenta los tres ambientes estudiados, si bien no se encontró diferencias entre ellos, como así tampoco en términos de diversidad de especies, en el borde de la selva fue donde se colectó el mayor número de mosquitos, seguido por la selva propiamente dicha y por último el peridomicilio. Solamente

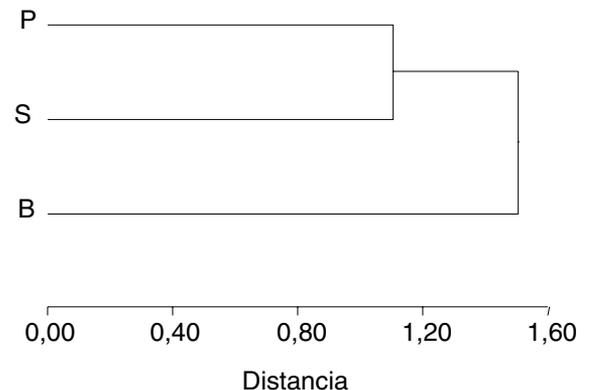


Figura 2 - Agrupamiento (Cluster) de los ambientes estudiados (S: selva, B: borde de selva y P: peridomicilio) según las distancias estimadas entre ellos (distancia euclídea promedio y encadenamiento promedio), considerando la abundancia de los anofelinos registrada mensualmente en El Oculito (Salta, Argentina).

An. strodei mostró un gradiente al considerar los tres ambientes en conjunto. Sin embargo, para todas las otras especies no se encontró un gradiente muy marcado entre los tres ambientes, ya sea por la cercanía de los mismos o bien por la amplia distribución de las especies. Por ende, al identificar la comunidad de cada ambiente, las especies en mayor o menor medida están siempre presentes en ellos. No obstante, se observó una tendencia a la diferenciación por parte del borde de la selva, lo cual sería de esperar debido a la creciente modificación del ambiente silvestre (selva), que si bien no llega a convertirse en un ambiente totalmente antropizado (peridomicilio), representa un punto medio de gran relevancia como zona de posible transmisión.

A partir de estos resultados podría inferirse que el borde no representa una barrera al momento de considerar la dispersión de los anofelinos, y por otro lado, constituye un punto medio entre el ambiente silvestre y el antropizado, donde el hombre establece cierto contacto con el ambiente por sus actividades. Así, la

construcción de caminos y su circulación en esta zona, la extracción, uso de agua y todas las actividades afines, implica cierto contacto con *An. pseudopunctipennis* y otros anofelinos, quedando en evidencia, que el borde de la selva, sería el lugar de mayor contacto con el vector, representando por ende un ambiente potencialmente de alto riesgo para la transmisión del paludismo.

AGRADECIMIENTOS

A los técnicos, F. Vianconi, N. Vianconi, E. Laci, O. Carrizo, C. Medina, de la Base Operativa Orán dependiente de Coordinación Nacional de Control de Vectores del Ministerio de Salud, por la valiosa colaboración en el trabajo de campo, a la Lic. G. Quintana, Lic. L. Oroño de la Universidad Nacional de Tucumán, M. Sc. E. Carter de la University of Wisconsin y al Dr. F. F. Ludueña Almeida de la Universidad Nacional de Córdoba por el asesoramiento estadístico. A la estación Aero-Orán por los datos climatológicos correspondientes a los meses de muestreo.

REFERENCIAS

1. Bejarano JFR. Distribución en altura del género *Anopheles* y del paludismo en la República Argentina. *Rev Sanit Milit Argent* 1956;55:4-24.
2. Briones A. Paludismo. Buenos Aires: Departamento de Vigilancia Epidemiológica. Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación; 1997. [Boletín Epidemiológico]
3. Guimarães AE, Gentile C, Lopes CM, Sant'Anna A, Jovita AM. Ecología de mosquitos (Diptera: Culicidae) em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina, Brasil. I- Distribuição por hábitat. *Rev Saúde Pública* 2000;34:243-50.
4. Guimarães AE, Gentile C, Lopes CM, Sant'Anna A. Ecología de mosquitos em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina: II-Freqüência mensal e fatores climáticos. *Rev Saúde Pública* 2001;35:392-9.
5. Johnson RA, Wichern DW. Applied multivariate statistical analysis. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1998.
6. Mühlens P, Dios RL, Petrocchi J, Zuccarini A. Estudios sobre el paludismo y hematología en el Norte argentino. *Rev Inst Dept Nac Hig* 1925;4:448-56.
7. Organización Panamericana de la Salud. Las condiciones de la salud en las Américas. Washington (DC); 1990. v. 1. p. 152-74.
8. Roberts DR, Hsi BP. An index of species abundance for use with mosquito surveillance data. *Environ Entomol* 1979;8:1007-13.
9. Povolny D. Synantropy. In: Greenberg B, editor. Flies and disease. Princeton: Princeton University Press; 1971. p. 16-54.
10. Service ME. Mosquito ecology : field sampling methods. London: Chapman & Hall; 1993.