

**ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL****ANTHROPOGENIC AND ENVIRONMENTAL FACTORS ON CULICID FAUNA
(DIPTERA: CULICIDAE) OF SANCTI SPÍRITUS PROVINCE, CUBA****FACTORES ANTROPOGÉNICOS Y AMBIENTALES SOBRE LA FAUNA DE
CULÍCIDOS (DIPTERA: CULICIDAE) DE LA PROVINCIA SANCTI SPÍRITUS, CUBA**

Rigoberto Fimia Duarte^{1*}, María del C. Marquetti Fernández², José Iannacone³, Natividad Hernández Contreras²,
Grehete González Muñoz⁴, María Cristina Poso del Sol⁴ & Grisel Cruz Ruiz¹

¹*Facultad de Tecnología de la Salud «Julio Trigo López». Universidad de Ciencias Médicas «Dr. Serafín Ruiz de Zárate Ruiz» de Villa Clara, Cuba.

E-mail: rigobertofd@fts.vcl.sld.cu / capacitacionvec@capiro.vcl.sld.cu

²Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourf” (IPK). La Habana, Cuba.

E-mail: natividad@ipk.sld.cu / greg@ipk.sld.cu / marquetti@ipk.sld.cu

³Laboratorio de Ecofisiología Animal. Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV). Facultad de Ciencias Biológicas / Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú.

E-mail: joseiannacone@gmail.com

⁴Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Docente Arnaldo Milián Castro. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

E-mail: emiliops@capiro.vcl.sld.cu

The Biologist (Lima), 13(1), jan-jun: 53-74.

ABSTRACT

The objective was to identify mosquito species that inhabit the fluvial ecosystems of Sancti Spíritus province, Cuba, as well as the environmental and anthropogenic factors that most influence the presence and distribution of culicid fauna in this province. Six samples were taken from the 90 fluvial ecosystems of the eight municipals of the province between 2000 and 2011. Thirty-three species of mosquitoes were identified, with the municipalities of Trinidad, Sancti Spíritus, La Sierpe, Fomento and Yaguajay having the highest species richness. The highest relative frequencies or relative abundances were from the genera *Culex* (55.4%), *Anopheles* (22.2%), *Mansonia* (18.0%) and *Ochlerotatus* (10.2%). The presence of culicid larvae depended heavily on the type of habitat, contextual stratum and abundance of vegetation, which was more intense in rivers, mainly of the floating type; meanwhile in ponds, ditches and estuaries, vegetation was scarce. Pollution constituted a limiting factor for the growth and development not only of vegetation, but also of animals, including mosquitoes. If we consider the high species richness of culicids of sanitary interest existing in the province and the high incidence of analyzed anthropogenic and environmental factors, it is evident the potential risk that represents for the emergence of infectious disease for human and animal health of this province.

Key word: anthropogenic and environmental factors, Cuba, culicids, Sancti Spiritus.

RESUMEN

El objetivo fue identificar las especies de mosquitos que habitan en los ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus Cuba, así como los factores ambientales y antropogénicos que más influyen en la presencia y distribución de la fauna de culícidos en dicha provincia. Se realizaron seis muestreos en 90 ecosistemas fluviales de los ocho municipios que conforman la provincia entre el 2000 al 2011. Se identificaron 33 especies de mosquitos, donde los municipios de Trinidad, Sancti Spíritus, La Sierpe, Fomento y Yaguajay resultaron ser los de mayor riqueza de especies. Las mayores frecuencias o abundancias relativas resultaron ser para los géneros *Culex* (55,4%), *Anopheles* (22,2%), *Mansonia* (18,0%) y *Ochlerotatus* (10,2%). La presencia de las larvas de culícidos dependió en gran medida del tipo de hábitat, estrato contextual y abundancia de la vegetación, la cual fue más intensa en los ríos, en especial, la de tipo flotante; mientras que en las cañadas, zanjas y esteros, la vegetación fue escasa. La contaminación constituyó un factor limitante para el crecimiento y desarrollo, no solo de la vegetación, sino también de organismos del reino animal, incluidos los mosquitos. Si tenemos en cuenta la elevada riqueza de especies de culícidos de interés sanitario existente en la provincia y la alta incidencia que tienen los factores antropogénicos y ambientales analizados, es evidente el riesgo potencial que representa para la salud humana y animal de esta provincia la aparición de estas entidades infecciosas.

Palabras clave: Cuba, culícidos, factores antropogénicos y ambientales, Sancti Spíritus.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la humanidad se enfrenta a la emergencia y reemergencia de varias enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, las cuales se han venido incrementando en el mundo producto del crecimiento de la población, los cambios ambientales drásticos, el aumento de las migraciones humanas y los viajes aéreos (Arcari *et al.* 2007, Troyo *et al.* 2008, Cepero 2012). Actualmente, estas enfermedades vienen apareciendo en áreas donde fueron previamente controladas y erradicadas (Kyle & Harris 2008, WHO 2008). Un ejemplo de esto, lo constituyen las grandes epidemias de dengue y malaria ocurridas en los últimos años (Cassab *et al.* 2011, Maron *et al.* 2011, Lugones & Ramírez 2012). También, las epidemias por el virus chikungunya propagadas por los mosquitos *Aedes albopictus* Skuse, 1895 y *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) en las islas de La Reunion y

Mauricius durante 2005-2006, con un estimado de 266 000 personas infectadas y 248 muertes (Reiter *et al.* 2006) y la ocurrida en el verano del 2007 en Italia, donde se diagnosticaron más de 200 casos (Delatte *et al.* 2008, Dehecq *et al.* 2011).

La fiebre del Nilo Occidental (FNO) es otra de las arbovirosis transmitidas por mosquitos y las aves silvestres son sus principales hospederos (Zinser *et al.* 2005). En el hombre se produce un síndrome febril y encefalitis, que puede llevar a la muerte del paciente. Esta enfermedad fue detectada en el Nuevo Mundo en octubre de 1999 en la ciudad de Nueva York (Charrel & de Lamballerie 2004). Posteriormente, se dispersó en gran parte de Norte-Centro América y en el Caribe. En Cuba se confirmó, por pruebas serológicas la infección por dicho virus en caballos y en tres humanos durante los años 2003 y 2004 (Pupo *et al.* 2006). Los estudios en relación con la entidad se han extendido a todo el país, con énfasis en investigaciones serológicas (Pupo *et al.* 2011).

Las enfermedades transmitidas por mosquitos constituyen uno de los problemas prioritarios de salud en la mayoría de los países tropicales. Adquieren especial importancia en el continente americano, como resultado del proceso dinámico de desarrollo que está teniendo lugar en la región. Todo esto implica profundos cambios ecológicos y en la conducta humana, que son determinantes en el surgimiento y dispersión de brotes epidémicos de algunas enfermedades endémicas (Marquetti 2006, Agostinho *et al.* 2010, Diéguez *et al.* 2012).

A pesar de los esfuerzos y recursos que se han puesto en función del control de mosquitos transmisores de enfermedades, aún no se logra el control de los mismos; por el contrario, cada vez se hace mucho más manifiesta la aparición de resistencia y desarrollo de mecanismos de defensa frente el uso creciente de insecticidas utilizados para su control (Lima *et al.* 2003, Bisset *et al.* 2004, Rodríguez *et al.* 2007).

El objetivo de la investigación estuvo encaminado a evaluar los factores ambientales y antropogénicos que influyen en la fauna de culicidos que habitan en la provincia Sancti Spíritus, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio de estudio

La provincia de Sancti Spíritus está ubicada en la región central de la isla de Cuba, la misma, está conformada por ocho municipios: Yaguajay, Jatibonico, Taguasco, Cabaiguán, Fomento, Trinidad, Sancti Spíritus y La Sierpe. Tiene límites al oeste con Villa Clara, al este, con la provincia Ciego de Ávila, al sur tiene límites geográficos con Cienfuegos (Figura 1). La extensión superficial de la provincia es de 6 736, 51 km², con un total de 462 758 habitantes, para una densidad poblacional de 68 a 69 habitantes por km² y cuenta con 194 asentamientos poblacionales.

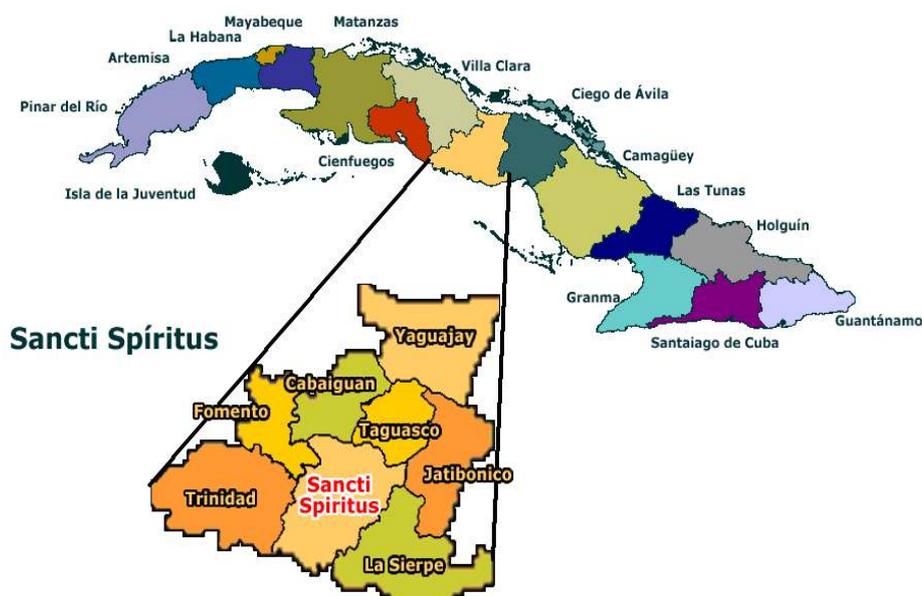


Figura 1. La provincia de Sancti Spíritus y sus ocho municipios en la región central de la isla de Cuba. Municipios: Yaguajay, Jatibonico, Taguasco, Cabaiguán, Fomento, Trinidad, Sancti Spíritus y La Sierpe.

Universo de muestreo

De un universo total de 130 ecosistemas fluviales, distribuidos en los ocho municipios de la provincia Sancti Spíritus, se tomaron muestras en 90 reservorios (69, 23%). La distribución por municipios fue la siguiente: Yaguajay 20/29 (68, 96%); Jatibonico 9/9 (100%); Taguasco 8/8 (100%); Cabaiguán 7/7 (100%); Fomento 7/7 (100%); Trinidad 6/6; Sancti Spíritus 29/60 (48, 33%) y La Sierpe 4/4 (100%).

El mayor número de reservorios muestreados correspondió a las zanjas (43), seguido de los arroyos (19), los ríos (16), cañadas (6), esteros (4) y las lagunas (2). Se realizaron seis muestreos, dos en el año 2000 (el primero en el mes de marzo y el segundo, en junio), dos en el año 2005 (meses de marzo y junio) y dos en el año 2011 (meses de marzo y agosto), por lo que se abarcaron los dos períodos estacionales existentes en Cuba (lluvioso: mayo a octubre y poco lluvioso: noviembre hasta abril).

Colecta de mosquitos

En los 90 ecosistemas fluviales se muestrearon las orillas, las cuales constituyen los sitios de ovipostura y cría de los mosquitos (área efectiva de cría); además, se tuvo en cuenta para la colecta de las larvas y pupas de mosquitos, los árboles y arbustos asociados a las márgenes de los reservorios (incluido el bambú), al igual que recipientes artificiales en desuso (latas, botellas, pomos, neumáticos, entre otros).

Las larvas y pupas de mosquitos, se colectaron por el método del cucharón (OMS 1980) y se trasladaron al laboratorio en frascos plásticos con capacidad para 250 mL, debidamente rotulados, según cada criadero. La identificación de los especímenes colectados se llevó a cabo de acuerdo con claves dicotómicas y pictóricas (Ibáñez & Martínez 1994, Forattini 1996, González 2006). La identificación de los especímenes colectados se realizó en el Laboratorio de Entomología

Médica de la Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial (UPVLA) de Sancti Spíritus Cuba. Se tuvo en cuenta, a la hora de nombrar las especies de mosquitos, todos los cambios recientes que han ocurrido para el género *Aedes*, la elevación del subgénero *Ochlerotatus* al rango genérico, así como la reclasificación de otros géneros (Reinert 2000, Reinert 2004, Reinert 2005), que también fueron revisados.

Variables que se analizaron en la investigación

Variables Abióticas

Área: se calculó multiplicando el largo por el ancho del reservorio, se expresó en m². **Profundidad:** se midió con una regla de madera de 300 cm de largo y se expresó en cm los resultados obtenidos. **Movimiento del agua:** por observación; se clasificó en lótico y léntico. **Grado de pendiente:** escuadra a 90°. **pH:** se midió por medio del papel indicador Duotest[†] Ph 5.0- 8.0 (MACHEREY- NAGEL, Alemania). **Temperatura:** termómetro digital (INKL. BATTERIE, China). **Contaminación del agua:** se basó en la identificación de las especies de algas presentes en los ecosistemas fluviales muestreados, que permiten discernir entre aguas limpias y/o contaminadas (Odum 1972, Washington 1984, Raz 2000, Peña 2010), así como en la presencia e identificación de especies de moluscos fluviales, los cuales son extremadamente sensibles a los cambios de la calidad del agua, por lo que constituyen excelentes indicadores para determinar la calidad de la misma (Pointier & Guyard 1992, Perera 1996, Gutiérrez *et al.* 1997, Yong 1998).

Variables Bióticas

Presencia y abundancia de la vegetación: se determinó mediante la observación directa en cada ecosistema fluvial, para lo cual se establecieron rangos de valores arbitrarios, de acuerdo con el grado de abundancia de la vegetación (Abundante: más del 75% de la superficie, Media: entre el 25-75%, Escasa: 5-

25% y Nula: sin presencia alguna de vegetación). **Especies de mosquitos:** se analizó principalmente la fase larval.

Variables Contextuales

Municipios: variable contextual espacial y **hábitat:** se refiere a los diferentes tipos de ecosistemas fluviales incluidos en el estudio: ríos, arroyos, lagunas, zanjas, cañadas y esteros.

Análisis estadístico

En el desarrollo analítico de este trabajo se distinguieron tres etapas: una etapa descriptiva consistente en la caracterización de la distribución de mosquitos en los diferentes hábitats, teniendo en cuenta dos niveles de acercamiento espacial: reservorios (hábitats) y municipios. En la segunda etapa se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, para comparar los conteos por especies de mosquitos en relación con los diferentes niveles de acercamiento espacial en los ecosistemas (basados en la caracterización local o reservorios y la caracterización de límites administrativos o municipios) y una etapa de análisis multivariante para considerar de conjunto la influencia de factores bióticos, abióticos y contextuales, tanto en la

ausencia/presencia de ocho géneros de mosquitos con interés sanitario. En una primera aproximación, las variables en su conjunto fueron llevadas a un análisis discriminante multivariado, para discernir la presencia o ausencia, para lo cual se utilizaron árboles de decisión, mediante el método CRT (Árbol de Clasificación y Regresión, el cual divide los datos en segmentos para que sean lo más homogéneos posibles respecto a la variable independiente), lo que permite identificar el orden de importancia normalizada de las variables analizadas (es decir, mientras más alto/arriba se encuentre la variable, mayor peso, incidencia o valor discriminante tendrá la misma en el análisis) (Expósito *et al.* 1997).

RESULTADOS

Se identificaron un total de 33 especies de mosquitos distribuidas en nueve géneros. Los municipios de Trinidad, Sancti Spíritus, La Sierpe, Fomento y Yaguajay resultaron ser los de mayor riqueza de especies (S). El comportamiento fue de manera muy similar para el caso de los géneros (Figura 2).

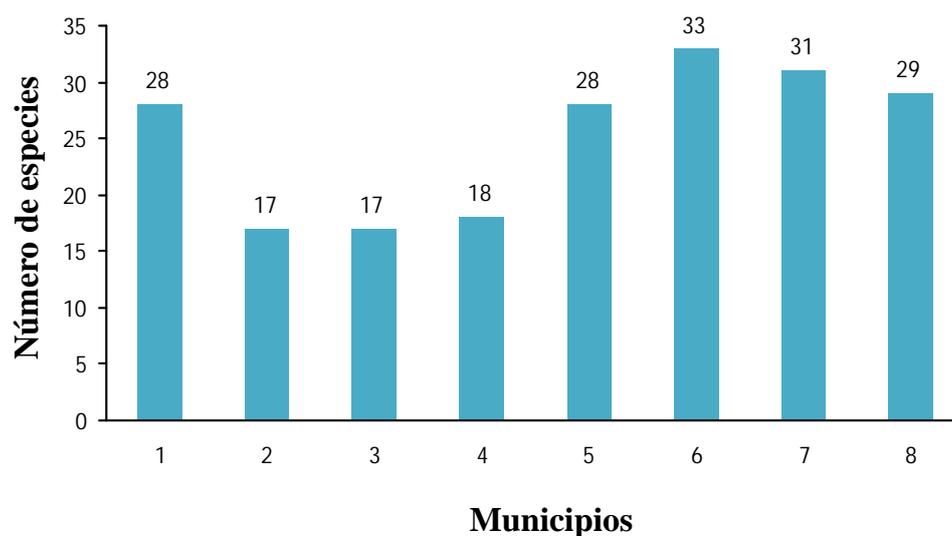


Figura 2. Distribución de especies de mosquitos por municipio. Municipios de la provincia Sancti Spíritus, Cuba. 1: Yaguajay, 2: Jatibonico, 3: Taguasco, 4: Cabaiguán, 5: Fomento, 6: Trinidad, 7: Sancti Spíritus, 8: La Sierpe.

La representatividad y distribución de las especies de mosquitos por municipios se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Especies de mosquitos (Culicidae) identificadas, según municipios de la provincia Sancti Spíritus, Cuba.

Especie de mosquitos	Municipios	Total
<i>Aedeomyia squamipennis</i> (Lynch Arribáizaga,1878)	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8	7
<i>Anopheles albimanus</i> (Wiedemann,1821)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>An. atropos</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 5, 6, 7, 8	5
<i>An. grabhamii</i> (Theobald,1901)	2, 5, 6, 7	4
<i>An. vestitipennis</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	7
<i>An. crucians</i> (Wiedemann,1828)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Culex atratus</i> (Theobald,1901)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Cx. panocossa</i> (Neveu Lemaire,1902)	8	1
<i>Cx. bahamensis</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 6, 8	3
<i>Cx. cancer</i> (Theobald,1901)	1, 6, 7, 8	4
<i>Cx. chidesteri</i> (Dyar,1921)	2, 3, 5, 6, 7, 8	6
<i>Cx. corniger</i> (Theobald,1903)	1, 4, 5, 6, 7, 8	6
<i>Cx. erraticus</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Cx. iolambdis</i> (Dyar,1918)	3, 5, 6, 7, 8	5
<i>Cx. nigripalpus</i> (Theobald,1901)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Cx. pilosus</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	7
<i>Cx. quinquefasciatus</i> (Say,1823)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Gymnometopa mediiovittata</i> (Coquillett,1906)	1, 5, 6, 7	4
<i>Mansonia titillans</i> (Walker,1848)	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	7
<i>Ochlerotatus scapularis</i> (Rondan,1848)	1, 2, 4, 6, 7, 8	6
<i>Oc. sollicitans</i> (Walter,1856)	1, 2, 6, 7, 8	5
<i>Oc. taeniorhynchus</i> (Wiedemann,1821)	1, 2, 6, 7, 8	5
<i>Oc. tortilis</i> (Theobald,1903)	1, 5, 6, 7	4
<i>Oc. serratus</i> (Theobald,1901)	5, 6	2
<i>Psorophora ciliata</i> (Fabricius,1794)	3, 4, 5, 6, 7, 8	6
<i>Ps. confinnis</i> (Lynch Arribáizaga,1891)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Ps. howardii</i> (Coquillett,1901)	1, 3, 4, 5, 6, 7	6
<i>Ps. ferox</i> (Humboldt,1819)	1, 2, 5, 6, 7, 8	6
<i>Ps. infinis</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Uranotaenia lowii</i> (Theobald,1901)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8
<i>Ur. sapphirina</i> (OstenSacken,1868)	1, 5, 6, 7, 8	5
<i>Wyeomyia aporonoma</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 5, 6, 7, 8	5
<i>Wy. vanduzeei</i> (Dyar y Knab,1906)	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	7
<i>Wy. mitchelli</i> (Theobald,1905)	1, 4, 5, 6, 7, 8	6

1: Yaguajay, 2: Jatibonico, 3: Taguasco, 4: Cabaiguán, 5: Fomento, 6: Trinidad, 7: Sancti Spíritus, 8: La Sierpe.

Al realizar un análisis multivariado, basado en el empleo de los árboles de decisiones para ocho géneros de mosquitos (los de mayor relevancia desde el punto de vista entomoepidemiológico), en pos de la búsqueda de determinantes para la presencia de especies de mosquitos con interés sanitario,

el mismo arrojó resultados que ponen de manifiesto la relación existente entre los peces fluviales y culicidos, con lo que se estableció incluso, el orden de importancia de los predictores, para la presencia de estos géneros de culicidos (tabla 2).

Tabla 2. Orden de importancia de los predictores para la presencia de los géneros de culicidos con sus frecuencias relativas.

Géneros	Frecuencia	Porcentaje vs Hábitats muestreados (540*)	Porcentaje del total de géneros encontrados
<i>Aedeomyia</i>	7	1,3	1,1
<i>Anopheles</i>	120	22,2	19,2
<i>Culex</i>	299	55,4	47,9
<i>Mansonia</i>	97	18,0	15,5
<i>Ochlerotatus</i>	55	10,2	8,8
<i>Psorophora</i>	11	2,0	1,7
<i>Uranotaenia</i>	20	3,7	3,2
<i>Wyeomyia</i>	15	2,8	2,4
Total	624	100	-

* 90 hábitats muestreados en seis ocasiones.

Género *Aedeomyia*

Este género se encontró en minoría absoluta en los diferentes muestreos, con una frecuencia relativa del 1,3%. Su presencia dependió, fundamentalmente, del estrato contextual ubicado en La Sierpe, por lo que debe

deducirse que es específico de las lagunas poco profundas y con cierto grado de vegetación, que es el tipo de hábitat que caracteriza a este estrato, así como a un nivel más específico a todas las variables contenidas en este hábitat (Figuras 3 y 4).

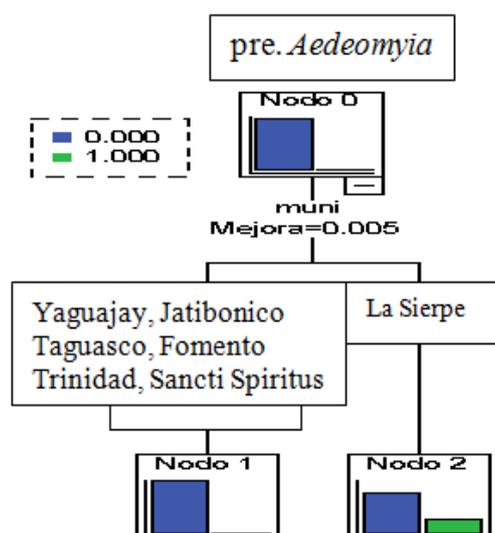


Figura 3. Árbol de decisión para el género *Aedeomyia*. provincia Sancti Spiritus, Cuba. pre. *Aedeomyia*, presencia de *Aedeomyia*, muni: municipio.

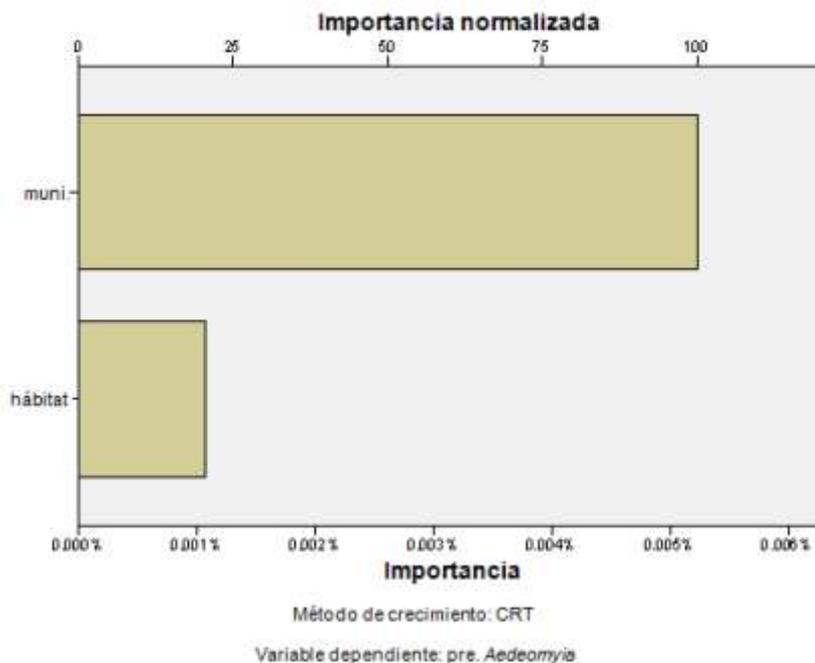


Figura 4. Distribución de las variables independientes según grado de importancia/decisión para el género *Aedeomyia*, Sancti Spíritus, Cuba. muni: municipio.

Género *Anopheles*

Se presentó con una frecuencia relativa del 22,2%. Su presencia dependió en primer término de la abundancia de la vegetación, y en segundo nivel de subordinación al hábitat, es más abundante en ríos, arroyos, cañadas y lagunas. La marcada diferencia respecto al hábitat incluye en tercer lugar de subordinación, los municipios, ya que en ellos los hábitats están representados de diferente manera, según los estratos contextuales (Figuras 5 y 6).

Género *Culex*

Se encontró con una alta frecuencia relativa (55,4%), donde el primer nivel de subordinación que aparece es la presencia de peces endémicos y naturalizados, ellos son

más abundantes cuando los mismos están presentes, pues constituyen un eslabón fundamental dentro de la cadena trófica (Figura 7), lo cual se corrobora también por la distribución de las variables según el grado de importancia normalizada para dicho género (Figura 8).

Género *Mansonia*

Este género se presentó con una abundancia relativa alta, apareció en el 18% de los muestreos realizados. Sus determinantes están relacionados, en primer lugar, con el hábitat pues aparecen con más frecuencia en ríos, arroyos y lagunas con alto grado de vegetación. Algunas particularidades de esta distribución se muestran además en el árbol de decisiones que acompaña este análisis (Figuras 9 y 10).

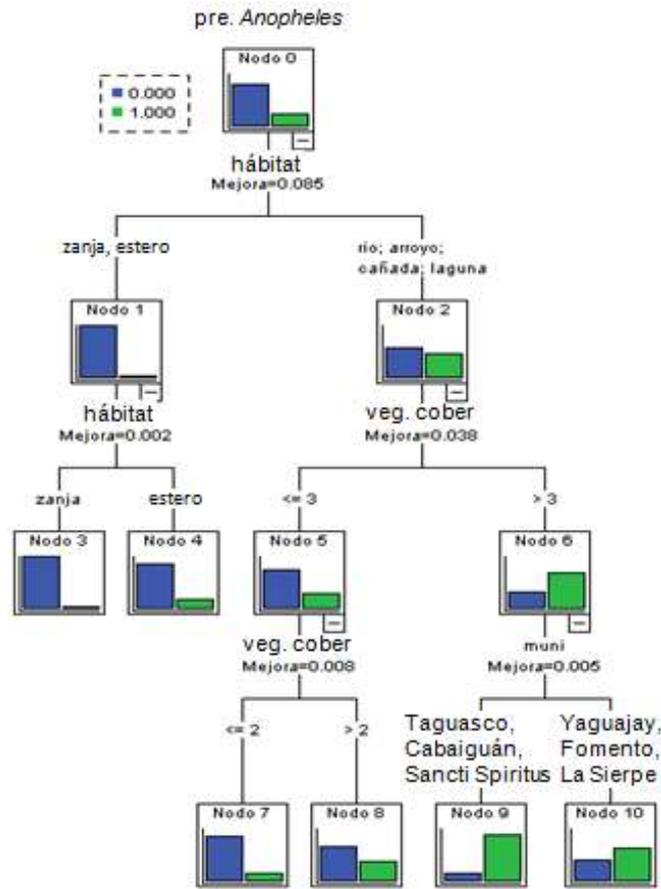


Figura 5. Árbol de decisión para el género *Anopheles*. Sancti Spíritus, Cuba. pre. *Anopheles*: presencia de *Anopheles*, veg. cober: cobertura de vegetación, muni: municipio.

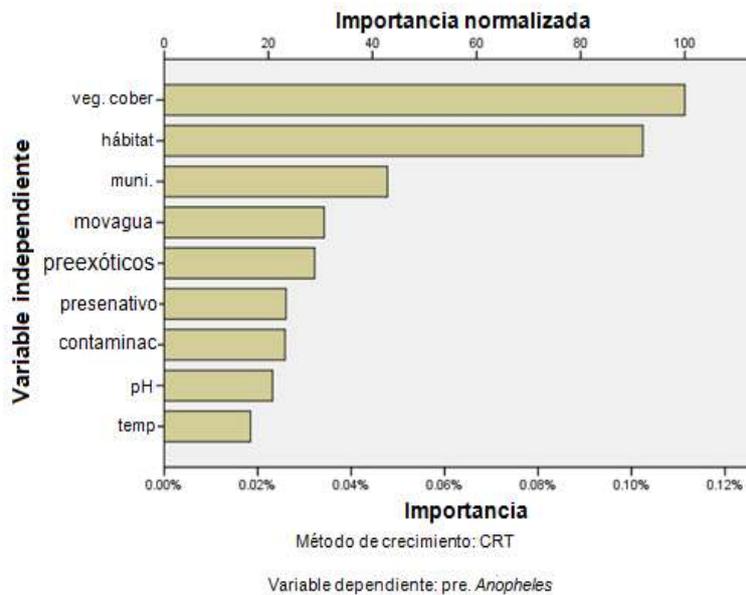


Figura 6. Distribución de las variables independientes según grado de importancia/decisión para el género *Anopheles*, Sancti Spíritus, Cuba. movagua: movimiento del agua, preexóticos: presencia de peces exóticos, presenativo: presencia de endémicos y naturalizados (peces), contaminac: contaminación, temp: temperatura.

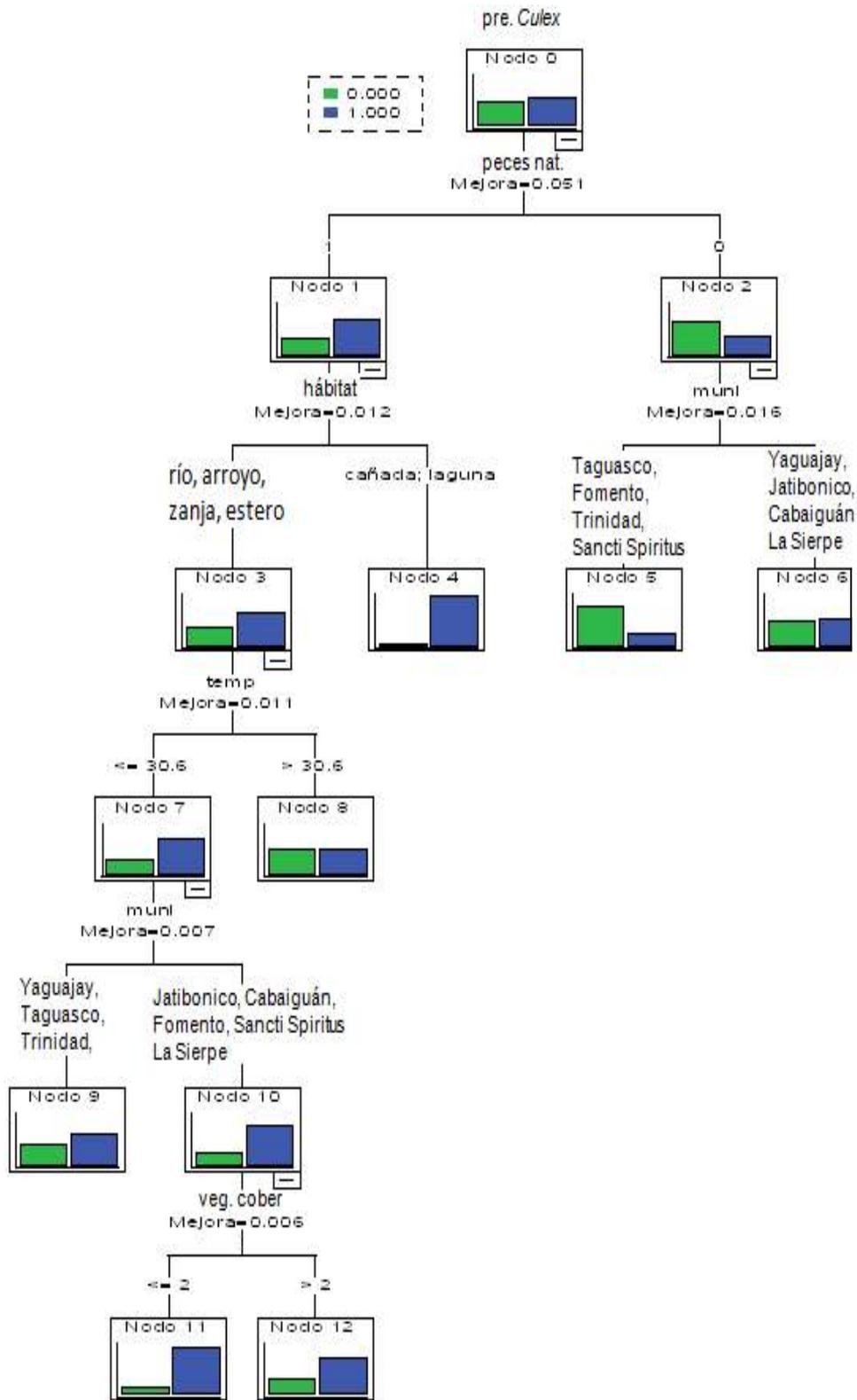


Figura 7. Árbol de decisión para el género *Culex*, Sancti Spiritus, Cuba. pre. *Culex*: presencia de *Culex*, muni: municipio, temp: temperatura.

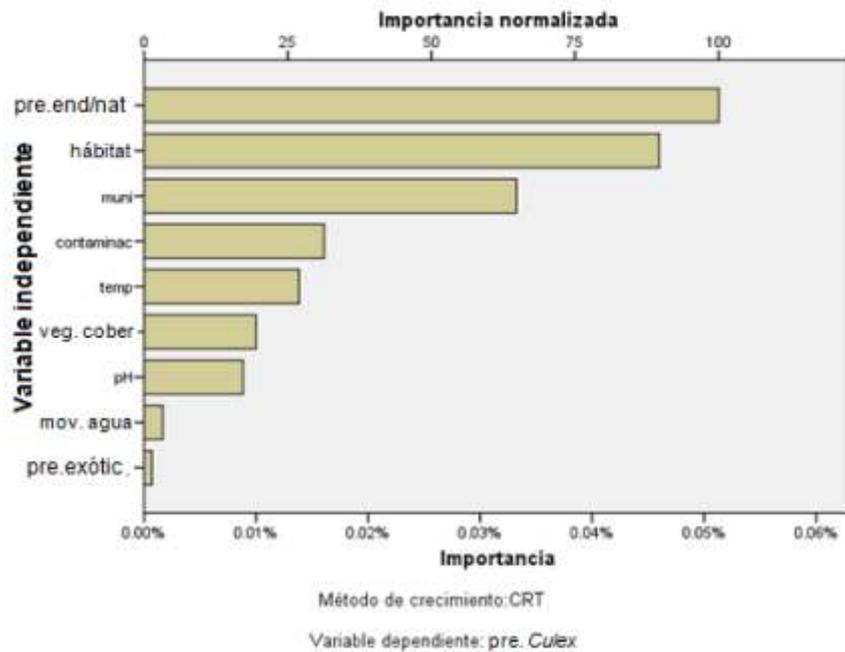


Figura 8. Distribución de las variables según grado de importancia normalizada para el género *Culex*, Santi Spiritus, Cuba. pre.end/nat: presencia de endémicos y naturalizados (se refiere a los peces), pre.exótico: presencia exóticos, pre. *Culex*: presencia de *Culex*.

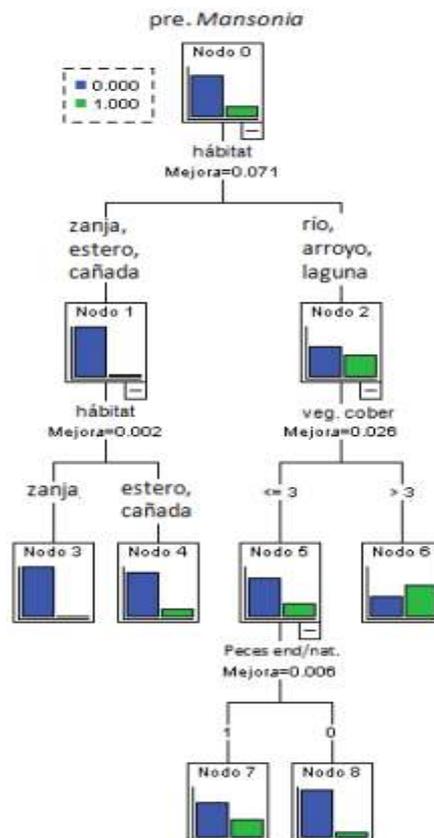


Figura 9. Árbol de decisión para el género *Mansonia*, Santi Spiritus, Cuba. veg. cober: vegetación cobertura, Peces end/nat: Peces endémicos y naturalizados.

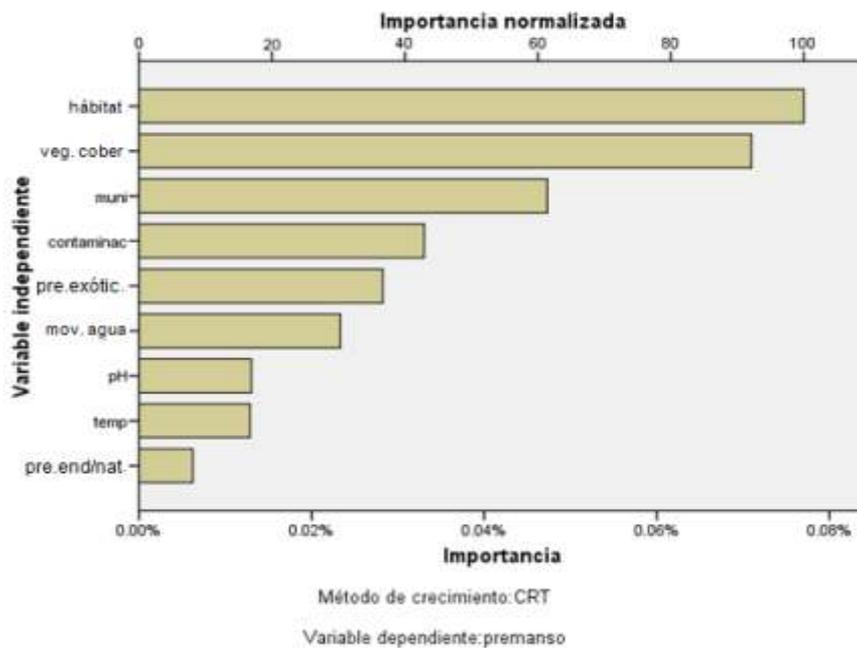


Figura 10. Distribución de las variables independientes según grado de importancia/decisión para el género *Mansonia*, Santi Spiritus, Cuba. premanso: presencia de *Mansonia*.

Género *Ochlerotatus*

Este género apareció con una abundancia relativa del 10,2%; entre los principales determinantes para la presencia de dicho género de mosquitos, está la presencia de peces endémicos y naturalizados (cuarto lugar) y de peces exóticos, que sobre ellos ejercen una acción biorreguladora (Figura 11), la cual es mucho más marcada y evidente en los peces endémicos y naturalizados, lo que se reafirma en la figura 12, con la distribución de dichas variables según grado de importancia.

Género *Psorophora*

Psorophora aparece con escasa abundancia relativa, solamente representó el 2% del muestreo realizado. En el análisis de las variables predictoras aparece, en primer lugar, la contextualidad, ya que ellos fueron casi exclusivos de La Sierpe. En segundo lugar aparece el hábitat que puede explicar su presencia minoritaria en arroyos y cañadas, cuando su ubicación no está circunscrita a La Sierpe. Este género no se vio afectado de forma importante por la cadena biorreguladora de los

peces y cuando estos aparecen en su determinación; lo hacen en primer lugar, los peces exóticos, de manera que no se puede establecer una gran importancia a la presencia/ausencia de peces nativos y exóticos en la regulación de este género (Figuras 13 y 14).

Se pudo constatar también dicha relación, para los géneros *Uranotaenia* y *Wyeomyia*, porque a pesar de ser especies poco comunes y de estrecha plasticidad ecológica (se corroboró por lo estrecho de los árboles), la presencia de peces, tanto endémicos, naturalizados y exóticos, jugó cierto papel biorregulador, debido a que, en alguna medida, fueron depredados por estos peces, pero mucho más manifiesta en los endémicos y naturalizados (Figuras 15-18). Se muestran las correspondientes distribuciones de variables según el grado de importancia para los dos géneros.

Las mayores frecuencias o abundancias relativas en esta investigación resultaron ser

para los géneros *Culex* (55,4%), *Anopheles* (22,2%), *Mansonia* (18,0%) y *Ochlerotatus* (10,2%), mientras que los de menores valores fueron *Uranotaenia* (3,7%), *Wyeomyia* (2,8%), *Psorophora* (2,0%) y *Aedeomyia* (1,3%).

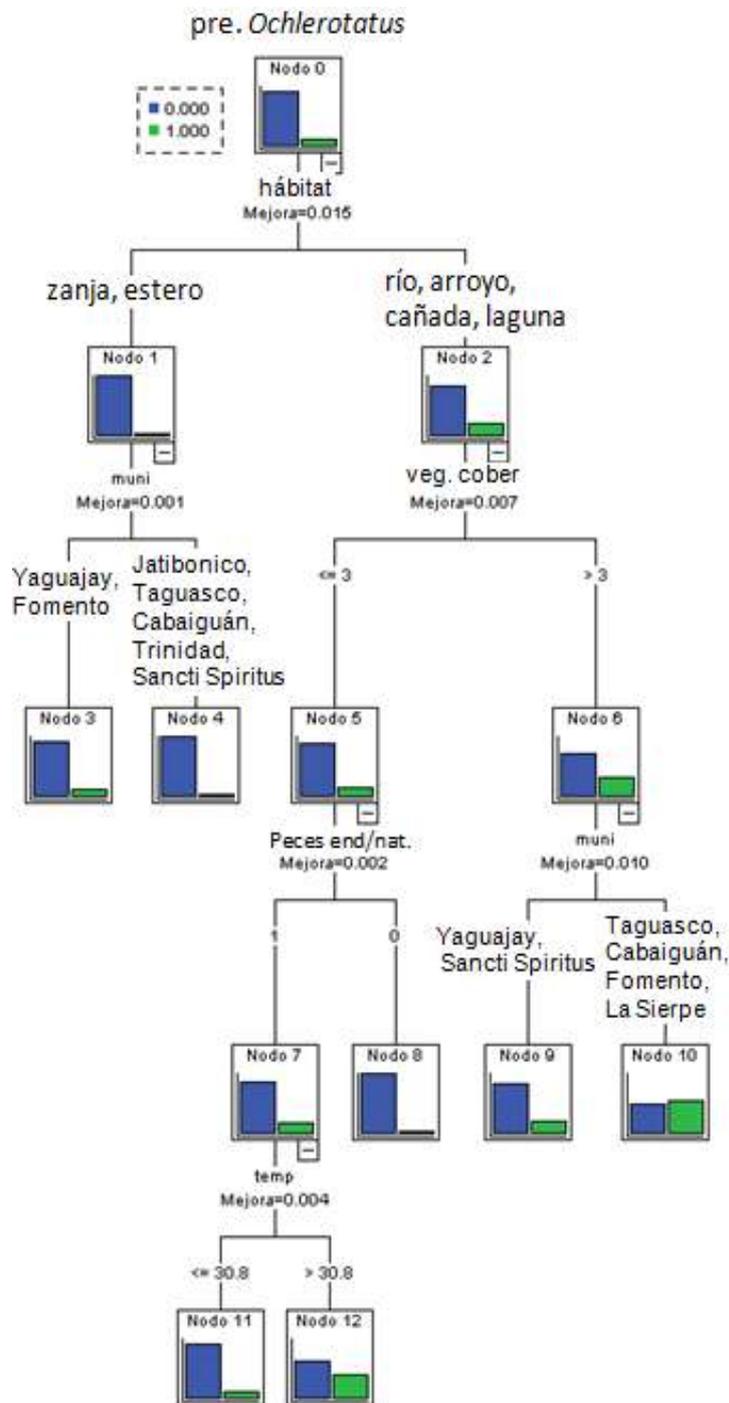


Figura 11. Árbol de decisión para el género *Ochlerotatus*, Santi Spiritus, Cuba. *Ochlerotatus*: presencia de *Ochlerotatus*, muni: municipio, temp: temperatura.

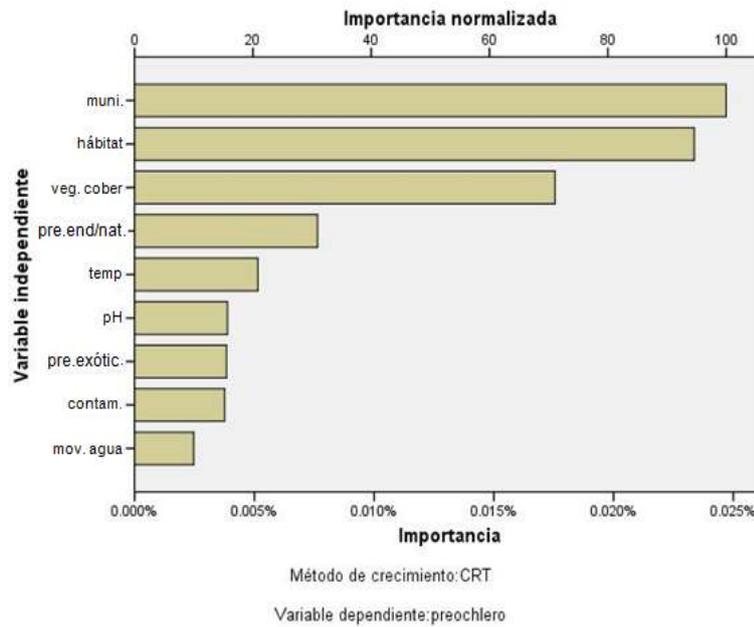


Figura 12. Distribución de las variables independientes según grado de importancia/decisión para el género *Ochlerotatus*, Santi Spiritus, Cuba. preochlero: presencia de *Ochlerotatus*.



Figura 13. Árbol de decisión para el género *Psorophora*, Santi Spiritus, Cuba. Leyenda: muni: municipio.

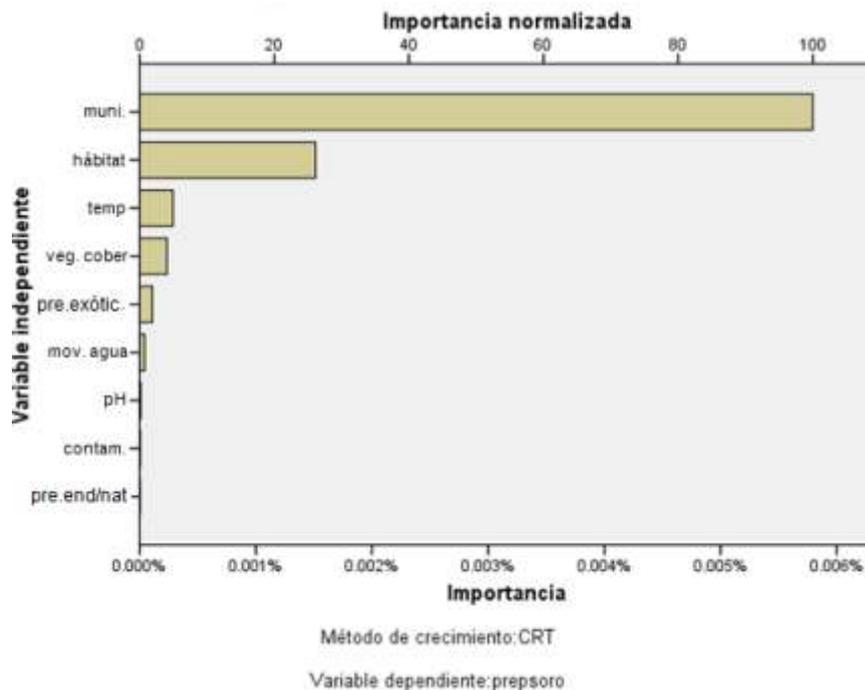


Figura 14. Distribución de las variables independientes según grado de importancia/decisión para el género *Psorophora*, Santi Spiritus, Cuba. prepsoro: presencia de *Psorophora*.

Se pudo constatar también dicha relación, para los géneros *Uranotaenia* y *Wyeomyia*, porque a pesar de ser especies poco comunes y de estrecha plasticidad ecológica (se corroboró por lo estrecho de los árboles), la presencia de peces, tanto endémicos, naturalizados y exóticos, jugó cierto papel biorregulador, debido a que, en alguna medida, fueron depredados por estos peces, pero mucho más manifiesta en los endémicos y naturalizados (Figuras 15-18). Se muestran las correspondientes distribuciones de variables según el grado de importancia para los dos géneros.

Las mayores frecuencias o abundancias relativas en esta investigación resultaron ser para los géneros *Culex* (55,4%), *Anopheles* (22,2%), *Mansonia* (18,0%) y *Ochlerotatus* (10,2%), mientras que los de menores valores fueron *Uranotaenia* (3,7%), *Wyeomyia* (2,8%), *Psorophora* (2,0%) y *Aedeomyia* (1,3%).

DISCUSIÓN

De las 68 especies de mosquitos registradas para Cuba (González 2006), 33 fueron identificadas en esta investigación (48,5%). Se colectaron especies en todos los ecosistemas fluviales muestreados, lo cual evidenció la gran plasticidad ecológica de la entomofauna de culícidos existentes en Cuba, a pesar de ser un archipiélago, lo que corrobora los resultados obtenidos por González (1985) y García (1997).

Las especies de mosquitos más comunes y mejor representadas en esta investigación resultaron ser *An. albimanus*, *An. crucians*, *Cx. atratus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. nigripalpus*, *Ps. confinnis*, *Mansonia titillans* y *Ur. lowii*, por estar repartidas en casi todos los ecosistemas muestreados, donde aparecieron con abundancia relativamente alta, hecho que concuerda con los resultados obtenidos por

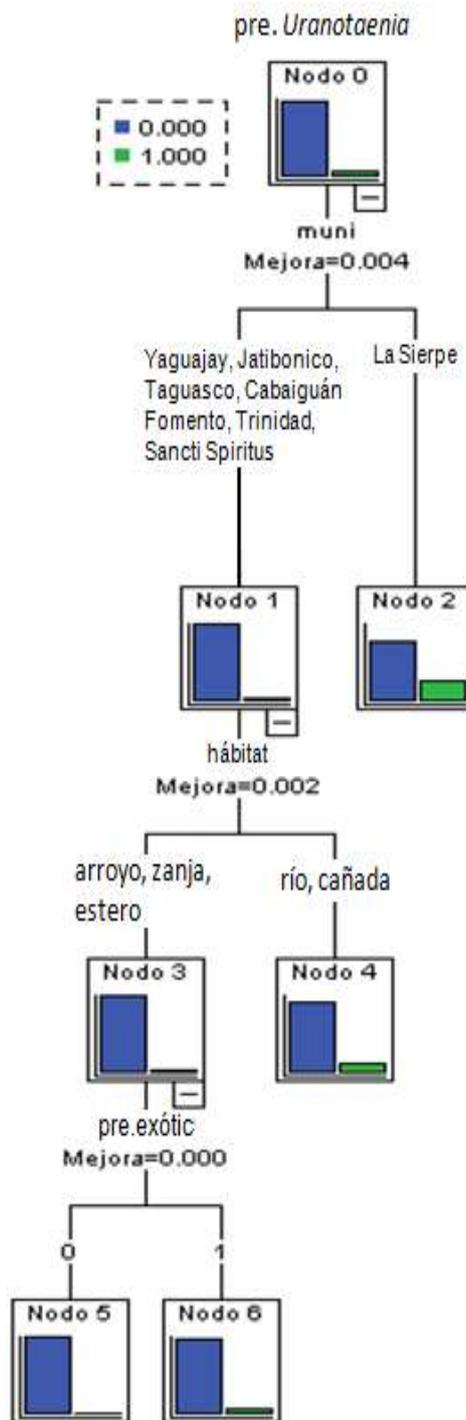


Figura 15. Árbol de decisión para el género *Uranotaenia*, Santi Spiritus, Cuba. pre. exótico: presencia de exóticos (se refiere a los peces).

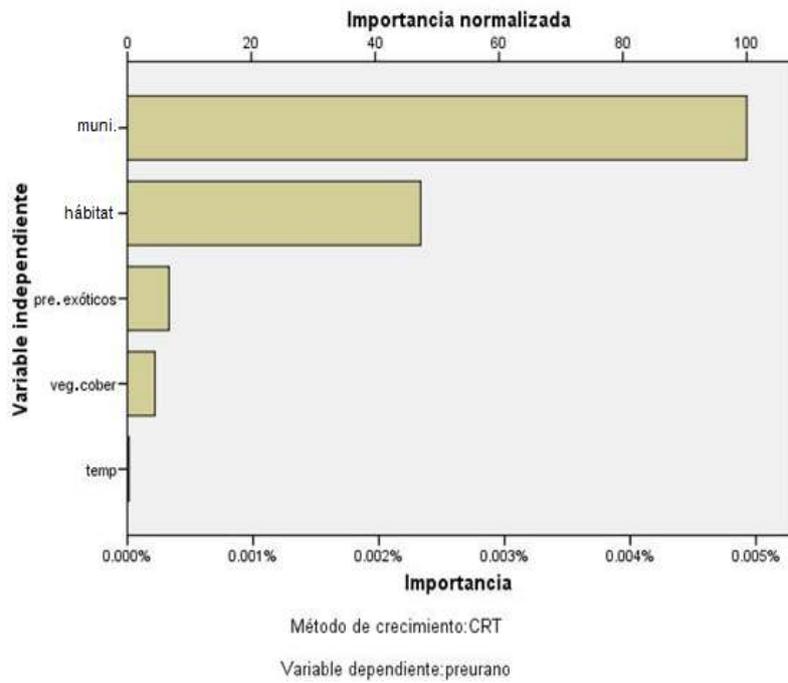


Figura 16. Distribución de las variables independientes según grado de importancia normalizada para el género *Uranotaenia*, Santi Spiritus, Cuba. preurano: presencia de *Uranotaenia*.

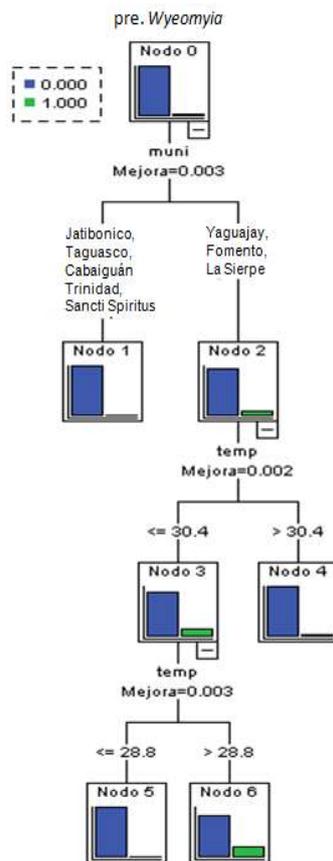


Figura 17. Árbol de decisión para el género *Wyeomyia*, Santi Spiritus, Cuba. muni: municipio, temp: temperatura.

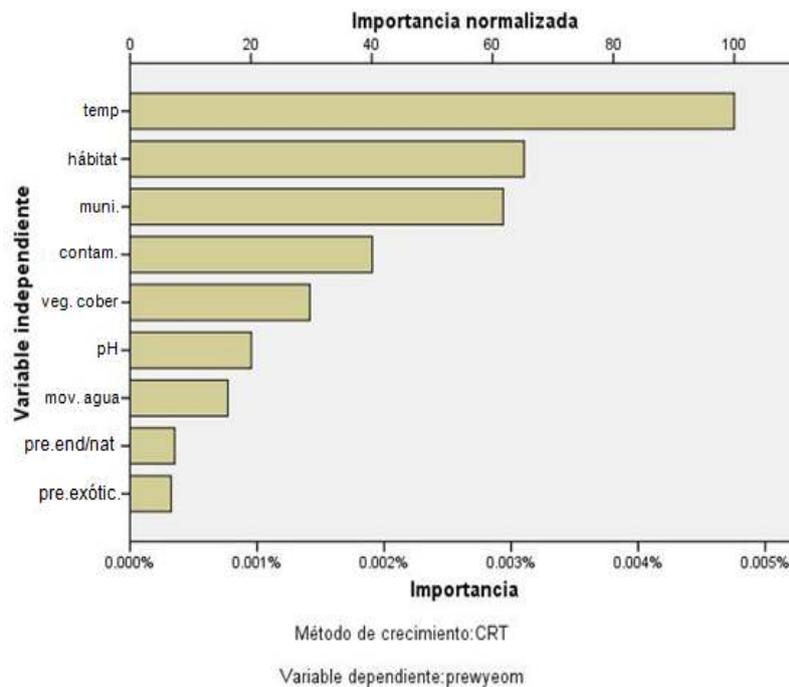


Figura 18. Distribución de las variables según grado de importancia normalizada para el género *Wyeomyia*, Santi Spiritus, Cuba. preweom: presencia de *Wyeomyia*.

Marquetti (2006), específicamente para *Cx. quinquefasciatus* en el ecosistema urbano. Mattingly (1962) y Cruz & Cabrera (2006) señalan la extraordinaria capacidad adaptativa y alta plasticidad ecológica de *Cx. quinquefasciatus* sobre los más diversos y posibles hábitats que el hombre le brinda.

Al analizar los resultados de nuestro estudio con los obtenidos por Cruz & Cabrera (2006) en la propia provincia Sancti Spíritus, con vista a la caracterización entomológica y ecológica de casos y sospechosos al virus del Nilo Occidental en humanos, resultan coincidentes ambos resultados para *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. nigripalpus* y *An. albimanus*; pero en investigaciones efectuadas por Rodríguez *et al.* (2006) en la provincia Villa Clara entre los años 2004 al 2006, los puntos de coincidencia son mayores, debido a que también se incluyen *Ps. confinnis* y *Cx. atratus*.

Los municipios con mayor riqueza de especies en nuestro estudio resultaron ser: Trinidad, Sancti Spíritus, La Sierpe, Fomento y

Yaguajay; es decir, los municipios con ecosistemas costeros, premontañosos y montañosos. En el caso de La Sierpe tiene sus particularidades, ya que a pesar de ser costero, también posee extensas áreas arroceras que permanecen anegadas durante casi todo el año, lo cual favorece a especies de mosquitos que habitan en dichos ecosistemas. Todo esto, está dado en gran medida por la confluencia de una variada gama de ecosistemas, que brindan condiciones óptimas de hábitat para una mayor cantidad de especies de organismos, hecho este que concuerda con los resultados de varios autores (Achá & Fontúrbel 2003, González 2006, Cassab *et al.* 2011).

La abundancia de la vegetación, fue más intensa en los ríos, en especial, la de tipo flotante *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solins y *Pistia stratiotes* (L.), a la cual se encontraron asociadas larvas de las especies *Mn. titillans* y *Ae. squamipennis*, lo que concuerda con la ecología de ambas especies (Blanco-Garrido 2006, González 2006); mientras que en las cañadas, zanjas y esteros, la vegetación fue

escasa. En este resultado influyeron los altos niveles de contaminación de los dos primeros, así como la salinidad en los esteros, lo que constituye un factor limitante para el crecimiento y desarrollo, no solo de la vegetación, sino también de organismos del reino animal (Diéguez *et al.* 2007, Argota & Tamayo 2012, Ponce de León, 2012).

El género *Culex* estuvo presente en los ocho municipios con densidades poblacionales altas. Además, apareció con una alta frecuencia relativa (55,4%) representativa de la alta capacidad adaptativa y plasticidad ecológica de este género (García & Gutsevih 1969, Cruz & Cabrera 2006, González 2006, Cox *et al.* 2008), tanto para Cuba como en el exterior. El segundo género en frecuencia fue *Anopheles* (22,2%), el mismo agrupa a especies de mosquitos de hábitos rurales, de vuelo amplio, generalmente asociados a arroyos y lagunas (González 2006). El tercer género en frecuencia correspondió a *Ochlerotatus*, de alta plasticidad ecológica y con una abundancia relativa del 10,2%, lo que justificó su aparición en todos los municipios. Hay que destacar que la mayoría de las especies de mosquitos implicadas en la transmisión de enfermedades, en la provincia espirituana, están dentro de estos tres géneros (Marquetti 2006, González 2006, Cruz & Cabrera 2006) para esta provincia.

Los géneros *Uranotaenia* y *Wyeomyia* aparecieron en menor proporción y con distribución geográfica más restringida, estos son culicidos mayoritariamente rurales y dependientes del momento estacional. El resto de los géneros se encontró en menores proporciones y con mayor limitación de la representación de especies, pero siempre en consonancia con la ecología y biología descritas para cada una de las especies (Cox *et al.* 2008, Diéguez *et al.* 2012, Salaverry *et al.* 2012).

Si tenemos en cuenta la marcada y progresiva

disminución que está ocurriendo en cuanto a las densidades poblacionales y riqueza de especies de la ictiofauna fluvial espirituana, con carácter biorregulador, sobre los culicidos de interés sanitario, aparejado a un aumento de estas variables ecológicas para el ensamblaje de mosquitos, unido a que esta provincia posee el mayor embalse del país, la presa Zaza (con una capacidad de almacenaje de 1 020 millones m³ de agua), que por demás, constituye uno de los mayores sitios de descanso, apareamiento y reproducción de aves migratorias, entre las que se encuentran especies reservoras de arbovirosis con incidencia para la salud humana y animal (Cepero 2012, Pupo 2012), es evidente el riesgo potencial que representa para la aparición de entidades infecciosas, como la malaria, dengue, virus del Nilo Occidental, encefalitis de San Luis, virus de las encefalitis equina venezolana y del este, fiebre amarilla, entre otras entidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achá, D. & Fontúrbel, F. 2003. La diversidad de una comunidad, ¿Está controlada por top-down, bottom-up o una combinación de estos?. Revista de Biología de Organismos, 13:1-16.
- Agostinho, A.A.; Pelicice, F.M.; Gomes, L.C. & Júlio, H.F. 2010. Estocagem de peixes: quando um mais um pode ser menos que dois. Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia, 100: 49-53.
- Arcari, P.; Tapper, N.P. & Fueller, S. 2007. Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. Singapore Journal of Tropical Geography, 28: 251-272.
- Argota, P.G. & Tamayo, R.S. 2012. Factor de condición biológico-ambiental en la *Gambusia punctata* y sus efectos para el control biológico larval. MEDISAN, 16. Disponible en

- <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=leído> el 10 de diciembre del 2013.
- Bisset, J.A.; Rodríguez, M.M. & De Armas, Y. 2004. Comparación de dos poblaciones de mosquitos de *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba con diferentes comportamientos de reposo. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 56: 54-60.
- Blanco-Garrido, F. 2006. *Ecología, distribución y conservación de peces continentales en el cuadrante suroccidental ibérico* [tesis doctorado]. Universidad de Huelva, España.
- Cassab, A.; Morales, V. & Mattar, S. 2011. Factores climáticos y casos de dengue en Montería, Colombia. 2003-2008. *Revista de Salud Pública de Colombia*, 13: 1-12.
- Cepero, R.O. 2012. El cambio climático: su efecto sobre enfermedades infecciosas. *Revista Electrónica de Veterinaria, REDVET*, 13(05B).
- Charrel, R.N. & de Lamballerie, X. 2004. West Nile virus. An emerging arbovirus. *La Presse Médicale*, 33:1521-1528.
- Cox, S.J.; Davis, T.M.E.; Lee- Kim, S. & Shamsui, S.S.G. 2008. *Plasmodium knowlesi* malaria in human is widely distributed and potentially life threatening. *Clinical Infection Diseases*, 46: 165-171.
- Cruz, C.P. & Cabrera, M.C. 2006. Caracterización entomológica-ecológica de casos y sospechosos del Virus del Nilo Occidental en la provincia Sancti Spíritus, Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 58: 235-240.
- Dehecq, J.S.; Baviile, M.; Marqueron, T.; Mussard, R. & Filleul, L. 2011. The reemergence of the chikungunya virus in Reunion Island on 2010. *Bulletin of the Exotic Pathology Society*, 2:153-160.
- Delatte, H.; Dehecq, J.S.; Thiria, J.; Domerg, C. & Paupy-Fontenille, D. 2008. Geographic distribution and developmental sites of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) during a Chikungunya epidemic event. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 8: 25-34.
- Diéguez, L.; Rodríguez, R.; Vázquez, R.C. & Cruz, P. 2007. Presencia y distribución de *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) en Camagüey, un probable competidor de moluscos de interés sanitario. *Archivo Médico de Camagüey*, 11: En: <http://www.amc.sld.cu/amc/2007/v11n2-2007/1075.htm>. leído el 11 de diciembre del 2014.
- Diéguez, F.L.; Vázquez, C.R.; Mentor, S.V.; Díaz, M.I. & Fimia, D.R. 2012. Culícidos de relevancia médico veterinaria presentes en criaderos naturales de tres áreas de Camagüey, Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 64: 134-137.
- Expósito, F.; Malerba, D. & Semeraro, G.A. 1997. Comparative- Analysis of Methods for Pruning Decision Trees, *PAMI*, 19:476-491.
- Forattini, O.P. 1996. *Culicidología Médica. Principios generales, morfología y glosario taxonómico*. Universidad de Sao Paulo, Brasil, 1: 1-548.
- García, A.I. & Gutsevich, A.V. 1996. Los mosquitos de Cuba como hematófagos del hombre. *Torreia*, 15:1-7.
- García, A.I. 1997. *Fauna cubana de mosquitos y sus criaderos típicos*. 1ª ed. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba.
- González, B.R. 1985. Nuevos reportes sobre la tribu Sabethini (Diptera: Culicidae) para Cuba. *Poeyana*, 298: 1-11.
- González, B.R. 2006. *Culícidos de Cuba*. 1ª ed. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- Gutiérrez, A.; Perera, G.; Yong, M. & Fernández, J. 1997. Relationships of the prosobranch snail *Pomacea paludosa*, *Tarebia granifera* and *Melanoides tuberculata* with the abiotic environment and freshwater snail diversity in the

- central region of Cuba. *Malacological Review*, 30: 39-44.
- Ibáñez, S.B. & Martínez, C.C. 1994. Clave para la identificación de las larvas de mosquitos comunes en las áreas urbanas y suburbanas de la República Mexicana (Diptera: Culicidae). México, 1-34.
- Kyle, J.L. & Harris, E. 2008. Global spread and persistence of dengue. *Annual Review of Microbiology*, 62: 71-92.
- Lima, J.B.P.; Cunha, M.P. & Júnior, R.C.S. 2003. Resistence of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the state of Rio de Janeiro and Espírito Santo, Brasil. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 68: 329-333.
- Lugones, B.M. & Ramirez, B.M. 2012. Dengue. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 28: 1-4.
- Marquetti, M.F. 2006. *Aspectos bioecológicos de importancia para el control de Aedes aegypti y otros culícidos en el ecosistema urbano* [tesis doctoral]. Ciudad de La Habana: Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí».
- Maron, G.M.; Escobar, G.A.; Hidalgo, E.M.; Clara, A.W.; Minnear, T.D.; Martínez. 2011. Characterization of Dengue Shock in pediatric patients in El Salvador. *Pediatric Infection Disease Journal*, 30: 449-450.
- Mattingly, P.F. 1962. The urban mosquito hazard today. *Bulletin World Health Organization*, 135:1-54.
- Metcalf, C.L. & Flint, R.L. 1975. *Insectos destructivos e insectos útiles*. 2ª ed. La Habana: Pueblo y Educación.
- Odum, E.P. 1972. *Ecología*. Interamericana. México, 639 p.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 1980. *Resistencia de los vectores de enfermedades a plaguicidas*. V Informe de Comité de Expertos de la OMS en Biología de los Vectores y Lucha Antivectorial. Ginebra: OMS; pp. 13-29 (Serie de Informes Técnicos No. 655).
- Peña, A. 2010. *Contaminación de ríos y lagos. Eutrofización*. Biología 4 ESO. Impacto Ambiental. IES. Torre del Campo, 4 pp.
- Perera, G. 1996. *Ecologie des Mollusques d`Eua Douce d` Intérêt Médical et Vétérinaire à Cuba*, PhD Thesis, Université de Perpignan, France, 105 p.
- Pointier, J.P. & Guyard, A. 1992. Biological control of the snail intermediate hosts of *Schistosoma mansoni* in Martinique, French West Indies. *Tropical Medicine Parasitology*, 43:98-101.
- Ponce de León, J.L. 2012. *Estrategias de historia de vida relacionadas con la reproducción de la familia Poeciliidae (Actinopterygii: Cyprinodontiformes) en Cuba: patrones opuestos en ambientes lóticos y lénticos*. [Tesis de Doctorado]. Universidad de La Habana, Cuba, 120 p.
- Pupo, A.M.; Guzmán, M.G.; Fernández, R.; Llop, A.; Dickinson, F.O.; Pérez, D.; Cruz, R.; González, T.; Estévez, G.; González, H.; Santos, P.; Kourí, G.; Andonova, M.; Lindsay, R.; Artsob, H. & Drebot, M. 2006. West Nile Virus Infection in Human and Horses, Cuba. *Emerging Infectious Diseases*, 12: 1022-1024.
- Pupo, A.M.; Cabrera, V.; Vázquez, Y.; Drebor, M.; Andonova, M.; Dickinson, F.; Fuentes-González, O.; Pérez-Rodríguez, A. & Santos-Montero, P. 2011. Estudio serológico en localidades con infecciones confirmadas al virus del Nilo Occidental. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 63: 227-230.
- Pupo, A.M. 2012. Arbovirus de importancia médica para Cuba. *REDVET*, 13: 05B.
- Raz, G.A. 2000. *Crustáceos y Poliquetos. Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores)*. pp. 265- 307. Plaza y Valdés. México.
- Reinert, J. 2000. New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Aedini), elevation of subgenus *Ochlerotatus* to generic rank,

- reclassification of the other subgenera, and notes on certain subgenera and species. *Journal of American Mosquito Control Association*, 16:175-188.
- Reinert, J. 2004. Phylogeny and classification of *Aedes* (Diptera: Culicidae) based in morphological characters of all life stages zoological. *Journal of the Linnean Society*, 142: 289-368.
- Reinert, J. 2005. Generic and subgeneric status of Aedini mosquito species (Diptera: Culicidae: Aedini) occurring in the australasian region. *Zootaxa*, 887:1-10.
- Reiter, P.; Fontenille, D. & Paupy, C. 2006. *Aedes albopictus* as an epidemic vector of Chikungunya virus: another emerging problema?. *Lancet Infection Disease*, 6: 463-464.
- Rodríguez, J.M.; Cepero, O. & Rodríguez, A. 2006. Vigilancia y control en criaderos temporales y permanentes de culícidos en Villa Clara. *REDVET*, 7:12-16.
- Rodríguez, M.M.; Bisset, J.A. & Fernández, D. 2007. Level of insecticide resistance and resistance mechanisms in *Aedes aegypti* from some Latin American countries. *Journal of American Mosquito Control Association*, 23: 420-429.
- Salaverry, V.F.; Salazar, D.S.; Fimia, D.R.; Diéguez, F.L. & Silveira, P.E. 2012. Sitios de cría asociados con los culícidos de relevancia médico-veterinario de Santo Domingo, Villa Clara. *REDVET*, 13:05B.
- Troyo, A.; Calderón, A.O.; Fuller, D.O.; Solano, M.E.; Avedaño, A.; Arheart, K.L.; Chadee, DD & Beier, J.C. 2008. Seasonal profiles of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larval habitats in a urban area of Costa Rica with a history of mosquito control. *Journal of Vector Ecology*, 33:76-88.
- Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystem. *Water Research*, 18:653-694.
- WHO. 2008. *Dengue y dengue hemorrágico*. Nota descriptiva N- 117. Revisión de mayo 2008.
- Yong, M. 1998. *Biosystématique des Mollusques d' Eau Douce d' Intérêt Medical et Vétérinaire à Cuba*. PhD Thesis, Université de Perpignan, France, 104 p.
- Zinser, M.; Ramberg, F. & Willott, E. 2005. *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) as a potencial West Nile Virus vector in Tucson, Arizona: Blood meal analysis indicates feeding on both human and bird. *Canadian Journal of Public Health*, 96:37-40.

Received April 27, 2015.

Accepted June 23, 2015.