

# REVISIÓN HISTÓRICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE *Anopheles* (*NYSSORHYNCHUS*) *darlingi* (DIPTERA: CULICIDAE) EN LA AMAZONÍA PERUANA

Roberto Fernández<sup>1,a</sup>, Hubert Vera<sup>2,b</sup>, Guillermo Calderón<sup>3,c</sup>.

## RESUMEN

*Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *darlingi* ha sido reportado desde 1931 en áreas fronterizas del departamento de Loreto, principalmente a lo largo de las fronteras con Brasil y Colombia. En 1994, durante un brote de malaria, *An. darlingi* fue encontrado en localidades vecinas a Iquitos. En la actualidad, su distribución se ha expandido considerablemente en Loreto. Para los objetivos de este trabajo se realizó una revisión de las referencias bibliográficas disponibles para obtener toda la información posible sobre la distribución de los mosquitos, en particular de los anofelinos en la región Amazónica del país, con énfasis especial en *An. darlingi*. También se realizaron colectas entomológicas en los departamentos de Madre de Dios y Ucayali con la finalidad de conocer y verificar la distribución de *An. darlingi*. En la actualidad, la distribución de la especie está circunscrita a localidades al sureste del Perú en localidades fronterizas con Bolivia, en una localidad del río Abujao del departamento de Ucayali, y ampliamente en la región noreste de la cuenca amazónica del departamento de Loreto.

**Palabras clave:** *Dipteros*; *Culicidae*; *Malaria*; *Perú* (fuente: DeCS BIREME).

## HISTORICAL REVIEW OF THE DISTRIBUTION OF *Anopheles* (*NYSSORHYNCHUS*) *darlingi* (DIPTERA: CULICIDAE) IN THE PERUVIAN AMAZON

### ABSTRACT

*Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *darlingi* has been reported since 1931 in border areas of the department of Loreto, mainly along the borders with Brazil and Colombia. In 1994, during an outbreak of malaria, *An. darlingi* was found in neighboring towns to Iquitos. At present, its distribution has expanded considerably in Loreto. This paper reviews literature available for all possible information on the distribution of mosquitoes, particularly anopheline in the Amazon region of the country, with special emphasis on *An. darlingi*. Entomological collections were also conducted in the departments of Madre de Dios and Ucayali in order to know and verify the distribution of *An. darlingi*. At present, the distribution of the species is confined to localities in southeastern Peru with Bolivia border towns, in a town near the Abujao River in the department of Ucayali, and widely in the northeastern region of the Amazon basin of Loreto in Peru.

**Key words:** *Diptera*; *Culicidae*; *Malaria*; *Peru* (fuente: MeSH NLM).

## INTRODUCCIÓN

La malaria es un problema de salud pública en el Perú, motivo por lo que el Ministerio de Salud y Asistencia Social (MINSA) trató de erradicarla durante las décadas de los años 50-60, y cuyos resultados se observan en el menor número de casos registrados a partir del año 1965<sup>(1-4)</sup>. Antes de 1990, el 99% de los casos de malaria en el país fueron causados por *Plasmodium vivax*, mientras que el

1% eran infecciones producidas por *P. falciparum* y *P. malariae*. Durante esta década se produjo un aumento considerable de los casos de malaria, causados principalmente por *P. vivax* y *P. falciparum* en la costa norte y en la cuenca del Amazonas. Este aumento de casos de *P. falciparum* está, probablemente, asociado con la introducción y propagación de *An. darlingi* en el interior del departamento de Loreto, lo que se considera muy alarmante<sup>(2,4,5)</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigación de Enfermedades Tropicales de la Marina de los EE. UU., NAMRU-6. Lima, Perú.

<sup>2</sup> Dirección Regional de Salud de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú.

<sup>3</sup> Ministerio de Salud. Lima, Perú.

<sup>a</sup> Biólogo entomólogo, <sup>b</sup> biólogo, magíster en Economía, <sup>c</sup> doctor en Ciencias Biológicas.

Recibido: 09-04-14 Aprobado: 11-06-14

**Citar como:** Fernández R, Vera H, Calderón G. Revisión histórica de la distribución de *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *darlingi* (Diptera: Culicidae) en la Amazonía peruana. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2014;31(2):310-8.

*Anopheles darlingi* Root 1926, descrito originalmente de Venezuela, está ampliamente distribuido en el continente americano, se puede encontrar desde el sur de México hasta el norte argentino, extendiéndose al este de los Andes, hacia Colombia, Venezuela, Guyana Francesa, Surinam, Brasil, Bolivia, Paraguay, Ecuador y Perú<sup>(6-11)</sup>. *Anopheles darlingi* es uno de los principales vectores de la malaria en el Perú y en las Américas, principalmente por su alta domesticidad y antropofilia<sup>(6,11,14-16)</sup>. En el Perú es notificado por primera vez en 1931 en una localidad del departamento de Loreto en la frontera con Brasil<sup>(17)</sup>. En 1957, el MINSa presenta en su Plan de Erradicación de la Malaria, entre otras consideraciones, los resultados de una encuesta entomológica con un mapa de distribución de los anofelinos, en el que confirman la presencia de *An. darlingi*, en áreas fronterizas<sup>(1)</sup>.

Desde 1957 hasta 1973, años de vigencia del Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM), se realizaron estudios entomológicos en todo el país, que ratificaron y ampliaron el conocimiento de la distribución longitudinal, latitudinal y altitudinal de las diferentes especies de anofelinos en el Perú<sup>(3)</sup>. Desde la década de los 70 hasta la década de los 90, el personal del MINSa, con apoyo de instituciones extranjeras, realizó estudios entomológicos que incrementaron el conocimiento y distribución de los anofelinos en el país, sin embargo, muy pocos trabajos llegaron a ser publicados<sup>(9,18-22)</sup>.

En el Perú, la incidencia de la malaria causada por *P. falciparum* y *P. vivax* a inicios de la década del 1990 fue alarmante y dramática, principalmente por la aparición e incremento de infecciones producidas por *P. falciparum* en nuestra Amazonía, que alcanzaron a representar el 30% del total de casos; coincidentemente, estudiando un brote de malaria en la localidad de Padre Cocha, se reporta a *An. darlingi* por primera vez en Loreto y, posteriormente, en localidades aledañas a Iquitos<sup>(5, 23-28)</sup>. En el año 2003 se realiza un estudio en la Amazonía del Perú que actualiza la información referente a la distribución de la especie<sup>(29)</sup>. En América del Sur, se han encontrado varias especies de anofelinos infectados naturalmente con plasmodios humanos como *An. darlingi*, *An. benarrochi*, *An. oswaldoi*, *An. nuneztovari*, *An. triannulatus*, *An. albitarsis* s.l., *An. rangeli*, *An. fluminensis* y *An. mattogrossensis*<sup>(20,22,30-36)</sup>. En el Perú se han reportado 49 especies de anofelinos, entre los cuales nueve son consideradas como vectores principales y/o secundarios, fueron encontrados naturalmente infectados: *An. darlingi*, *An. benarrochi* y *An. mattogrossensis*<sup>(9,18,22,23,29,37,38)</sup>.

Para los objetivos de este trabajo se realizó una revisión bibliográfica con el fin de obtener información sobre la distribución de los anofelinos y, en particular, de *An.*

*darlingi* en la región Amazónica del Perú. Los trabajos de campo aquí analizados se han realizado en diferentes períodos. Mientras algunos estudios fueron publicados, muchos otros, preparados por entomólogos del MINSa-SNEM, fueron conocidos solo como "informes entomológicos internos" o presentados en congresos nacionales<sup>(1,3,9,17,19,23,29)</sup>.

Sólo han sido consideradas en este análisis las actuales demarcaciones de los departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, ya que son compatibles "ecológicamente" con la distribución de *An. darlingi*, es decir, alturas que no excedan los 300 metros de altitud<sup>(10,11)</sup>. Las demarcaciones políticas y regionales han cambiado considerablemente desde la década de los 50, cuando los mayores esfuerzos de vigilancia por parte del MINSa-SNEM comenzaron, por lo tanto, muchas de las localidades originales ya no existen. Esto ha complicado en gran medida los esfuerzos para detallar la ubicación exacta de colecciones pasadas. La ciudad tomada como referencia es Iquitos (S 03 ° 44' W y 73 ° 15'), situada entre los ríos Amazonas, Nanay e Itaya. El resultado de la distribución de anofelinos incluye solo las especies identificadas de las localidades positivas; se adjunta figuras que detallan las encuestas entomológicas realizadas por el MINSa y otros autores con lo que se pretende dar una idea general de la distribución y extensión geográfica de las localidades trabajadas que resultaron positivas en el transcurso del tiempo y espacio geográfico.

Igualmente, se proporcionan los resultados de las colectas efectuadas en algunas localidades a lo largo de la carretera transamazónica del sur en el departamento de Madre de Dios. Las colecciones de mosquitos fueron diseñadas para capturar *An. darlingi* dentro de la trampa de tela Shannon con cebo humano protegido, y también con el uso de trampas de luz CDC. En resumen, el resultado de la distribución de *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* se da solo en función de las localidades positivas, no se consideran cantidades ni el número de localidades negativas trabajadas.

## RESULTADOS

La siguiente es una secuencia cronológica de los acontecimientos más importantes en la documentación de la presencia de *Anopheles darlingi* en la cuenca amazónica del Perú.

En marzo de 1931, Raymond C. Shannon realizó por primera vez colectas de mosquitos en Loreto. En Iquitos y alrededores (San Juan, Versalles y Morona Cocha), él realizó colectas de adultos que fueron identificados como *An. intermedius*, *An. mattogrossensis*, *An. peryassui*, *An. shannoni*, *An. thomasi* *An. mediopunctatus*, *An.*

*bachmanni*, *An. nimbus*, *An. tarsimaculatus*, y *An. fluminensis*, y también colecta larvas de alguna de estas especies<sup>(17)</sup>. En estas colectas no se encontró *An. darlingi* debido a que la ciudad se encuentra en altura, por lo tanto, no era inundable, condición que favorece la formación de sus criaderos. Posteriormente, en la localidad de Nazareth (hoy Amelia), frontera con Brasil, realizó dos colectas más. En ambas oportunidades, capturó adultos de *An. darlingi* y algunos ejemplares de *An. mattogrossensis*, sin embargo, no consigue ninguna larva (Figuras 1 y 2). Después de sus colectas en Perú, Shannon continúa su investigación por la Amazonía brasileña, donde capturó *An. darlingi* con mayor frecuencia.

En la década del 50 se realizaron publicaciones referentes a la presencia de *An. darlingi* en los departamentos de Loreto, Cusco y San Martín, sin mencionar ninguna localidad<sup>(9)</sup>. Entre octubre de 1955 y noviembre de 1957, el MINSA realizó una encuesta nacional entomológica que dio como resultado 203 localidades de la región amazónica positivas a anofelinos, en la que se reportaron 15 especies pertenecientes a dos géneros: *Chagasia* y *Anopheles* (subgéneros *Anopheles*, *Kerteszia* y *Nyssorhynchus*). A lo largo del río Putumayo (frontera con Colombia), se ha capturado *An. darlingi* en Saladito, Puerto Libertad, Huiririma, Puerto Armandito, Puerto Tahuanca y Puerto San Juan; en el río Yavari (frontera con Brasil) se ha capturado en Shiringal Topal, Shiringal El Triunfo, Colonia Angamos, Mata Mata, Pobre Alegre, Shiringal Lamarón, Shiringal Taboca, Pto. Arturo, Buena Esperanza, Buena Fe, Shiringal Barboza, Shiringal Caushi, Santa Teresa, Boca del Mirim y Buen Jardín, y en las localidades de Curinga y Vista Alegre entre los ríos Blanco y Tapiche en la provincia de Requena en la región Loreto (Figuras 1 y 2). También refieren sin mayores detalles la presencia de *An. darlingi* en Madre de Dios, atribuyendo este reporte a otros autores. Fuera de la Región Amazónica, las encuestas reportaron la presencia de *An. darlingi* en las localidades de Piyuya (La Convención) y Misión Q'eros (Paucartambo) del departamento de Cusco, y en una localidad no mencionada del departamento de Cajamarca. Todos estos resultados fueron presentados por el MINSA, como parte de su Plan de Erradicación de la Malaria, a la OMS y a UNICEF en busca de apoyo financiero<sup>(1)</sup>.

En la década de los 60, Forattini publicó la distribución de los mosquitos de Sudamérica<sup>(13)</sup>. En el texto, señala de manera implícita la presencia de *An. darlingi* en el Perú, y refiere que su distribución es predominantemente sudamericana, esquematizando toda la Amazonía de Loreto como área de distribución de la especie<sup>(13)</sup>. En 1965, Calderón (comunicación personal, informes

internos) reportó el hallazgo de *An. parvus* en el Perú en localidades de la selva alta de Cusco y Ayacucho (cuenca del río Apurímac). Esta especie podría corresponder a aquellas reportadas como *An. darlingi* en Cusco y Cajamarca (que se encuentran por encima de los 400 m de altitud). El Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM) efectuó trabajos de investigación de los vectores de malaria en nuestra Amazonía. En los años de 1965 a 1966, Acosta y Llancari (informes internos) condujeron un estudio longitudinal en dos localidades del río Yavari (Figuras 3 y 4A), en donde capturaron 4392 anofelinos, de los cuales el 87 % correspondían a *An. darlingi* y los demás estaban distribuidos entre *An. benarrochi*, *An. oswaldoi*, *An. nuneztovari*, y otros. Entre 1966 y 1969, Calderón (comunicación personal, informes internos II) realizó colectas intra, peri y extradomiciliarias en localidades del departamento de Ucayali, como en el km 18 de la carretera F. Basadre, Tournavista, Campoverde, Contamana, Masisea, Tamaya, Abujao, Chesea (afluentes del río Alto Ucayali), Huacapistea (Breu-Yurúa) e Ynuya Mapuya (Bajo Urubamba) entre otros (Figura 3). Las especies que identificó fueron *An. benarrochi*, *An. rangeli*, *An. oswaldoi* y *An. mattogrossensis*. No registró la presencia de *An. darlingi*, ni en las localidades fronterizas con Brasil (Huacapistea, Putaya o Abujao).

En la década del 1970, los trabajos en la Amazonía incrementaron. Llancari y Calderón (1970-informes internos) realizaron estudios seriados en las localidades de Pandora (río Chambira) y Santo Tomás (río Marañón), reportando a *An. benarrochi* como la especie predominante (98%) con altas densidades en la cuenca del río Marañón (Figuras 3 y 4B). También refieren la presencia de *An. oswaldoi*, *An. mattogrossensis*, y *An. rangeli*, pero *An. darlingi* no fue encontrado.

En 1971 se publicó una lista de los mosquitos del Perú, en donde se menciona (sin citar localidades) la presencia de *An. darlingi* en los departamentos de Loreto (río Yavari), Cusco y Madre de Dios<sup>(18)</sup>. En 1972-1973, Calderón y Castro (comunicación personal, informes internos) realizaron estudios sobre la variación mensual de la densidad de anofelinos en las localidades de Panguana y Quistococha (río Amazonas). Ellos informaron predominio de *An. mattogrossensis* en Panguana, y *An. benarrochi* en Quistococha (Figuras 3 y 4C), sin embargo, *An. darlingi* no fue reportado. En 1974, el Programa de Erradicación de la Malaria presentó un informe a la Comisión Nacional de Recopilación de Información para la evaluación del SNEM. En este informe señalan la confirmación de la distribución frontera de *An. darlingi* para el periodo 1959-73, calificándolo como de "dispersión menor"<sup>(3)</sup>. Este mismo año se publica la distribución de los vectores de la malaria en el Perú, donde se ratifica la presencia de *An.*

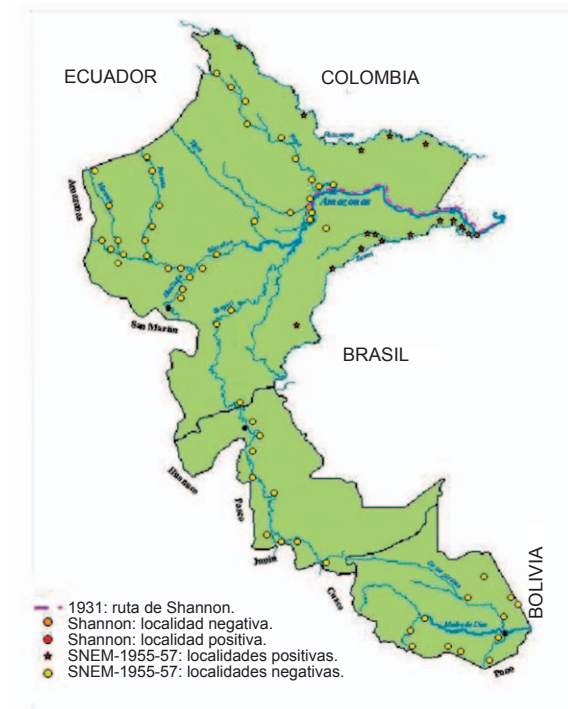


Figura 1. Presencia de *Anopheles darlingi* en la región amazónica del Perú



Figura 2. Distribución actual del *Anopheles darlingi*, en la región amazónica del Perú

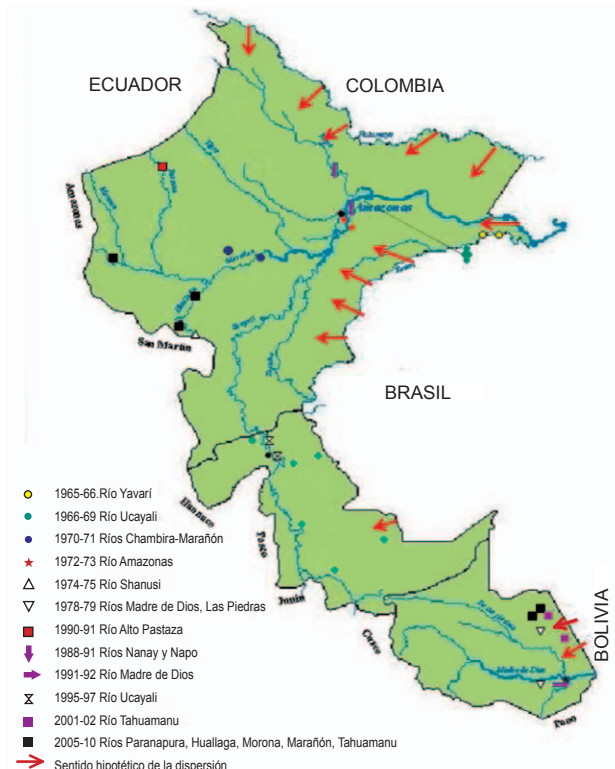


Figura 3. Investigaciones entomológicas en la región amazónica del Perú

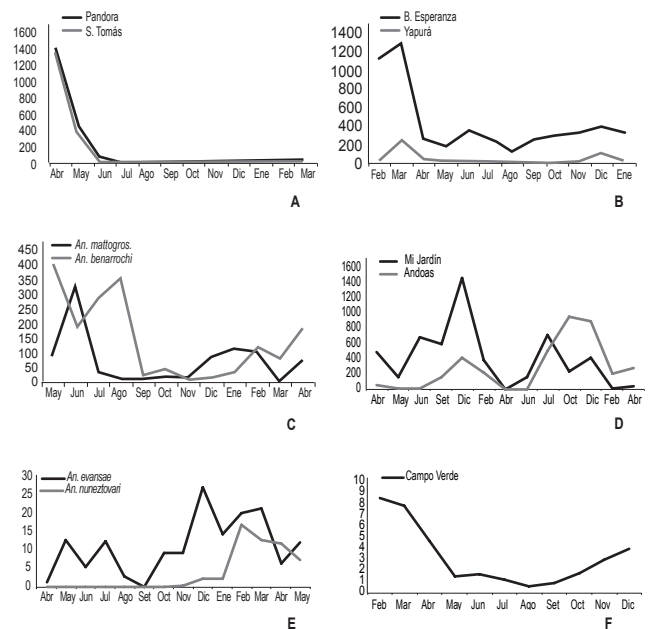


Figura 4. Variaciones mensuales de la densidad de: A. *An. darlingi*, río Yavari (1965-66); B. *An. benarrochi*, ríos Chambira y Marañón (1970-71); C. *An. mattogrossensis* y *An. benarrochi*, río Amazonas (1972-73); D. grupo Oswaldoi, río Pastaza (1990); E. *An. evansae*, *An. nuneztovari*, Madre de Dios (1991-92), y F. grupo Oswaldoi río Ucayali (1995).

*darlingi* en los ríos Blanco, Yavarí y Putumayo (Loreto). Los otros reportes de la especie no fueron confirmados<sup>(19)</sup>. En 1975, Fernández y Calderón (comunicación personal, informes internos) realizan un estudio longitudinal de los vectores de malaria en las localidades de Torre Poza y Pampa Hermosa (río Shanusi), reportando *An. benarrochi* como la especie predominante (Figura 3); no encontraron *An. darlingi*. En 1979, Calderón *et al.* (presentado al Congreso, Figura 3) notificó la presencia de diez especies de anofelinos durante un estudio longitudinal realizado en 26 localidades del departamento de Madre de Dios; la presencia de *An. darlingi* no fue reportada, tampoco de ninguna otra especie de la serie Argyritarsis.

En la década de los 80, se llevaron a cabo pocos trabajos en la región amazónica, probablemente debido al proceso de transferencia del Programa de Malaria a los servicios periféricos de salud. En 1981 se reportó la presencia de *An. darlingi* al este de los Andes, sindicándolo como posible vector de malaria en el Perú<sup>(6)</sup>. Años más tarde, se realizó un estudio seriado longitudinal en la selva alta del departamento de Junín, donde *An. trinkae* fue considerado como vector de malaria<sup>(20)</sup>. En 1988 se publica la revisión de la serie Argyritarsis, y en ella se considera la localidad de Nazaret (ahora Amelia) como el área de distribución de *An. darlingi* en el Perú, y que su rol como vector de malaria no estaba muy conocido<sup>(8)</sup>. En 1989, en el antiguo Hospital Naval en Iquitos, se evaluó la eficacia de las trampas de luz CDC en la colecta de mosquitos con diferentes colores de luz, y se reportó la captura de *An. mattogrossensis* y otros culicinos, pero no la de *An. darlingi*<sup>(40)</sup>.

En la década de los 90, numerosos estudios se llevaron a cabo en la cuenca amazónica. Entre 1988-91 se realizó un estudio longitudinal en relación a la transmisión de arbovirosis en tres localidades cercanas a Iquitos y se capturaron 35 000 mosquitos, de los cuales el 4% eran anofelinos, pero *An. darlingi* no fue encontrado<sup>(41)</sup>. En 1992, en un área endémica de malaria del río Alto Pastaza, se realizó un estudio longitudinal de colecta de mosquitos, capturándose 4403 anofelinos, de los cuales el 99% pertenecían a especies del grupo Oswaldoi, pero *An. darlingi* no fue encontrado (Figuras 3 y 4-D)<sup>(22)</sup>. En 1993, Kroeger y Alarcón publicaron los resultados de un estudio sobre la ecología y comportamiento de los mosquitos, efectuado en cuatro localidades del departamento de Madre de Dios (Figuras 3 y 4-E). Los autores reportaron la presencia de *An. evansae* (*An. benarrochi*), *An. rangeli*, *An. nuneztovari* y *An. oswaldoi*, pero *An. darlingi* no fue encontrado<sup>(21,42,43)</sup>. En marzo de 1994, ante un brote de malaria causado por *P. vivax* y *P. falciparum* en la localidad de Padre Cocha, se efectuaron capturas de mosquitos cuyos resultados permitieron establecer, por primera vez, la presencia de

*An. darlingi* en Loreto<sup>(23)</sup>. En julio de ese mismo año, Calderón y Valle (comunicación personal, informes internos) durante un estudio relacionado con casos de malaria causados por *P. falciparum*, reportaron a *An. darlingi* en la localidad de Loboyoc (Tambopata, Madre de Dios). En abril de 1995, junto con investigadores de US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases USAMRIID, se realizó la captura de mosquitos en Manacamiri, Muniches, Padre Cocha, Puerto Almendras y Quisto Cocha (Loreto). En Manacamiri y Padrecocha, se identificó a *An. darlingi* en menos del 1%, mientras que en las otras localidades fueron identificadas otras especies como *An. benarrochi* y *An. oswaldoi*. Entre 1995-97, dos estudios longitudinales de vigilancia de vectores (Figuras 3 y 4F) se llevaron a cabo en la región Ucayali (informes internos); los resultados permitieron establecer la presencia de *An. evansae* (*An. benarrochi*) como la más predominante, así como de *An. rangeli*, *An. nuneztovari*, entre otros. No se reportó la presencia de *An. darlingi*. En mayo de 1997, el NAMRU-6 y el personal del Hospital de Yurimaguas capturaron 2056 anofelinos en localidades de los ríos Bajo Morona, Medio Marañón y Bajo Pastaza, de los cuales 99% pertenecían a especies del grupo Oswaldoi, sección Albimanus, siendo *An. benarrochi* el más abundante (71%) (Figura 3); *An. darlingi* no fue encontrado (informes internos). En junio de este mismo año, el NAMRU-6, en apoyo al Hospital de San Lorenzo (informes internos) (hoy Datem del Marañón, Loreto), identificó 1017 anofelinos capturados en 14 localidades del bajo Marañón, de los cuales 96% correspondían a especies del grupo Oswaldoi, entre ellos *An. benarrochi*, *An. triannulatus* y *An. mattogrossensis* (Figura 3). En 1999 se reportaron los resultados de un estudio longitudinal sobre la abundancia estacional y patrones de picadura de las poblaciones de anofelinos (entre ellos la de *An. darlingi*), en algunas localidades de los alrededores de Iquitos<sup>(24)</sup>.

En la década del 2000, numerosos estudios se llevaron a cabo en la cuenca del Amazonas; así, tenemos los resultados de un estudio longitudinal llevado a cabo en localidades vecinas a Iquitos, cuyo principal objetivo estaba relacionado a la ecología y transmisión de arbovirosis<sup>(25-28)</sup>. En el año 2003 se actualizó la distribución de *An. darlingi* en la región amazónica de los departamentos de Ucayali y Loreto. La distribución de la especie fue confirmada en Loreto; en Ucayali, la especie no fue encontrada<sup>(29)</sup>. Ese mismo año se publican los estudios sobre comportamiento estacional de *An. darlingi* en los departamentos de Loreto y Madre de Dios<sup>(44,45)</sup>. Habiéndose confirmado la presencia de *An. darlingi*, y definida su área de distribución en la Amazonía peruana, muchos investigadores han desarrollado investigaciones sobre la especie con el objetivo fundamental de buscar

respuestas a su comportamiento, hábitos, composición biomolecular, biología y para seguir actualizando su distribución <sup>(37,46-51)</sup>.

Es importante mencionar que algunos estudios confirman la ausencia de *An. darlingi* en lugares donde antes fueron considerados negativos, como las localidades de la cuenca de los ríos Pastaza, Morona, Medio Marañón, Shanusi Parapapura y Huallaga de las provincias de Alto Amazonas y Datem del Marañón del departamento de Loreto <sup>(48,50)</sup>. Por otra parte, en el 2007-08, el NAMRU-6 en colaboración con la DIRESA de Madre de Dios, efectuaron encuestas entomológicas en 21 localidades aledañas a la frontera con Bolivia con el fin de actualizar la distribución de *An. darlingi*. Los resultados obtenidos confirman la distribución de la especie en el tramo Loboyoc-San Pedro de la carretera Transamazónica del Sur. Finalmente, en 1911, un estudio entomológico relacionado a un brote de malaria, llevado a cabo por la DIRESA de Ucayali, reportó la presencia de *An. darlingi* en una localidad del río Abujay (L. Sánchez, comunicación personal).

## DISCUSIÓN

Cuando se reportó por primera vez la presencia de *An. darlingi* en la frontera peruano-brasileña, el autor hizo un comentario sobre las colectas que no consiguieron detectar la especie en Iquitos y sus alrededores. Según este autor, la razón sería porque esas localidades se encontraban en una "zona alta" no-inundable y, por lo tanto, inadecuada para la cría de *An. darlingi* <sup>(17)</sup>. Si este concepto fuera cierto, hoy en día Iquitos, Padre Cocha y Manacamiri, estarían libres de *An. darlingi*. Es más probable que durante los años 1985-1990, la dispersión de la especie no haya alcanzado más allá de aquellas localidades que fueron previamente reportadas y confirmadas como positivas, ya sea en la frontera o dentro del departamento de Loreto. Si Shannon no pudo capturar *An. darlingi* es simplemente porque el mosquito en esos años no existía en Iquitos y alrededores. Es necesario resaltar que las colecciones efectuadas por Shannon se llevaron a cabo en la estación conocida como de "alta densidad" de *An. darlingi* (marzo-abril), hecho que también confirma la idea de que la especie no existía en la zona.

En 1952, también se refiere a la presencia de *An. darlingi* en los departamentos de Loreto, Cusco y San Martín, aunque no se mencionan localidades <sup>(39)</sup>. Las encuestas entomológicas seriadas y los estudios longitudinales posteriores a esta publicación y a la efectuada por el MINSA, no han reportado ni verificado la presencia de la especie en los departamentos de

Cusco y San Martín, cuyos niveles altitudinales están por encima de 500 m de altitud, con ecología diferente a la que se conoce para esta especie <sup>(1)</sup>. Es probable que las especies identificadas y reportadas como *An. darlingi* correspondan a otras de la serie *Argyritarsis*. En un estudio de bioquímica sistemática que se desarrolló en la localidad de Quillabamba, La Convención (Cusco), se reportó la colecta de *An. pseudopunctipennis* y *An. argyritarsis* <sup>(52)</sup>. Esta última especie pudo haber sido confundida con *An. darlingi* cuando fue reportada en la localidad de Piyuya, La Convención (Cusco).

Durante el periodo comprendido entre 1970 hasta 1994, se efectuaron numerosas investigaciones entomológicas que corroboraban la presencia de *An. darlingi* en las zonas fronterizas y también confirman su ausencia en el departamento de Loreto. Estos son los informes: para la evaluación del Programa de Malaria, los estudios longitudinales no publicados de Calderón y Llanari (1970-1971) en los ríos Marañón y Chambira; Calderón y Castro (1972-73) en dos localidades del río Amazonas cercanas a Iquitos (1972-1973), Calderón en el Departamento de Ucayali (1966-1969), los informes de Quintana (1974-1990) en el departamento de Loreto, los efectuados en el antiguo Hospital Naval de Iquitos o en localidades aledañas, demuestran fehacientemente que *An. darlingi* no existía en Iquitos ni en Loreto <sup>(3,22,40,41)</sup>.

Es solo a partir de 1994 en que *An. darlingi* es referido por primera vez en Iquitos y alrededores, en que diversos trabajos de investigadores nacionales y/o extranjeros notifican la presencia de *An. darlingi* en Iquitos y en muchas otras localidades dentro de la región amazónica <sup>(23-26,29,37,44-47)</sup>. Sin embargo, las localidades situadas a lo largo de los ríos Pastaza, Morona, Medio Marañón, Huallaga, Chipurana, Shanusi (provincias del Datem del Marañón y Alto Amazonas, Loreto) siguen siendo negativas. Así lo confirman los trabajos de apoyo técnico a los hospitales de Yurimaguas y San Lorenzo, y las publicaciones o presentaciones evaluadas <sup>(48,50)</sup>. Uno de los factores importantes que creemos ha contribuido a la expansión de *An. darlingi* ha sido sin duda el cese del uso de insecticidas residuales que se utilizaban en coberturas integrales de casi el 100% de localidades de la Amazonía, como medida de control de la malaria. En efecto, desde el inicio del SNEM, se utilizó primero el DLN (1956-57) y luego el DDT (1957-91) en rociados semestrales y/o trimestrales y luego, progresivamente, se iban ajustando las programaciones en función a la importancia socioeconómica y a situaciones epidemiológicas locales. A partir de 1991, y en forma esporádica, se inicia el uso focal de los piretroides para el control vectorial de la malaria y otras transmisibles.

En el informe para la evaluación del SNEM, refieren que para las operaciones de rociado en la Amazonía (1960-72), se programaron, en promedio anual, 61 893 rociamientos, y se ejecutaron en promedio más del 100% de rociamientos, superando lo programado<sup>(3)</sup>. A partir de 1975, aproximadamente, se inicia el proceso de transferencia de las acciones antimaláricas a los ámbitos periféricos de salud; la priorización y la estratificación epidemiológica se hace más estricta y, en consecuencia, las acciones de rociado disminuyen en la región amazónica. Por otra parte, considerando el precio elevado de los piretroides y el alto costo operativo de las movilizaciones fluviales, las acciones de fumigación de las viviendas en la Amazonía, llegaron a efectuarse de manera esporádica, atendiendo solo a situaciones de emergencia de malaria, causados principalmente por *P. falciparum*. Esta reducción de la protección de viviendas con insecticidas, más las colonizaciones, deforestación y construcción de carreteras, han generado condiciones que permitieron en el tiempo la dispersión del *An. darlingi* de áreas de frontera infestadas hacia otras áreas vecinas libres de insecticida y de la especie<sup>(46,47)</sup>. Vittor *et al.* en 2006, reportaron la presencia de *An. darlingi* en áreas deforestadas de la carretera Iquitos-Nauta, calificándola como “reemergencia”. Nosotros demostramos a través de esta revisión que *An. darlingi* no existía dentro del departamento de Loreto, por lo menos hasta antes de 1994 y, por lo tanto, no estamos de acuerdo con el término de “reemergencia”.

Se concluye que, actualmente, la distribución de *An. darlingi* está circunscrita al sureste peruano, en localidades de frontera del departamento de Madre de Dios y Bolivia, ampliamente distribuido en el llano amazónico del departamento de Loreto (provincias de Maynas, Ramón Castilla y Requena, y en una área aun no bien determinada al sur del departamento de Ucayali, próxima a los ríos Abujao y Purus (Figura 3). Por lo que creemos que el sentido de dispersión de este mosquito básicamente es de este a oeste y de norte a sur. En consecuencia, sugerimos que en el departamento de Ucayali, las localidades de frontera con Brasil y

las del río alto Ucayali, deben estar en permanente vigilancia entomológica a fin de determinar el momento de la infestación del *An. darlingi*, igualmente, efectuar encuestas entomológicas en las provincias de Datem del Marañón y Alto Amazonas (Loreto), a la fecha libres de *An. darlingi*.

**Agradecimientos:** deseamos expresar nuestro profundo reconocimiento a los colegas biólogos que por más de 30 años se han dedicado al estudio de los vectores de la malaria, mención especial al Dr. Manuel Acosta Jurado (q. e. p. d.); a los colegas Julio Llancari M., Jorge Quintana Z., Antonio Curaca Peña, entomólogos del SNEM; a los técnicos César Vallejos, auxiliar de campo Zona V Loreto, Juan Alvarado, jefe de sector Zona IV Cusco-Madre de Dios, Odilo Alava, jefe de sector Zona VII Yurimaguas, por su información de primera mano sobre las colectas de campo y en el reconocimiento de localidades. Igualmente, agradecer a Jorge Valle, biólogo MINSa-INS; a Carlos Peralta S., biólogo, DISA Madre de Dios; Fernando Fernández, biólogo, Hospital de Apoyo de Yurimaguas; Luis Sánchez, biólogo, DISA Ucayali, y Rigoberto Guillena B., motorista del SNEM, DISA Ucayali, por su ayuda invaluable en el reconocimiento de localidades y obtención de mapas. También deseamos expresar nuestra gratitud por su apoyo constante a Víctor López, NAMRU-6-, y a Fanny Castro, NAMRU-6, por facilitarnos los dibujos.

**Declaración:** las opiniones y afirmaciones contenidas aquí son propias de los autores y no deben interpretarse como posición oficial o que reflejan la opinión del Ministerio de Marina, Ministerio de Defensa ni de ninguna otra agencia del gobierno de los Estados Unidos y tampoco reflejan la posición oficial u opinión del Ministerio de Salud del Perú. Uno de los autores de este trabajo (RF) es trabaja para el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos y este trabajo ha sido preparado como parte de sus funciones oficiales. Debido a esto, el presente trabajo no está protegido por leyes de derechos de autor, ya que constituye contribución del gobierno de los Estados Unidos.

**Fuentes de financiamiento:** este trabajo fue subvencionado por fondos provenientes de: DoD-GEIS GLI 0015-06-RC. “Mapeo de la actual distribución e infectividad malárica de *Anopheles darlingi* en la cuenca amazónica”.

**Conflictos de Interés:** los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Perú, Ministerio de Salud. Plan de Erradicación de la Malaria en el Perú (Segunda parte). Lima: MINSA; 1957.
- Neyra D, Cabezas C, Ruebush TK. El proceso de adecuación y cambio en la política del tratamiento de la malaria por *Plasmodium falciparum* en el Perú, 1990-2001. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2003;20(3):162-71.
- Perú, Ministerio de Salud. Programa Nacional de Erradicación de la Malaria. Informe que presenta el PNEM a la "Comisión Nacional de Recopilación para evaluar el PNEM". Lima: MINSA; 1974.
- Aramburú Guarda J, Ramal Asayag C, Witzig R. Malaria reemergence in the Peruvian Amazon Region. Emerg Infect Dis. 1999 Mar-Apr;5(2):209-15.
- Roper MH, Torres RS, Goicochea CG, Andersen EM, Guarda JS, Calampa C, et al. The epidemiology of malaria in an epidemic area of the Peruvian Amazon. Am J Trop Med Hyg. 2000 Feb;62(2):247-56.
- Faran ME, Linthicum KJ. A handbook of the Amazonian species of *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) (Diptera: Culicidae). Mosq Syst. 1981;13(1):1-81.
- Fleming G. Biología y ecología de los vectores de la malaria en las Américas. Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud; 1986.
- Linthicum KJ. A revision of the *Argyritarsis* section of the subgenus *Nyssorhynchus* of *Anopheles* (Diptera: Culicidae). Mosq Syst. 1988;20(2):101-271.
- Calderón G, Fernández R, Valle J. Especies de la fauna anofelina, su distribución y algunas consideraciones sobre su abundancia e infectividad en el Perú. Rev Per Epidemiol. 1995 Jul;8:5-23.
- Rubio-Palis Y, Zimmerman RH. Clasificación eco-regional de vectores de malaria nos trópicos. In: Zimmerman RH, Braga MC (eds). Implementação do Controle Seletivo de Vetores da Malária na Região Amazônica. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 1997. p. 9-28.
- Rubio-Palis Y. *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) de Venezuela, taxonomía, ecología e importancia médica. Maracay: Escuela de Malariología y Saneamiento; 2000.
- Lounibos LP, Conn JE. Malaria vector heterogeneity in South America. Am Entomol. 2000;46(4):238-49.
- Forattini OP. Entomología Médica. Vol. I, Sao Paulo: Universidad de Sao Paulo; 1962.
- Forattini OP. Culicidologia médica: identificación, biología y epidemiología. Sao Paulo: Ed. Universidade da Sao Paulo; 2002
- Zimmerman RH. Ecology of malaria vectors in the Americas and future direction. Mem Inst Oswaldo Cruz. 1992;87 Suppl 3:371-83.
- Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 1994.
- Shannon RC. Anophelines of the Amazon Valley. Proc Ent Soc Wash. 1933 Oct;35(7):117-43.
- Morales-Ayala F. A List of the Mosquitoes of Peru (Diptera, Culicidae). Mosq Syst Newsletter. 1971 Sep;3(3):138-45.
- Calderón G, Curaca A, Llancari J, Napán M, Sipán F. Distribución geográfica de los vectores de la malaria en el Perú. Rev Per Med Trop. 1974 Jul-Dic;2(2):88-91.
- Hayes J, Calderon G, Falcon R, Zambrano V. Newly incriminated anopheline vectors of human malaria parasites in Junín Department, Peru. J Am Mosq Control Assoc. 1987 Sep;3(3):418-22.
- Calderón G, Ordóñez-González J, Kroeger A. Ecología y comportamiento de vectores. In: Kroeger A, Alarcon J (eds.). Malaria en Ecuador y Perú, y estrategias alternativas de control. Lima: ABYA-YALA; 1993. p. 154-253.
- Need JT, Wirtz RA, Franke ED, Fernandez R, Carbajal F, Falcon R, et al. *Plasmodium vivax* VK247 and VK210 circunsporozoite proteins in *Anopheles* mosquitoes from Andoas, Perú. J Med Entomol. 1993 May;30(3):597-600.
- Fernández R, Carbajal F, Quintana J, Chauca H, Watts DM. Presencia del *A. (N.) darlingi* (Diptera: Culicidae), en alrededores de la ciudad de Iquitos. Loreto-Perú. Soc Per Enf Infec Trop. 1995;5(1):10-2.
- Chan AST, Ryan JR, Zyzak MD, Calampa C, Magill AJ. Seasonal abundance, distribution and biting patterns of the Anophelini (Diptera: Culicidae) populations of Iquitos Peru and their relations to the incidence of malaria [abstracts]. 48th Annual meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene. Washington DC, USA. November 28-December 2, 1999.
- Pecor JE, Jones J, Turell MJ, Fernandez R, Carbajal F, O'guinn M. et al. Annotated checklist of the mosquito species encountered during arboviral studies in Iquitos, Perú (Diptera: Culicidae). J Am Mosq Control Assoc. 2000 Sep;16(3):210-8.
- Jones JW, Turell MJ, Sardelis MR, Watts DM, Coleman RE, Fernandez R. et al. Seasonal distribution, biology, and human attraction patterns of Culicini mosquitoes (Diptera: Culicidae) in a forest near Puerto Almendras, Iquitos, Peru. J Med Entomol. 2004 May;41(3):349-60.
- Turell MJ, Sardelis MR, Jones JW, Watts DM, Fernández R, Carbajal F et al. Seasonal distribution, biology, and human attraction patterns of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in rural village and adjacent forested site near Iquitos, Peru. J Med Entomol. 2008 Nov;45(6):1165-72.
- Reinbold-Wasson DD, Sardelis MR, Jones JW, Watts DM, Fernandez R, Carbajal F, et al. Determinants of *Anopheles* seasonal distribution patterns across a forest to periurban gradient near Iquitos, Peru. Am J Trop Med Hyg. 2012 Mar;86(3):459-63. doi: 10.4269/ajtmh.2012.11-0547.
- Schoeler GB, Flores-Mendoza C, Fernández, R, Davila JR, Zyzak M. Geographical distribution of *Anopheles darlingi* in the Amazon Basin Region of Peru. J Am Mosq Control Assoc. 2003 Dec;19(4):286-96.
- De Arruda M, Carvalho MB, Nussenzweig RS, Maracic M, Ferreira AW, Cochrane AH. Potential vectors of malaria and their different susceptibility to *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium vivax* in northern Brazil identified by immunoassay. Am J Trop Med Hyg. 1986 Sep;35(5):873-81.
- De Oliveira-Ferreira J, Lourenço-de-Oliveira R, Teva A, Deane LM, Daniel-



- Ribeiro CT. Natural malaria infections in Anophelines in Rondonia State, Braazilian Amazon. *Am J Trop Med Hyg.* 1990 Jul;43(1):6-10.
32. Branquinho MS, Lagos CB, Rocha RM, Natal D, Barata JM, Cochrane AH, et al. Anophelines in the state of Acre, Brazil, infected with *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, the variant *P. vivax* VK247, and *P. malariae*. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1993 Jul-Aug;87(4):391-4.
33. Póvoa M, Wirtz R, Lacerda R, Miles M, Warhurst D. Malaria vectors in the municipality of Serra do Navio, State of Amapá, Amazon Region, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2001 Feb;96(2):179-84.
34. Conn JE, Wilkerson RC, Segura MN, de Souza RT, Schlichting CD, Wirtz RA, et al. Emergenc y of a new neotropical malaria vector facilitated by human migration and changes in land use. *Am J Trop Med Hyg.* 2002 Jan;66(1):18-22.
35. da Silva-Vasconcelos A, Kató MY, Mourão EN, de Souza RT, Lacerda RN, Sibajev A, et al. Biting indices, host-seeking activity an natural infection rates of anophelines species in Boa Vista, Roraima, Brazil from 1996 to 1998. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 2002 Mar;97(2):151-61.
36. Galardo AK, Arruda M, D'Almeida Couto AA, Wirtz R, Lounibos LP, Zimmerman RH. Malaria vector incrimination in the three riverine villages in the Brazilian Amazon. *Am J Trop Med Hyg.* 2007 Mar;76(3):461-9.
37. Fernández R, Schoeler GB, Carbajal F, Flores C. Updated Listing of the Mosquitoes Species [poster presentation]. 68th annual meeting of the American Mosquito Control Association, February 2002.
38. Flores-Mendoza C, Fernández R, Escobedo-Vargas KS, Vela-Perez Q, Schoeler GB. Natural *Plasmodium* infection in *Anopheles darlingi* and *Anopheles benarrochi* (Diptera: Culicidae) from Eastern Peru. *J Med Entomol.* 2004 May;41(3):489-94.
39. Gabaldón A, Cova-García P. Zoogeography of *Anopheles* mosquitoes in Venezuela. IV. Their distribution in the neotropical region and study of the species of that region. *Rev Sanid Asist Soc.* 1952 May-Aug;17(3-4):173-210.
40. Rogers E, Sholdt LL, Falcón R. Effects of incorporating chemical light sources in CDC traps: differences in the capture rates of Neotropical *Culex*, *Anopheles* and *Uranotaenia* (Diptera: Culicidae). *Pan-Pac Entomol.* 1993 Apr;69(2):141-8.
41. Need JT, Rogers EJ, Phillips IA, Falcon R, Fernández R, Carbajal F, et al. Mosquitoes (Diptera: Culicidae) captured in the Iquitos area of Peru. *J Med Entomol.* 1993 May;30(3):634-8.
42. Fernández R, Schoeler G, Stencil J. Presencia de *Anopheles (Nyssorhynchus) benarrochi*, en áreas de selva con transmisión malárica. *Rer Peru Med Exp Salud Publica.* 2004 oct-dic;21(4):217-22.
43. Faran ME. Mosquitos studies (Diptera, Culicidae) XXXIV. A revision of the albimanus section of the subgenus *Nyssorhynchus* of *Anopheles*. *Contrib Amer Ent Inst.* 1980;15(7):1-214.
44. León W, Valle J, Naupay R, Tineo E, Rosas A, Palomino M. Comportamiento estacional del *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* root 1926, en localidades de Loreto y Madre de Dios, Perú 1999-2000. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2003 Ene-Mar;20(1):22-7.
45. Tineo E, Medina A, Fallaque C, Chávez L, Quispe S, Mercado M, et al. Distribución geográfica y comportamiento estacional de la picadura del *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* Root 1926, en localidades de la frontera Perú-Bolivia, Madre de Dios, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2003 Abr-Jun;20(2):78-83.
46. Pinedo-Cancino V, Sheen P, Tarazona-Santos E, Oswald WE, Jeri C, Vittor AY, et al. Limited diversity of *Anopheles darlingi* in the Peruvian Amazon region of Iquitos. *Am J Trop Med Hyg.* 2006 Aug;75(2):238-45.
47. Vittor AY, Gilman RH, Tielsh J, Glass G, Shields T, Lozano WS, et al. The effect of deforestation on the human-biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of Falciparum malaria in the Peruvian Amazon. *Am J Trop Med Hyg.* 2006 Jan;74(1):3-11.
48. Salazar CN, Fernández WR, Iannacone JO, Morales AA, Espinoza MS. Comparación de dos métodos de colecta para anophelinos (Cebo humano y trampa de luz CDC), durante la época seca y lluviosa, Yurimaguas, Perú 2005. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2006;23(2):87-97.
49. Tong RCG, Ramírez FJD. Diversidad y distribución vertical de la fauna de mosquitos (Díptera: Culicidae) en el área de Quistococha, Iquitos – Perú. Tesis para optar el título profesional de biólogo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Perú, Iquitos, 2005.
50. Zorrilla VO, Burrus RG, Huayanay A, Lescano AG, Sánchez JF, Fernández R. Biodiversity of mosquitoes (Diptera: Culicidae) and Sand Flies (Diptera: Phlebotominae) from Loreto, Peru. 60th Annual Meeting of American Society of Tropical Medicine and Hygiene. Philadelphia, PA, USA. December 4–8, 2011.
51. Lopez-Sifuentes VM, Flores-Mendoza C, Burrus RG. Reproductive bioecology of *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* Root (1926), the main vector of malaria in the Amazon Basin [oral presentation]. 59th Annual Meeting of Entomology Society of America. Reno, Nevada. November 13-16, 2011.
52. Manguin S, Roberts DR, Peyton El, Fernandez-Salas I, Barreto M, Fernandez Loayza R, et al. Biochemical systematic and population genetic structure of *Anopheles pseudopunctipennis*, vector of malaria in Central and South America. *Am J Trop Med Hyg.* 1995 Oct;53(4):362-77.

---

Correspondencia: Roberto Fernández  
 Dirección: NAMRU 6 - Hospital Naval.  
 Av. Venezuela, S/N, cuadra 36, Bellavista,  
 Callao, Perú.  
 Teléfono: (511) 614 4118, Fax: (511)  
 614-4174.  
 Correo electrónico: roberto.fernandez@med.  
 navy.mil