

## REVISIÓN

# Situación actual de la taxonomía de la Subfamilia Anophelinae (Diptera: Culicidae) en Venezuela

Yasmin Rubio-Palis\*

Se señala el registro de 42 especies de la Tribu Anophelini, pertenecientes a dos Géneros: *Chagasia* y *Anopheles*. Sólo *Ch. bathana* ha sido registrada en Venezuela, mientras que del Género *Anopheles*, están presentes 12 especies del Subgénero *Anopheles*, 11 especies del Subgénero *Kerteszia*, dos especies del Subgénero *Lophopodomyia*, 13 especies del Subgénero *Nyssorhynchus* y tres especies del Subgénero *Stethomyia*. Resulta evidente la urgente necesidad de realizar estudios taxonómicos que permitan actualizar las claves gráficas para la identificación de todos los estadios de los anofelinos de Venezuela. En particular, es urgente la revisión de la Serie Arribalzagia del Subgénero *Anopheles* y el Subgénero *Kerteszia*; para la cual es necesario disponer de marcadores morfológicos y moleculares que permitan la identificación adecuada de especies.

**Palabras clave:** *Chagasia*, *Anopheles*, *Kerteszia*, *Lophopodomyia*, *Nyssorhynchus*, *Stethomyia*.

## INTRODUCCIÓN

El interés por describir y clasificar a los mosquitos comenzó a fines del siglo XIX cuando se encontró que estos insectos estaban asociados a la transmisión de enfermedades como la malaria y la fiebre amarilla. Los primeros trabajos taxonómicos fueron realizados por Fred Theobald en el Museo Británico de Historia Natural, pero estos se basaron en caracteres poco prácticos que condujeron a gran confusión. Posteriormente, Edwards (1932) propuso el sistema de clasificación que actualmente se utiliza en la sistemática de mosquitos, el cual fue revisado y actualizado por Harbach & Kitching (1998). El presente trabajo tiene por objeto presentar el estado actual de los conocimientos sobre taxonomía de anofelinos de Venezuela y señalar aquellas áreas de investigación que requieren particular atención.

Siguiendo la clasificación de Harbach (1994) para los grupos informales dentro del género *Anopheles* Meigen, 1818 y considerando la actualización de Navarro (1996) de la tribu Anophelini de Venezuela,

tenemos que la subfamilia Anophelinae incluye tres géneros: *Anopheles*, *Bironella* Theobald, 1905 y *Chagasia* Cruz, 1906. El género *Bironella* incluye aproximadamente nueve especies presentes en Europa, África y Oceanía (Knight & Stone, 1977); mientras que el género *Chagasia* tiene una distribución limitada a la región Neotropical donde se han descrito cuatro especies: *Ch. bathana* (Dyar, 1928), *Ch. bonneae* Root, 1927, *Ch. fajardoi* (Lutz, 1904) y *Ch. rozeboomi* Causey, Deane & Deane, 1944 (Knight & Stone, 1977). En Venezuela, hasta el presente sólo se ha registrado una especie perteneciente a éste género: *Ch. bathana*, la cual no tiene importancia médica.

El género *Anopheles* contiene unas 430 especies distribuidas en seis subgéneros, a saber: *Anopheles* Meigen, 1818, *Cellia* Christophers, 1902, *Kerteszia* Theobald, 1905, *Lophopodomyia* Antunes, 1937, *Nyssorhynchus* Blanchard, 1902 y *Stethomyia* Theobald, 1902.

Subgénero *Anopheles* Meigen, 1818

El subgénero *Anopheles* tiene una amplia distribución mundial y contiene aproximadamente 178 especies. No se dispone de una revisión reciente de este subgénero, por lo que la sistemática se ha basado

\*Dirección de Salud Ambiental, MSDS-Biomed, Universidad de Carabobo. Apartado 2073, Maracay 2101-A, Venezuela.

\*Autor de correspondencia: rubiopalis@yahoo.com

**Tabla I. Especies de la Subfamilia Anophelinae reportadas para Venezuela**

Género <i>Chagasia</i> Cruz, 1906	<i>strodei</i> Root, 1926
<i>bathana</i> (Dyar, 1928)	* <i>triannulatus</i> (Neiva & Pinto, 1922)
Género <i>Anopheles</i> Meigen, 1818	Sección <i>Argyritarsis</i> (Levy Castillo, 1949)
Subgénero <i>Anopheles</i> Meigen, 1818	Serie <i>Albitarsis</i> (Linthicum, 1988)
Sección <i>Angusticorn</i> (Reid & Knight, 1961)	Grupo <i>Albitarsis</i> (Linthicum, 1988)
Grupo <i>Pseudopunctipennis</i> (Reid & Knight, 1961)	* <i>marajoara</i> Galvão & Damasceno, 1942
<i>eiseni</i> Coquillett, 1902	Serie <i>Argyritarsis</i> (Linthicum, 1988)
* <i>pseudopunctipennis</i> Theobald, 1901	Grupo <i>Argyritarsis</i> (Linthicum, 1988)
Sección <i>Laticorn</i> (Reid & Knight, 1961)	<i>argyritarsis</i> Robineau-Desvoidy, 1827
Serie <i>Arribalzagia</i> (Root, 1922)	Grupo <i>Braziliensis</i> (Linthicum, 1988)
<i>apicimacula</i> Dyar & Knab, 1906	* <i>braziliensis</i> (Chagas, 1907)
<i>calderoni</i> Wilkerson, 1991	Grupo <i>Darlingi</i> (Linthicum, 1988)
<i>costai</i> (Fonseca & Ramos, 1940)	* <i>darlingi</i> Root, 1926
<i>forattinii</i> Wilkerson & Sallum, 1999	Sección <i>Myzorhynchella</i> (Peyton <i>et al.</i> , 1992)
<i>guarao</i> Anduze & Capdevielle, 1949	<i>parvus</i> (Chagas, 1907)
<i>mattogrosensis</i> Lutz & Neiva, 1911	Subgénero <i>Kerteszia</i> Theobald, 1905
<i>mediopunctatus</i> (Theobald, 1903)	<i>auyantepuiensis</i> Harbach & Navarro, 1996
<i>neomaculipalpus</i> Curry, 1931	<i>bambusicolus</i> Komp, 1937
<i>peryassui</i> Dyar & Knab, 1908	<i>bellator</i> Dyar & Knab, 1906
<i>punctimacula</i> Dyar & Knab, 1906	<i>boliviensis</i> (Theobald, 1905)
Subgénero <i>Nyssorhynchus</i> Blanchard, 1902	<i>cruzii</i> Dyar & Knab, 1901
Sección <i>Albimanus</i> (Levy Castillo, 1949)	<i>gonzalezrinconesi</i> Cova García, Pulido & Escalante, 1977
Serie <i>Albimanus</i> (Faran, 1980)	<i>homunculus</i> Komp, 1937
* <i>albimanus</i> Wiedemann, 1820	<i>lepidotus</i> Zavortink, 1973
Serie <i>Oswaldoi</i> (Faran, 1980)	* <i>neivai</i> Howard, Dyar & Knab, 1913
* <i>aquasalis</i> Curry, 1932	<i>pholidotus</i> Zavortink, 1973
<i>benarrochi</i> Gabaldon, García & López, 1941	<i>rollai</i> Cova García, Pulido & Escalante, 1976
* <i>nuneztovari</i> Gabaldon, 1940	Subgénero <i>Lophopodomyia</i> Antunes, 1937
Citotipos A, B y C (Conn <i>et al.</i> , 1993)	<i>squamifemur</i> Antunes, 1937
* <i>oswaldoi</i> (Peryassú, 1922)	<i>vargasi</i> Gabaldon, Cova García & López, 1941
<i>rangeli</i> Gabaldon, Cova García & López, 1940	Subgénero <i>Stethomyia</i> Theobald, 1902
	<i>kompi</i> Edwards, 1930
	<i>nimbus</i> (Theobald, 1902)
	<i>thomasi</i> Shannon, 1933

(\*) Especies vectoras de parásitos maláricos (Rubio-Palis, 2000)

en la de Reid & Knight (1961), quienes a su vez se basaron en los trabajos de Edwards (1932). Reid & Knight (1961) dividieron el subgénero en dos secciones basados en la forma de las trompetas respiratorias de la pupa. La Sección Laticorn contiene las especies que presentan la trompeta ancha en forma de embudo con el eje más largo transversal al tallo, mientras que en las especies de la Sección Angusticorn la trompeta presenta forma semi-tubular y el eje más largo es vertical, estando más o menos alineado con el tallo. Estas secciones a su vez se dividen en series y las series más grandes son subdivididas en grupos de especies. En Venezuela (Tabla 1) se han registrado dos especies pertenecientes a la Sección Angusticorn, Serie Anopheles (Edwards, 1932), Grupo Pseudopunctipennis (Reid & Knight, 1961): *An. eiseni* Coquillett, 1902 y *An. pseudopunctipennis* Theobald, 1901. Mientras que de la Sección Laticorn se han reportado 10 especies (Tabla 1) pertenecientes a la Serie Arribalzagia (Root, 1922), la cual actualmente se halla en revisión debido a que se ha detectado la identificación errónea de especies (Rubio-Palis & Moreno, 2003; Moreno & Rubio-Palis, 2003). Wilkerson & Peyton (1990) han determinado que un carácter constante y válido para separar las especies de la Serie Arribalzagia es la presencia de una mancha de escamas oscuras al final de la vena subcostal, con un número de manchas oscuras y claras a ambos lados. Sin embargo, existe gran similitud entre adultos y estadios inmaduros de algunas especies, por lo que la correcta identificación de éstas se hace difícil, creando confusión y frecuentes errores de identificación. En efecto, Rubio-Palis & Moreno (2003) encontraron que especímenes procedentes del occidente del país identificados como *An. punctimacula* Dyar & Knab, 1906 correspondían en realidad a *An. calderoni* Wilkerson, 1991. Cabe señalar que los especímenes de *An. punctimacula* señalados fueron identificados por la autora entre 1988 y 1989 basada en la clave de Cova-Gracia & Sutil (1977), previo a la publicación de la descripción de *An. calderoni* como nueva especie (Wilkerson, 1991). Posteriormente, especímenes colectados en los estados Amazonas y Bolívar identificados previamente como *An. mediopunctatus* (Theobald, 1903) fueron confirmados como *An. forattinii* Wilkerson & Sallum, 1999 y *An. costai* (Fonseca & Ramos, 1940) respectivamente (Moreno & Rubio-Palis, 2003). Las hembras adultas de *An. costai*, *An. forattinii* y *An. mediopunctatus* son prácticamente indistinguibles, por lo que es necesario examinar las genitalias de machos, pupas y larvas asociadas para la identificación correcta de estas especies. Es importante señalar, que las genitalias de

machos de *An. costai* y *An. forattinii* son similares (Moreno & Rubio-Palis, 2003), pero permiten diferenciar estas especies de *An. mediopunctatus* (Wilkerson & Sallum, 1999). El carácter diagnóstico fundamental para diferenciar entre estas tres especies es el grado de desarrollo de dentaciones en el margen posterior de los tergos II-VII de la pupa (Wilkerson & Sallum, 1999). Hasta el presente, sólo ha sido posible revisar especímenes de hembras adultas de *An. mediopunctatus* de varias colecciones en el país, por lo que se plantea el problema de la existencia o no de *An. mediopunctatus* en Venezuela, ya que ha sido verificada su presencia solamente en la región costera de los estados de São Paulo, Río de Janeiro y Paraná, Brasil (Wilkerson & Sallum, 1999). Esta situación plantea la necesidad de realizar colectas en diversos sitios del país donde previamente se ha registrado la presencia de *An. mediopunctatus* y realizar estudios morfométricos de los diferentes estadios.

La revisión de Sutil (1980) señala para Venezuela la presencia de ocho especies pertenecientes a la Serie Arribalzagia, sin embargo en la clave de Navarro (1996) fueron excluidas *An. guarao* Anduze & Capdevielle, 1949 y *An. intermedius* (Peryassú, 1908), debido a la falta de material y a la ausencia de una clara descripción que permitiera la verificación de estas especies. Recientemente J. E. Moreno (2001 com. pers.) colectó *An. guarao* en el estado Bolívar, basando su registro en el análisis de especímenes de todos los estadios asociados. *An. intermedius* está registrado para el estado Monagas (Sutil, 1980), sin embargo no hay información de otros registros ni material disponible para verificar su identificación. Con base a lo explicado anteriormente, en el listado de especies presentes en Venezuela (Tabla 1) se ha incluido a *An. guarao* y coincidiendo con Navarro (1996), se ha excluido a *An. intermedius*.

Hasta el presente, en Venezuela sólo ha sido incriminado *An. pseudopunctipennis* en la transmisión de malaria (Cova-García, 1951; Gabaldon, 1949). Esta especie es motivo de controversia con respecto a su estatus taxonómico, ya que Estrada-Franco *et al* (1993a; 1993b) basados en estudios bioquímicos, moleculares y de experimentos de cruzamientos entre poblaciones de México y Sur América (Bolivia y Perú), señalan que se trata de un complejo de dos especies: *An. pseudopunctipennis* A (centro de México) y *An. pseudopunctipennis* B (Sur América). Mientras que Manguin *et al* (1995), luego de estudiar 42 poblaciones de *An. pseudopunctipennis* colectadas a lo largo de su

área de distribución conocida, incluyendo la localidad tipo (isla de Grenada), señalan que se trata de una sola especie ya que solo se encontraron evidencias para señalar la existencia de tres poblaciones geográficas de *An. pseudopunctipennis*: una que comprende el sur de Estados Unidos, México y Guatemala; la segunda que incluye Belice y Sur América (Colombia, Ecuador, Perú, Chile y Argentina) y la tercera, Grenada. Estos autores no incluyeron en su estudio especímenes de Venezuela, donde posiblemente confluyan las poblaciones dos y tres.

#### Subgénero *Kerteszia* Theobald, 1905

El subgénero *Kerteszia* se encuentra sólo en la región Neotropical y contiene 12 especies, de las cuales 11 están reportadas para Venezuela (Tabla 1). La revisión de este subgénero fue realizada por Zavortink (1973), quien incluyó nueve especies, posteriormente se han descrito tres nuevas especies en Venezuela: *An. rollai* Cova-García, Pulido & Escalante, 1976, *An. gonzalezrinconesi* Cova-García, Pulido & Escalante, 1977, y *An. auyantepuiensis* Harbach & Navarro, 1996. Cabe señalar que la revisión de la tribu Anophelini de Venezuela realizada por Navarro (1996) no incluye a *An. boliviensis* (Theobald, 1905), tal vez por la falta de especímenes disponibles para su revisión; sin embargo, Zavortink (1973) señala que se ha registrado esta especie para Venezuela. La situación taxonómica de este subgénero requiere una revisión exhaustiva ya que posiblemente en el pasado se hayan identificado incorrectamente algunas especies y/o existan más especies aún sin identificar. Así tenemos que, estudios morfológicos de *An. rollai*, *An. boliviensis*, *An. gonzalezrinconesi* y *An. lepidotus* Zavortink, 1973 realizados por Prado *et al* (2003) y Quintana *et al* (2003) colocan bajo estudio la validez taxonómica de estas especies, señalando la necesidad de buscar marcadores moleculares que permitan aclarar la situación.

Algunas especies del subgénero *Kerteszia* posiblemente están involucradas en la transmisión de los parásitos maláricos en pequeños focos; sin embargo, hasta el presente en nuestro país sólo se han incriminado algunas especies en los estados andinos basados en estudios epidemiológicos al ser las únicas especies de anofelinos colectadas en áreas con brotes (Rubio-Palis, 1991; Benítez *et al*, 2004). En efecto, Rubio-Palis (1991) identificó a *An. (Ker.) neivai* Howard, Dyar & Knab, 1913 como la única especie de anofelino presente durante un brote de malaria ocurrido en 1988

en San Josesito, cerca de San Cristóbal, estado Táchira. Recientemente, Benítez *et al* (2004) colectaron *An. lepidotus*, *An. neivai*, *An. pholidotus*, Zavortink, 1973 y *An. homunculus* Komp, 1937 durante un brote ocurrido entre Noviembre 1999-Enero 2000 en la Parroquia Vega de Guaramacal, en el estado Trujillo.

#### Subgénero *Lophopodomyia* Antunes, 1937

La distribución geográfica de este subgénero está restringida a la región Neotropical e incluye seis especies, de las cuales para Venezuela sólo se han señalado dos: *An. squamifemur* Antunes, 1937 y *An. vargasi* Gabaldon, Cova García & López, 1941 (Tabla 1), las cuales carecen de importancia médica. Es interesante señalar que con respecto a este grupo no se han identificado nuevas especies en los últimos 50 años (Cova-García & Sutil, 1977; Navarro, 1996), siendo particularmente importantes los estudios de Cova-García (1961) sobre la morfología de larvas, hembras adultas y genitales de machos de estas dos especies. Cabe señalar que con respecto a *An. squamifemur*, no se encontraron registros para el país por un período de aproximadamente 30 años, hasta los trabajos de Berti *et al* (1998) y Moreno *et al* (2000) quienes colectaron larvas en diversos tipos de criaderos del municipio Sifontes del estado Bolívar. En cuanto a *An. vargasi*, el vacío de información es aún mayor, puesto que no existen otros reportes a no ser las colectas originales en la quebrada de la Cueva del Guácharo y sus alrededores, estado Monagas realizadas por Gabaldon *et al* (1941). Recientemente, Navarro *et al* (J. C. Navarro com. pers., 2005) colectaron ejemplares de esta especie en los sitios previamente referidos por Gabaldon *et al* (1941).

#### Subgénero *Nyssorhynchus* Blanchard, 1902

El subgénero *Nyssorhynchus* está restringido a la Región Neotropical (excepto *An. albimanus* Wiedemann, 1820 que se extiende hasta la Región Neártica) y contiene a la mayoría de los principales vectores de los parásitos maláricos de la región. Este subgénero ha sido objeto de recientes revisiones, siendo considerado en el pasado taxonómicamente complicado (Faran, 1980; Faran & Linthicum, 1981; Harbach, 1994; Knight & Stone, 1977; Linthicum, 1988; Navarro, 1996; Peyton *et al*, 1992). Siguiendo la división del subgénero *Nyssorhynchus* propuesta por Harbach (1994) para las categorías informales tenemos que este subgénero está dividido en tres Secciones: *Myzorhynchella* (Peyton *et al*, 1992), *Argyritarsis* (Levi-

Castillo, 1949) y *Albimanus* (Levi-Castillo, 1949) (Tabla 1). Los adultos de la Sección *Myzorhynchella* se caracterizan por la ausencia de pequeños penachos de escamas oscuras en los tergitos abdominales III a VII, mientras que los adultos de la Sección *Albimanus* se distinguen de los de la Sección *Argyritarsis* principalmente por presentar un anillo oscuro en el tarsómero posterior 5 y variado grado de fusión de la claspeta ventral de la genitalia del macho.

La Sección *Myzorhynchella* incluye cuatro especies: *An. antunesi* Galvão & Amaral, 1940, *An. lutzii* Cruz, 1901, *An. nigratarsis* (Chagas, 1907) y *An. parvus* (Chagas, 1907), de las cuales solamente *An. parvus* ha sido registrada para Venezuela (Gabaldon & Cova-García, 1946), no existiendo registros posteriores a esta fecha. Es importante señalar que si bien la clave para la identificación de larvas de la tribu Anophelini de Venezuela de Navarro (1996) incluye *An. parvus*, este autor señala que no pudo examinar especímenes por falta de material disponible. En estudios intensos realizados en los últimos 15 años por diversos investigadores no se ha reportado la presencia de esta especie.

La Sección *Argyritarsis* (Faran, 1980; Faran & Linthicum, 1981; Linthicum, 1988), contiene 10 especies y ha sido dividida en dos series (Harbach, 1994): la Serie *Albitarsis* que incluye el grupo monotipo *Braziliensis* y el grupo *Albitarsis* con las cuatro especies del Complejo *Albitarsis* (Wilkerson *et al.*, 1995a; b): *An. albitarsis* Lynch -Arribáizaga, 1878 *sensu stricto*, *An. deaneorum* Rosa-Freitas, 1989, *An. marajoara* Galvão & Damasceno, 1942, y la Especie B, aún no descrita. Hasta el presente sólo se ha confirmado la presencia en Venezuela de *An. marajoara* (Rubio-Palis *et al.*, 2003). La Serie *Argyritarsis* contiene cinco especies, pero sólo dos han sido reportadas en Venezuela: *An. argyritarsis* Robineau-Desvoidy, 1827 y *An. darlingi* Root, 1926. Basados en la amplia variabilidad biológica (Pajot *et al.*, 1977; Hudson, 1984; Rambajan, 1984; Forattini, 1987; Rozendaal, 1987; Buralli & Bergo, 1988; Lourenço-de-Oliveira *et al.*, 1989; Klein & Lima, 1990; Quiñónez *et al.*, 1990; Rosa-Freitas *et al.*, 1992; Rubio-Palis, 1995; Charlwood, 1996), morfológica (Faran & Linthicum, 1981; Harbach *et al.*, 1993; Rubio-Palis, 1998), cromosómica (Kreutzer *et al.*, 1972; Tadei *et al.*, 1982) y bioquímica (Steiner *et al.*, 1982; Contel *et al.*, 1984; Rosa-Freitas *et al.*, 1992; Dos Santos *et al.*, 1996), se consideraba que posiblemente *An. darlingi* fuese un complejo de especies (Steiner *et al.*, 1982; Charlwood, 1996). La situación confusa sobre el estatus taxonómico

de *An. darlingi* fue dilucidada por Manguin *et al.* (1999), quienes basados en marcadores morfológicos, bioquímicos y moleculares estudiaron 29 poblaciones de *An. darlingi* a lo largo de su distribución geográfica en Centro y Sur América, concluyendo que se trata de una sola especie y sugiriendo la existencia de flujo genético a lo largo del rango de distribución de la especie.

La revisión de Faran (1980) reconoce 14 especies en la Sección *Albimanus*, que se ha dividido en dos series (Harbach, 1994): la Serie *Albimanus* (Faran, 1980) con una sola especie, *An. albimanus* y la Serie *Oswaldoi* (Faran, 1980), la cual contiene 14 especies (Harbach, 1994). Posteriormente, Flores-Mendoza *et al.* (2004) han rescatado *An. konderi* Galvão & Damasceno, 1942 de sinonimia con *An. oswaldoi* (Peryassú, 1922), elevando a 15 el número de especies a ser incluidas en la Serie *Oswaldoi*. En Venezuela hasta el presente se han reportado siete especies: *An. aquasalis* Curry, 1932, *An. oswaldoi*, *An. nuneztovari* Gabaldon, 1940 (Complejo *Nuneztovari* Conn *et al.*, 1993), *An. rangeli* Gabaldon, Cova García & López, 1940, *An. benarrochi* Gabaldon, Cova García & López, 1941, *An. strodei* Root, 1926 y *An. triannulatus* (Neiva & Pinto, 1922). Material de *An. oswaldoi* de Venezuela examinado por Flores-Mendoza fue confirmado como tal, sin embargo este reporte no descarta la posibilidad de que *An. konderi* esté presente en el país (Flores-Mendoza com. pers., 2004). Es importante destacar, que *An. oswaldoi sensu lato* es actualmente objeto de estudios morfológicos y moleculares debido a la posible existencia de un complejo de al menos cuatro especies, basados en la divergencia encontrada en la secuencia del segundo espaciador interno (ITS2) del DNA mitocondrial (Marrelli *et al.*, 1999). En efecto, estos autores señalan que de acuerdo a las secuencias en el ITS2 un grupo de especies crípticas estaría conformada por especímenes colectados en los estados de Acre, Amazonas y Rondônia, Brasil; otro grupo por los especímenes colectados en Venezuela (Ocamo, Amazonas) y Amapá, Brasil; el tercer grupo estaría conformado por *An. oswaldoi sensu stricto* de Espírito Santo, Brasil (localidad tipo) y el cuarto grupo, procedente de Perú, corresponde a *An. konderi*. Estos hallazgos permiten afirmar que la situación taxonómica de *An. oswaldoi* de Venezuela es confusa; más aun, cabe señalar que Rubio-Palis & Curtis (1992) sugirieron la posible existencia de un complejo de *An. oswaldoi* de al menos dos especies crípticas que estaban presentes simpátricamente en el occidente de Venezuela basados en diferencias marcadas en el patrón de actividad hematofágica.

*Anopheles nuneztovari* es otra especie de la Serie Oswaldoi que está conformada por un complejo de especies crípticas. Kitzmiller *et al* (1973) estudiaron los cromosomas politenos de las glándulas salivales de poblaciones de *An. nuneztovari* de Brasil, Colombia y Venezuela, señalando que las poblaciones de Colombia y Venezuela se podían separar de las poblaciones de Brasil ya que el patrón de bandas del brazo izquierdo del cromosoma X presentaba una inversión. Estos resultados sustentaron las observaciones de Elliott (1972) quien manifestó que en cuanto a *An. nuneztovari*, se trataba de dos especies identificadas con el mismo nombre, ya que en Colombia y Venezuela se trataba de una especie que se alimentaba tarde en la noche dentro de las casas, mientras que en Brasil se alimentaba al atardecer fuera de las casas. Posteriormente, Conn *et al* (1993) definen el Complejo Nuneztovari, que si bien hasta el presente sólo una especie ha sido descrita morfológicamente, incluye tres citotipos (A, B, C) bien diferenciados con diferente distribución geográfica: citotipo A en la cuenca Amazónica, B en el occidente de Venezuela al sur de la Cordillera Andina y citotipo C en el occidente de Venezuela al norte de la Cordillera y en Colombia. Estudios morfológicos realizados en los diferentes estadios de los citotipos de *An. nuneztovari* mostraron que no había caracteres diagnósticos en las larvas y pupas que permitieran separarlos (Hribar, 1995a), mientras que las hembras y machos adultos de Brasil (citotipo A) y Venezuela (citotipo B) se pueden separar por el patrón de las manchas claras y oscuras en la vena costa del ala (Hribar, 1995b). Sin embargo, es importante resaltar que las especies del subgénero *Nyssorhynchus* pueden presentar alta variabilidad intraespecífica en el patrón de las manchas de la costa y por tanto, este carácter no puede ser utilizado para separar especies crípticas (Rubio-Palis, 1998; Manguin *et al.* 1999; Rubio-Palis, 2000). Hribar (1994) encontró que las genitalias de machos del citotipo B presentaban cuatro caracteres que permitían diferenciarlos de los otros dos citotipos: brazos del aedeago más largos y esclerotizados, tubérculo parabaasal más corto y seta accesorial más corta, mientras que para los citotipos A y C había marcado solapamiento entre los caracteres, sugiriendo que la morfología de la genitalia de los machos tiene un valor limitado para determinar las relaciones entre los citotipos de *An. nuneztovari sensu lato*.

*Anopheles nuneztovari* es un complejo de especies, las cuales hasta el presente, solo pueden ser separadas utilizando marcadores genéticos basados en

técnicas citológicas y moleculares. Sin embargo, las evidencias aportadas por Fritz *et al* (1994) sugieren que las poblaciones de Venezuela al norte (citotipo C) y sur (citotipo B) de la Cordillera de Los Andes, representan una sola especie, ya que no encontraron loci diagnósticos y la distancia genética estimada fue de solamente 0.023. Posteriormente, estudios moleculares de cuatro poblaciones de Colombia concluyeron que los citotipos B y C son con-específicos (Sierra *et al*, 2004). El reciente hallazgo de la colonización de esta especie en el municipio Sifontes del estado Bolívar (Moreno *et al*, 2004), a más de 1.000 km de su distribución conocida para Venezuela, requiere la identificación del citotipo presente a fin de determinar la dirección de migración de la especie.

#### Subgénero *Stethomyia* Theobald, 1902

El subgénero *Stethomyia* incluye cinco especies restringidas a la región Neotropical. De éstas, sólo tres especies: *An. kompi* Edwards, 1930, *An. nimbus* (Theobald, 1902) y *An. thomasi* Shannon, 1933 se han registrado en Venezuela (Tabla 1) señaladas en los trabajos de Gabaldon & Cova-García (1946), Cova-García (1951, 1961), Cova-García & Sutil (1977), Sutil (1980) y Navarro (1996). Nuevamente, para este grupo observamos un gran vacío en cuanto a sus registros en Venezuela. Así tenemos, que la presencia de estas tres especies fue reportada durante los estudios intensos y regulares realizados por el personal del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social durante el período comprendido entre 1938 y 1945 (Cova-García, 1951; Cova-García, 1961); no existiendo registros hasta la década de los 90's. En efecto, durante 1991 Berti *et al* (1998) colectaron larvas de *An. thomasi* en dos localidades del municipio Sifontes del estado Bolívar, pero no especificaron el tipo de criaderos. No existiendo otros registros para *An. kompi* y *An. nimbus*.

#### CONCLUSIONES

La presente revisión arroja para Venezuela el registro de 42 especies de anofelinos (Tabla 1), cinco más a las señaladas en la revisión de Navarro (1996): *An. (Ano.) calderoni*, *An. (Ano.) costai*, *An. (Ano.) forattinii*, *An. (Ano.) guarao* y *An. (Ker.) boliviensis*.

Sin embargo, es evidente la urgente necesidad de realizar estudios taxonómicos que permitan actualizar las claves gráficas para la identificación de todos los estadios de los anofelinos de Venezuela. En particular,

es urgente la revisión de la Serie Arribalzagia del Subgénero *Anopheles* y el Subgénero *Kerteszia*; para la cual es necesario disponer de marcadores morfológicos y moleculares que permitan la identificación adecuada de especies. Otro aspecto a resolver es la presencia o no de *An. mediopunctatus* en Venezuela, así como también la presencia de una o más especies del Complejo Oswaldoi. Finalmente, se recomienda unir esfuerzos con los entes de Salud de los diversos estados a fin de realizar colectas sistemáticas que permitan actualizar la distribución de especies de anofelinos en Venezuela.

#### AGRADECIMIENTOS

A los árbitros por su importante contribución.

#### PRESENT SITUATION OF THE TAXONOMY OF THE SUBFAMILY ANOPHELINEAE (DIPTERA: CULICIDAE) IN VENEZUELA

#### SUMMARY

The present revision reports 42 species of Anophelini belonging to 2 Genera: *Chagasia* and *Anopheles*. Only *Ch. bathana* has been recorded for Venezuela, while for the Genus *Anopheles*, there are 12 species belonging to the Subgenus *Anopheles*, 11 species to the Subgenus *Kerteszia*, 2 species to the Subgenus *Lophopodomyia*, 13 species to the Subgenus *Nyssorhynchus* and 3 species to the Subgenus *Stethomyia*. Major emphasis is placed in the urgent need to conduct taxonomic studies in order to update keys based on morphological characters to identify all instars of Venezuelan anophelines. Special attention should be placed in the revision of the Subgenus *Kerteszia* and the Series Arribalzagia of the Subgenus *Anopheles*; in this case it is important for species identification to have morphological and molecular markers.

**Key words:** *Chagasia*, *Anopheles*, *Kerteszia*, *Lophopodomyia*, *Nyssorhynchus*, *Stethomyia*.

#### REFERENCIAS

- Benítez J.A., Rodríguez A., Sojo M., Villegas C., Lobo H., Oviedo L. & Brown E. (2004). *Bol. Malariol. San. Amb.* **44**: 93-99.
- Berti J., Vanegas C., Amarista J., González J., Montañéz H., Castillo M., Guzmán H. & González Jr, J. (1998). Inventario preliminar y observaciones biológicas sobre anofelinos (Diptera: Culicidae) de una región minera del estado Bolívar, Venezuela. *Bol. Entomol. Venez.*, **13**: 17-26.
- Buralli G.M. & Bergo E.S. (1988). Maintenance of *Anopheles darlingi* Root, 1926 colony in the laboratory. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo.* **30**: 157-164.
- Conn J., Rangel Y. & Seawright J.A. (1993). A new cytototype of *Anopheles nuneztovari* from western Venezuela and Colombia. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.* **9**: 294-301.
- Contel E.P.B., Dos Santos J.M.M. & Tadei W.P. (1984). Biología de Anofelinos Amazônicos. VI. Enzimática em *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae). *Acta Amazon.* **14**: 238-242.
- Cova-García P. (1951). *Distribución geográfica y datos bionómicos de los anofelinos de Venezuela*. Publicación de la División de Malariología, MSAS. Imprenta Nacional, Caracas. 226 p.
- Cova-García P. (1961). *Notas sobre los Anofelinos de Venezuela y su Identificación*. Segunda Edición. Editora Grafos, CA. Caracas. 213 p.
- Cova-García P. & Sutil E. (1977). *Claves gráficas para la clasificación de anofelinos de Venezuela*. Publ. Div. End. Rurales, Dir. Malariol. Sam. Amb. MSAS. Maracay, Venezuela. 65 p.
- Charlwood J.D. (1996). Biological variation in *Anopheles darlingi* Root. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* **91**: 391-398.
- Dos Santos J.M., Tadei W.P. & Contel E.P. (1996). Biology of Amazonian anopheline. XX. Ontogeny of esterases, leucine aminopeptidase and α-glycerophosphate dehydrogenase in *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* Root, 1926 (Diptera, Culicidae). *Rev. Bras. Biol.* **56**: 591-598.
- Edwards F.W. (1932). Diptera. Fam Culicidae. Genera Insectorum 194. 258 p.
- Elliott R. (1972). The influence of vector behavior on malaria transmission. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **21**: 755-763.

- Estrada-Franco J.G., Lanzaro G.C., Ma M.C., Walker-Abbey A., Romans P., Galvan-Sánchez C. *et al* (1993a). Characterization of *Anopheles pseudopunctipennis sensu lato* from three countries of neotropical America from variation in allozymes and ribosomal DNA. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **49**: 735-745.
- Estrada-Franco J.G., Ma M.C., Gwadz R.W., Sakai R., Lanzaro G.C., Laughinghouse A. *et al* (1993b). Evidence through crossmating experiments of a species complex in *Anopheles pseudopunctipennis sensu lato*: a primary malaria vector of the American continent. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **49**: 746-755.
- Faran M.E. (1980). A revision of the Albimanus Section of the subgenus *Nyssorhynchus* of *Anopheles*. *Contrib. Am. Entomol. Inst.* **15**: 1-215.
- Faran M.E. & Linthicum K.J. (1981). A handbook of the Amazonian species of *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* **13**: 1-81.
- Flores-Mendoza C., Peyton E.L., Wilkerson R.C. & Lourenço-de-Oliveira R. (2004). *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *konderi* Galvão and Damasceno: Neotype Designation and Resurrection from Synonymy with *Anopheles* (*Nyssorhynchus*) *oswaldoi* (Peryassú) (Diptera: Culicidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* **106**: 118-132.
- Forattini O.P. (1987). Comportamento exofilico de *Anopheles darlingi* Root, em região meridional do Brasil. *Rev. Saúde Pub.* **21**: 291-304.
- Fritz G.N., Conn J., Cockburn A. & Seawright J.A. (1994). Sequence analysis of the ribosomal DNA internal transcribed spacer 2 from populations of *Anopheles nuneztovari* (Diptera: Culicidae). *Mol. Biol. Evol.* **11**: 406-416.
- Gabaldon A. (1949). Malaria incidence in the West Indies and South America. En: M.F. Boyd, Editor. *Malariology*, Vol. I. pp: 764-787. W.B. Saunders Co, Philadelphia and London. 787 p.
- Gabaldon A. & Cova-García P. (1946). Zoogeografía de los anofelinos en Venezuela: II. Los vectores secundarios y los no vectores. *Tijeretazos sobre Malaria.* **10**: 164-179.
- Harbach R.E. (1994). Review of the internal classification of the genus *Anopheles* (Diptera. Culicidae): the foundation for comparative systematics and phylogenetic research. *Bull. Ent. Res.* **84**: 331-342.
- Harbach R.E. & Kitching I.J. (1998). Phylogeny and classification of Culicidae (Diptera). *Syst. Entomol.* **23**: 327-370.
- Harbach R.E., Roberts D.R. & Manguin S. (1993). Variation in the hindtarsal markings of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) in Belize. *Mosq. Syst.* **25**: 192-197.
- Hribar L.J. (1994). Geographic variation of male genitalia of *Anopheles nuneztovari* (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* **26**: 132-144.
- Hribar L.J. (1995a). Larval and pupal chaetotaxy of *Anopheles nuneztovari* (Diptera: Culicidae). *Trans. Am. Entomol. Soc.* **121**: 249-257.
- Hribar L.J. (1995b). Costal wing spot variation within and among progeny of single female *Anopheles nuneztovari* (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* **27**: 1-15.
- Hudson J.E. (1984). *Anopheles darlingi* Root (Diptera: Culicidae) in the Suriname rain forest. *Bull. Ent. Res.* **74**: 129-142.
- Kitzmiller J.B., Kreutzer R.D. & Tallaferro E. (1973). Chromosomal differences in populations of *Anopheles nuneztovari*. *Bull. WHO.* **48**: 435-455.
- Klein T.A. & Lima J.B.P. (1990). Seasonal distribution and biting patterns of *Anopheles* mosquitoes in Costa Marques, Rondônia, Brazil. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.* **6**: 700-707.
- Knight K.L. & Stone A. (1977). *A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae)*. Ed 2, Entomol. Soc. Am. (Thomas Say Foundation vol 6). College Park. 611 p.
- Kreutzer R.D., Kitzmiller J.B. & Ferreira E. (1972). Inversion polymorphism in the salivary gland chromosomes of *Anopheles darlingi* Root. *Mosq. News.* **32**: 555-565.
- Levi-Castillo R. (1949). *Atlas de los anofelinos Sudamericanos*. 207 p. Guayaquil, Ecuador, Sociedad Filantrópica de Guayas.



- Linthicum K.J. (1988). A revision of the *Argyritarsis* section of the subgenus *Nyssorhynchus* of *Anopheles* (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* **20**: 98-271.
- Lorenço-de-Oliveira R., Guimarães A.E., Arle M., Castro M.G., Motta M.A. & Deane L.M. (1989). Anopheline species, some of their habits and relation to malaria in endemic areas of Rondônia state, Amazon Region of Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* **84**: 501-514.
- Manguin S., Roberts D.R., Peyton E.L., Fernández-Salas I., Barreto M., Fernández Loayza R. *et al* (1995). Biochemical systematics and population genetic structure of *Anopheles pseudopunctipennis*, vector of malaria in Central and South America. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **53**: 362-377.
- Manguin S., Wilkerson R.C., Conn J., Rubio-Palis Y., Danoff-Burg J.A. & Roberts D.R. (1999). Population structure of the primary malaria vector in South America, *Anopheles darlingi*, using isozyme, RADP, ITS2 and morphological markers. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **60**: 364-376.
- Marrelli M.T., Malafronte R.S., Flores-Mendoza C., Lorenço-de-Oliveira R., Kloetzel J.K. & Marinotti O. (1999). Sequence Analysis of the Second Internal Transcribed Spacer of Ribosomal DNA in *Anopheles oswaldoi* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* **36**: 679-684.
- Moreno J.E. & Rubio-Palis Y. (2003). Primer reporte de *Anopheles (Anopheles) costai* y *A. (A.) forattinii* (Diptera: Culicidae) en Venezuela. *Entomotropica.* **18**: 211-213.
- Moreno J., Rubio-Palis Y. & Acevedo P. (2000). Identificación de criaderos de anofelinos en un área endémica del estado Bolívar, Venezuela. *Bol. Malariol. San. Amb.* **40**: 21-30.
- Moreno J., Rubio-Palis Y., Sánchez V. & Mariany D. (2004). Primer registro de *Anopheles (Nyssorhynchus) nuneztovari* Gabaldon 1940 (Diptera: Culicidae) en el estado Bolívar, Venezuela y sus implicaciones eco-epidemiológicas. *Entomotropica.* **19**: 55-58.
- Navarro J.C. (1996). Actualización taxonómica de la tribu Anophelini de Venezuela con nueva clave para la identificación de larvas de 4to estadio. *Bol. Dir. Malariol. San. Amb.* **36**: 25-43.
- Pajot F.X., Le Pont F., Molez J.F. & Degallier N. (1977). Agressivité d'*Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* Root, 1926 (Diptera: Culicidae) en Guyane Française. *Cah ORSTOM Sér. Ent. Méd. Parasitol.* **15**: 15-22.
- Peyton E.L., Wilkerson R.C. & Harbach R.E. (1992). Comparative analysis of the subgenera *Kerteszia* and *Nyssorhynchus* of *Anopheles* (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* **24**: 51-69.
- Prado M., Rangel G., Liria J., Piñango H. & Navarro J.C. (2003). *Diferenciación morfológica de tres especies de Anopheles del Subgénero Kerteszia (Diptera: Culicidae)*. XVIII Congreso Venezolano de Entomología. p. 213.
- Quintana J., Liria J. & Navarro J.C. (2003). *Morfología del cibario femenino en especies del Subgénero Kerteszia (Diptera: Culicidae: Anopheles)*. XVIII Congreso Venezolano de Entomología. p. 214.
- Quiñonez M.L., Villarreal L.I. & Suárez M.F. (1990). Distribution and biting behaviour of *Anopheles* species in Casanare, Colombia. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* **8**: 305-306.
- Rambajan I. (1984). Reappearance of *Anopheles darlingi* Root and vivax malaria in controlled area of Guyana, South America. *Trop. Geogr. Med.* **36**: 61-66.
- Reid J.A. & Knight K.L. (1961). Classification within the subgenus *Anopheles* (Diptera: Culicidae). *Ann. Trop. Med. Parasitol.* **55**: 474-488.
- Root F.M. (1922). The classification of American *Anopheles* mosquitoes. *Amer. J. Hyg.* **2**: 321-322.
- Rosa-Freitas M.G., Broomfield G., Priestman A., Milligan P.J.M., Momen H. & Molyneux D.H. (1992). Cuticular hydrocarbons, isoenzymes and behavior of three populations of *Anopheles darlingi* from Brazil. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.* **8**: 357-366.
- Rozendaal J.A. (1987). Observations on the biology and behaviour of Anophelinae in the Suriname rainforest with special reference to *Anopheles darlingi* Root. *Cah. ORSTOM Sér. Ent. Méd. Parasitol.* **25**: 33-43.
- Rubio-Palis Y. (1991). *Vector biology and malaria*

- transmission in western Venezuela. PhD Thesis, University of London. 261 p.
- Rubio-Palis Y. (1995). Observaciones sobre el patrón de actividad hematofágica del vector de la malaria *Anopheles darlingi* en las poblaciones del sur de Venezuela. *Bol. Dir. Malariol. San. Amb.* **35**: 66-70.
- Rubio-Palis Y. (1998). Caracterización morfológica de poblaciones del vector de malaria *Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi* Root (Diptera: Culicidae) en Venezuela. *Bol. Entomol. Venez.* **13**: 141-172.
- Rubio-Palis Y. (2000). *Anopheles (Nyssorhynchus) de Venezuela: Taxonomía, Bionomía, Ecología e Importancia Médica*. Publicaciones del Bol. Malariol. San. Amb. Maracay. 124p.
- Rubio-Palis Y. & Curtis C.F. (1992). Biting and resting behaviour of anophelines in western Venezuela and implications for control of malaria transmission. *Med. Vet. Entomol.* **6**: 325-334.
- Rubio-Palis Y. & Moreno J. (2003). Primer reporte de *Anopheles (Anopheles) calderoni* (Diptera: Culicidae) en Venezuela. *Entomotopica.* **18**: 159-161.
- Rubio-Palis Y., Wilkerson R. & Guzmán H. (2003). Morphological characters of adult *Anopheles (Nyssorhynchus) marajoara* in Venezuela. *J. Amer. Mosq. Control Assoc.* **19**: 107-114.
- Sierra D.M., Velez I.D. & Linton Y-M. (2004). Malaria vector *Anopheles (Nyssorhynchus) nuneztovari* comprises one genetic species in Colombia based on homogeneity of nuclear ITS2 rDNA. *J. Med. Entomol.* **41**: 302-307.
- Steiner W.W.M., Narang S., Kitzmiller J.B. & Swofford D.L. (1982). Genetic divergence and evolution in neotropical *Anopheles (Nyssorhynchus)*. En: Steiner W.W.M., Tabachnick W.J., Rai K.S. & Narang S. eds. *Recent developments in the genetics of insect disease vectors*. Champaign, IL. Stipes Publishing. pp: 523-550.
- Sutil E. (1980). *Enumeración histórica y geográfica de las especies de Culicidae de Venezuela ordenadas según su taxonomía*. Pub. Div. Endemias Rurales. Dir. Malariol. San. Amb. MSAS. Maracay, Aragua, Venezuela. 37 p.
- Tadei W.P., Mendes dos Santos J.M. & Rabbani M.G. (1982). Biología de Anofelinos Amazônicos. V. Polimorfismo cromossômico de *Anopheles darlingi* Root (Diptera, Culicidae). *Acta Amazon.* **12**: 353-369.
- Wilkerson R.C. (1991). *Anopheles (Anopheles) calderoni* N. Sp., a malaria vector of the Arribalzagia Series from Peru (Diptera: Culicidae). *Mosq. Syst.* **23**: 25-38.
- Wilkerson R.C. & Peyton E.L. (1990). Standardized nomenclature of the costal wing spots of the genus *Anopheles* and other spotted-wing mosquitoes. *J. Med. Entomol.* **27**: 207-224.
- Wilkerson R.C., Parsons T.J., Klein T.A., & Gaffigan T.V. (1995a). Discovery by RAPD-PCR of cryptic species belonging to the *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* complex from Paraguay, Argentina and Brazil (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* **32**: 697-704.
- Wilkerson R.C, Gaffigan T.V. & Lima J.B. (1995b). Identification of species related to *Anopheles (Nyssorhynchus) albitarsis* by random amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction (Diptera: Culicidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* **90**:721-732.
- Wilkerson R.C. & Sallum M.A.M. (1999). *Anopheles (Anopheles) forattinii*: a New Species in Series Arribalzagia (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* **36**: 345-354.
- Zavortink T. J. (1973). Mosquito studies. XXIX. A review of the subgenus *Kerteszia* of *Anopheles*. *Contrib. Am. Entomol. Inst. (Ann Arbor).* **9**: 1-54.