

INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL «PEDRO KOURÍ» (IPK)

VICEDIRECCIÓN DE PARASITOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE VECTORES



***FACTORES ANTROPOGÉNICOS Y AMBIENTALES: INCIDENCIA
SOBRE LA ICTIOFAUNA LARVÍVORA CON IMPORTANCIA
SANITARIA EN SANCTI SPÍRITUS***

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
DE LA SALUD.**

Lic. Rigoberto Fimia Duarte

La Habana

2013

INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL «PEDRO KOURÍ» (IPK)

VICEDIRECCIÓN DE PARASITOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE VECTORES

***FACTORES ANTROPOGÉNICOS Y AMBIENTALES: INCIDENCIA
SOBRE LA ICTIOFAUNA LARVÍVORA CON IMPORTANCIA
SANITARIA EN SANCTI SPÍRITUS***

**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
DE LA SALUD.**

Autor: Lic. Rigoberto Fimia Duarte, MSc

Tutores : Lizet Sánchez Valdés, MSc, DraC.

Prof. María del C. Marquetti Fernández, DraC.

Asesora: Prof. Milagros Alegret Rodríguez, DraC.

La Habana

2013

AGRADECIMIENTOS

Ardua es la tarea que se acomete durante la realización de una tesis, sea cual fuere el tema y campo que se aborde, y alcanzar dicha meta, es tarea para hombres con verdadera consagración y estoicismo y sin lugar a dudas, una de esas personas lo es la MSc. Natividad Hernández Contreras, bujía inspiradora y artífice de la idea para que emprendiera mi doctorado, quien supo orientarme, pero a la par, entregarse a tal empresa de manera irrestricta e incondicional. Especial reconocimiento al Lic. Edgar Corona Santander, por ayudarme en la revisión de toda la tesis, así como en el formato y estilo de la misma; a todos los Jefes de las Unidades Municipales de Vectores de cada municipio de la provincia espirituana; a la máxima dirección de La Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial de Sancti Spiritus y al chofer Anselmo Madrigal, por haber sido parte del equipo que participó en la mayoría de los muestreos. Agradecimiento, también al MSc. Domingo W. Fonticiella por la valiosa cantidad de bibliografía que me facilitó, así como por las fotos de peces fluviales, todo lo cual permitió elaborar más de un capítulo de la revisión bibliográfica. Agradecimientos extensivos a mi compañera, Mirna Medina Pérez, al Dr. Humberto Vera, la Téc. Olivia Gómez Ortiz y al DrC. Omelio Cepero Rodríguez, por sus consejos, entrega de información, revisión cuidadosa y detallada de toda la tesis y apoyo moral en todo momento. A Rubén Santos Marrero y al DrC. Paulo Ortiz Bultó por el apoyo moral y científico, así como por el aporte humano e incondicional de ambos.

Serían incompletos mis agradecimientos si no reconozco la ayuda infinita de mis primos Eugenio Caballero Fimia y Yoilán Fimia León; de Yamilé Guzmán y sus hijos en La Habana, y muy en especial, de Rigoberto Fimia Ponce y Agustina Duarte Conyedo, mis maravillosos padres. Agradezco de todo corazón la ayuda incondicional del DrC. Vicente Berovides Álvarez, hombre de ciencia, de infinita ternura y dedicación para conmigo; a mis tutoras y la asesora, vaya mi eterno agradecimiento, gracias a las cuales fue posible culminar la obra iniciada. En fin, mi total agradecimiento a todos los que tuvieron que ver, de una forma u otra, con la realización de este momento.

¡Muchas gracias!,

El Autor.

DEDICATORIA

A LAS GENERACIONES DE CIENTÍFICOS E INVESTIGADORES QUE PUSIERON LO MEJOR DE SU INTELLECTO EN FUNCIÓN DE LA ICTIOLOGÍA FLUVIAL.

A LOS QUE DÍA A DÍA ENTREGAN LO MEJOR DE SÍ MISMOS EN POS DE LAS CAUSAS MÁS NOBLES Y JUSTAS DE ESTE MUNDO.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE TIENEN FE EN EL MEJORAMIENTO HUMANO.

A LOS QUE CREEN QUE UN MUNDO MEJOR ES POSIBLE.

AL EMINENTE PROFESOR E INVESTIGADOR GUSTAVO KOURÍ FLORES, QUIEN FUE BRÚJULA Y MOTIVO DE INSPIRACIÓN PARA EMPRENDER ESTA INVESTIGACIÓN.

A TODOS ELLOS, DEDICO ESTE TRABAJO.

LISTADO DE ABREVIATURAS

<i>Ae.</i>	<i>Aedomyia</i>	SARS	Síndrome Respiratorio Aviar Severo
<i>An.</i>	<i>Anopheles</i>	<i>sp</i>	especie
ADA:	Amplificación Dependiente de Anticuerpos	<i>spp</i>	especies
<i>Ba.</i>	<i>Bacillus</i>	<i>St.</i>	<i>Stegomyia</i>
CRT	Siglas en inglés. Classification and Regreition Tree.	S	Riqueza de especies
<i>Cx.</i>	<i>Culex</i>	UICN	Siglas de: Unión Internacional para la Conservacion de la Naturaleza.
EUA	Estados Unidos de América.	U P V L A	Unidad Provincial de Vigilancia y Lucha antivectorial
<i>et al.</i>	Colaboradores (cuando son más de dos o seis autores)	<i>Ur.</i>	<i>Uranotaenia</i>
FAO	Siglas en Inglés. Food and Agriculture Organization.	URSS	Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (extinguida).
<i>G.</i>	<i>Gambusia</i>	WHO	Siglas en inglés. World Health Organization.
(IPK)	Instituto Pedro Kourí	<i>Wy.</i>	<i>Wyeomyia</i>
<i>L.</i>	<i>Limia</i>	X.	<i>Xiphophorus</i>
MAUP	Siglas en inglés, Modification Areal Unit Problem.		
MIP	Ministerio de la Industria Pesquera		
Mn.	<i>Mansonia</i>		
<i>Oc.</i>	<i>Ochlerotatus</i>		
<i>P.</i>	<i>Poecilia</i>		
<i>Ps.</i>	<i>Psorophora</i>		
<i>Ro.</i>	<i>Romanomermis</i>		
<i>S.</i>	<i>Salmo</i>		

SÍNTESIS

El control biológico, como alternativa de enfrentamiento a los organismos vectores, se hace cada día más necesario debido al desarrollo de la resistencia a insecticidas. Con el objetivo de caracterizar los ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus, así como los factores antropogénicos y ambientales que influyeron en la permanencia y distribución de la ictiofauna larvívora, se realizaron seis muestreos, en 90 ecosistemas fluviales de los ocho municipios que conforman la provincia. Los datos obtenidos fueron comparados con los resultados de muestreos realizados en las décadas anteriores. Se identificaron 15 especies de peces agrupadas en 12 géneros y seis familias y 33 especies de mosquitos. El análisis del contenido estomacal de cuatro especies de peces demostró ser un indicativo de la actividad biorreguladora y la interacción entre los peces endémicos y naturalizados con los introducidos. Se demostró la alta capacidad biorreguladora de las especies *Gambusia punctata* y *Gambusia puncticulata*. Los factores ambientales que mayor influencia ejercieron, sin considerar las variables espaciales, para los peces endémicos, naturalizados y exóticos fueron la contaminación, la pendiente y la cobertura de la vegetación y considerando las variables espaciales, resultaron ser los municipios, el hábitat y la contaminación. Se evidenciaron cambios en las poblaciones de la ictiofauna fluvial espirituana actual, consistente en el incremento del número de géneros y especies. El aumento sustancial de las especies exóticas, tanto en reservorios como en municipios y número de ejemplares, provocó una reducción de tres especies emblemáticas dentro del ictiocontrol, lo que a nivel ecológico eleva el riesgo entomoepidemiológico.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
I. 1 Antecedentes	1
I. 2 Hipótesis	4
I. 3 Objetivos	4
I. 4 NOVEDAD CIENTÍFICA	5
I. 5 VALOR TEÓRICO	6
I. 6 VALOR PRÁCTICO	6
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
II. 1 Los mosquitos	9
II. 1. 1 Taxonomía y antecedentes en Cuba	9
II. 1. 2 Sitios de cría de los mosquitos	10
II. 1. 3 Enfermedades transmitidas por mosquitos	10
II. 1. 3. 1 La Malaria	10
II. 1. 3. 2 El Dengue	11
II. 1. 3. 3 La Fiebre Amarilla	12
II. 1. 3. 4 La fiebre del Nilo Occidental	13
II. 2 Influencia de los factores climáticos sobre las poblaciones vectoras, la biodiversidad y la salud humana y animal	15
II. 3 El control de las larvas de mosquitos por peces larvívoros	19
II. 4 Impactos de las introducciones de peces en el mundo	21
II. 4. 1 Impactos de las introducciones de peces en ecosistemas fluviales cubanos	23
II. 5 El origen de la fauna fluvial cubana	27
II. 6 Los peces de agua dulce de la región central del país	28
II. 7 Afectaciones de la introducción de peces a la ictiofauna nativa y la biodiversidad	30
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
III. 1 Descripción del sitio de estudio	34
III. 2 Características hidrográficas de la provincia Sancti Spíritus	35
III. 3 Universo de muestreo	35
III. 3. 1 Colecta de mosquitos	36
III. 3. 2 Colecta de peces	36
III. 3. 2. 1 Análisis del contenido estomacal de cuatro especies de peces	37
III. 4 Variables que se analizaron en la investigación	37
III. 4. 1 Variables Abióticas	37
III. 4. 2 Variables Bióticas	38
III. 4. 3 Variables Contextuales	38
III. 5 Análisis estadístico	39

CAPÍTULO IV. RESULTADOS	41
IV. 1 Especies de peces fluviales identificadas en los seis muestreos	42
IV. 2 Comportamiento de la ictiofauna fluvial colectada por especies y municipios en los seis muestreos realizados	43
IV. 3 Especies de mosquitos identificadas	44
IV. 4 Composición del contenido estomacal de cuatro especies de peces fluviales	47
IV. 5 Caracterización de los hábitats	49
IV. 6 Relación entre los principales factores bióticos y abióticos y las especies de peces larvivoros colectadas	51
IV. 7 Relación existente entre los culícidos y peces fluviales	61
IV. 8 Muestreos realizados durante los años 2000, 2005 y 2011 en relación con los efectuados antes del año 2000	78
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	83
V. 1 Distribución de peces fluviales colectados por especies y municipios	84
V. 2 Las especies de peces fluviales identificadas en los muestreos realizados, según familias y géneros	86
V. 3 Sobre las distribuciones de culícidos en el estudio	87
V. 4 En relación con la capacidad biorreguladora analizada en cuatro especies de peces fluviales	88
V. 5 Caracterización de los hábitats	90
V. 6 Los factores bióticos y abióticos y su incidencia en las especies de peces fluviales	92
V. 7 Los peces fluviales y su relación con los mosquitos	95
V. 8 Comparación entre los muestreos realizados en las décadas del 80 y 90 con los efectuados en el estudio actual	96
V. 9 Riesgos de enfermedades para la provincia Sancti Spiritus	101
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
PUBLICACIONES Y PARTICIPACIONES DEL AUTOR RELACIONADO CON EL TEMA DE TESIS	141
TUTORÍA DE TESIS DE MAESTRÍAS	150
ANEXOS	152
1. Jamo empleado para la colecta de peces fluviales.	152
2. Especies de peces fluviales relacionadas en la investigación	153

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

I. 1 Antecedentes

La lucha entre el hombre y los insectos se inició mucho antes del comienzo de la civilización, ha continuado sin cesar hasta el presente y continuará, sin duda, mientras la especie humana persista (Metcalf y Flint, 1975). Esta lucha se debe al hecho, de que ambos requieren continuamente de los mismos recursos (Berovides y Gerhartz, 2007).

La humanidad ha sufrido, a lo largo de la historia, el azote de enfermedades virales y parasitarias, en las cuales, para su desarrollo media un vector, dentro de estas resaltan: la fiebre amarilla, el dengue y la malaria. Estas entidades han postergado el avance de los trópicos americanos durante siglos, extendiendo la muerte y la incapacidad entre millones de habitantes del planeta (Metcalf y Flint, 1975; Troyo *et al.*, 2008).

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; Cepero, 2012). Actualmente, estas enfermedades vienen apareciendo en áreas donde fueron previamente controladas y erradicadas (Kyle y Harris, 2008; WHO, 2009). 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 y Ramírez, 2012). También, las epidemias por el virus chikungunya propagadas por mosquitos *Aedes albopictus* y *Aedes aegypti* 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; NVBDCP, 2009) 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, las aves salvajes son sus principales hospederos (Zinser *et al.*, 2005). En el hombre produce un síndrome febril y encefalitis, que puede llevar a la muerte del paciente (Andreadis *et al.*, 2004). Esta enfermedad fue detectada en el Nuevo Mundo en octubre de 1999 en la ciudad de Nueva York (Charrel y de Lamballerie, 2004); posteriormente, se dispersó en gran parte de Norte-Centro América y 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); pero 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).

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.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2007).

El incremento de las enfermedades transmitidas por mosquitos compromete cada vez más a la comunidad científica a priorizar la búsqueda de alternativas de control biológico, donde destaca el uso de peces larvífagos. Ello ha ido cobrando cada día mayor auge, principalmente en países tropicales, donde las enfermedades transmitidas por mosquitos constituyen un azote para la salud humana (Ghosh *et al.*, 2011). En estos casos, los peces larvífagos son una de las pocas alternativas de control a su alcance y en ocasiones, el único agente de control biológico disponible (Manna *et al.*, 2011; Aditya *et al.*, 2012).

En el informe anual de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del año 1982 sobre enfermedades tropicales se señala el uso de peces larvívoros en el control de mosquitos; en el

mismo, se destaca la importancia de los peces autóctonos de cada país, aspecto retomado en el año 2003, ya que constituye una práctica sustentable (Seng *et al.*, 2008; Pamplona *et al.*, 2009).

Los estudios sobre control biológico y su uso en el control de mosquitos tuvieron su auge en las décadas del 80 y 90 del siglo pasado en Cuba, cuando se realizaron diferentes estudios de laboratorio y campo para medir la eficacia de insectos acuáticos y peces; además, se promovió la utilización de nemátodos y bacterias esporógenas en la regulación de diferentes especies de culícidos, principalmente, en criaderos naturales (Koldenkova *et al.*, 1990; Santamarina y González, 1985; García y González, 1986; Santamarina y Pérez, 1997).

Las investigaciones realizadas sobre la ictiofauna fluvial del centro del archipiélago cubano son escasas y más aún, las relacionadas con la línea del empleo de los peces dulceacuícolas en el control de las poblaciones larvales de mosquitos con interés entomoepidemiológico. Una de las primeras investigaciones al respecto, fue la realizada por Vergara (1980), donde se hace alusión a las principales características de la ictiofauna dulceacuícola cubana y se menciona por primera vez la especie *Gobiosoma spes*, colectada en Tunas de Zaza, provincia Sancti Spíritus.

En la década del 80, del propio siglo XX, se realizaron algunos muestreos, en los cuales se incluyeron colectas de especies biorreguladoras en aguas interiores del municipio Sancti Spíritus (tanto de peces como de insectos acuáticos) que podían ser utilizados para reducir la infestación de mosquitos, pero no es hasta principios de los años 90 cuando se profundiza en los estudios sobre el tema, (Morejón, 1992 y Morejón *et al.*, 1993) principalmente, en los municipios de Fomento y Sancti Spíritus.

Ante el resurgimiento de enfermedades transmitidas por mosquitos, se hace necesaria la utilización del control integrado sobre los mismos. El control biológico y específicamente, el empleo de peces larvífagos es una alternativa que la comunidad científica prioriza cada vez más, por ser ecológicamente segura (Hernández y Márquez, 2006; Kumar y Hwang, 2006; Agostinho *et al.*, 2010).

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, nos propusimos la siguiente

I. 2 Hipótesis

La acción de los factores ambientales y antropogénicos en los ecosistemas fluviales, incrementan el riesgo entomoepidemiológico en la provincia de Sancti Spiritus.

I. 3 Objetivos

OBJETIVO GENERAL:

Identificar las especies de peces y mosquitos que habitan en los ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus, así como los factores ambientales y antropogénicos que influyen en la presencia y distribución de la ictiofauna larvívora fluvial en el período 2000 al 2011.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Identificar la ictiofauna larvívora y de culícidos colectadas en ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus durante los años 2000, 2005 y 2011.
2. Determinar la capacidad biorreguladora en los peces colectados a partir del análisis de las partículas alimentarias presentes en sus contenidos estomacales.
3. Determinar la relación existente entre los factores ambientales y antropogénicos con la presencia de los peces y mosquitos colectados en los ecosistemas fluviales muestreados.
4. Comparar las variaciones que han existido en las poblaciones de peces fluviales respecto a los años 1980-90.

I. 4 NOVEDAD CIENTÍFICA

Primer estudio que se realiza en el país que abarca todos los municipios de una provincia en materia de introducción de peces exóticos en criaderos donde proliferan las larvas de mosquitos con interés entomoepidemiológico.

Se brindan resultados actualizados sobre las especies de peces larvívoros y mosquitos existentes en los ecosistemas fluviales de Sancti Spíritus, así como de las especies con potencialidades biorreguladoras para el control del dengue, malaria, fiebre del Nilo Occidental, entre otras entidades infecciosas transmitidas por mosquitos.

Se identificaron nuevas especies de peces fluviales que constituyen nuevos registros para la provincia, tanto con potencialidades biorreguladoras, como de especies exóticas introducidas en los reservorios donde ovipositan y crían las especies de mosquitos con interés entomoepidemiológico.

Se determinaron las verdaderas potencialidades que posee la provincia en materia de lucha biológica contra enfermedades transmitidas por mosquitos, y de esta forma, enriquecer el arsenal biológico dentro del control integrado.

Constituye el primer estudio relacionado con los impactos ecológicos, que sobre los ensamblajes de peces larvívoros fluviales cubanos provocan las especies exóticas introducidas en criaderos de mosquitos con interés entomoepidemiológico.

I. 5 VALOR TEÓRICO

Se brindan, por primera vez, elementos y conocimientos de taxonomía sobre peces fluviales y mosquitos que habitan en los reservorios de toda la provincia Sancti Spíritus.

Se caracterizaron más de la mitad de los ecosistemas fluviales existentes en la provincia espirituaña, conjuntamente con la entomofauna de mosquitos existente en dichos reservorios.

I. 6 VALOR PRÁCTICO

Actualización de la lista de especies fluviales de peces y mosquitos; se identificaron cinco especies nuevas y cuatro géneros de peces para la provincia Sancti Spíritus.

Se determinó el efecto que provocaron las especies exóticas introducidas sobre las poblaciones de la ictiofauna biorreguladora endémica y naturalizada.

Ser miembro del colectivo de autores en cuatro investigaciones que han sido Resultados Relevantes Intitucionales del Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK). Año 2004 (dos), 2009 (una) y 2010 (una).

Publicar más de 40 artículos en revistas nacionales y extranjeras, incluyendo: Revista Cubana de Medicina Tropical, Revista de Entomología Mexicana, International Journal of Crustacean Research, Journal of Biodiversity and Conservation (BRENESIA), Journal of Mosquito Research y REDVET (más del 50 % en los últimos tres años).

Tutorar cinco Tesis de Maestría en Enfermedades Infecciosas, defendidas exitosamente en el Instituto Superior de Ciencias Médicas de Villa Clara Dr. Serafín Ruiz de Zárate Ruiz durante los años 2008, 2010 y 2011.

Impartir docencia y conferencias magistrales en las provincias de Cienfuegos, Ciego de Ávila y Villa Clara a los biólogos y entomólogos que laboran en vectores, así como a los alumnos maestrantes en la especialidad de Entomología Médica y Control de Vectores en el IPK en dos ocasiones (cursos: 2000-2001 y 2007-2008).

Presentar un Resultado Relevante ante el Consejo Científico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de La Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, lo cual posibilitó que fuera seleccionado a nivel de toda la Universidad como el trabajo de Mayor Significado para la Defensa y Seguridad Nacional en el año 2007.

Premio Anual al Mérito Científico Técnico y Premio CITMA Provincial en Villa Clara 2007.

Ser seleccionado por el Consejo Científico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias para optar por el Premio Gaspar García Galló a nivel de La Universidad Central «Marta Abreu » de Las Villas.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II. 1 Los mosquitos

Los mosquitos son artrópodos pertenecientes a la Clase Insecta, Orden Diptera y Familia Culicidae (González, 2006). En la actualidad, se conocen alrededor de 3 5000 especies de mosquitos, distribuidas por todo el mundo, con excepción de las regiones permanentemente congeladas, como es el caso del Continente Antártico (Forattini, 2002). El tamaño varía, según el género y la especie (desde los 2 mm como los géneros *Uranotaenia* y *Wyeomyia* hasta la *Psorophora ciliata*, que alcanza los 10 mm). El cuerpo está dividido en tres regiones, muy bien diferenciadas: cabeza, tórax y abdomen y son organismos con metamorfosis completa, donde las tres primeras fases de su ciclo biológico (huevo, larva y pupa) requieren del agua para poder desarrollarse.

II. 1. 1 Taxonomía y antecedentes en Cuba

Desde comienzo del siglo pasado los mosquitos han sido objeto de diferentes estudios faunísticos en Cuba, entre los que destacan, los realizados por Pazos (1903, 1908, 1909 y 1914), quien reportó 34 especies, luego Pérez Vigueras (1956) publicó una obra en la que reportó 41 especies de mosquitos para nuestro país. De la Torre *et al.* (1961) dieron a conocer una nueva lista de mosquitos con 44 especies. Años después se publicó una serie de trabajos, donde se dieron a conocer hasta 58 especies (Montchadsky y García, 1966; García y Gutsevich, 1969 y García, 1977). Alayo y García (1983) publicaron una lista de Dípteros de Cuba, con 62 especies de mosquitos; mientras González, (1985) identificó dos nuevas especies. En el año 1995, González Broche registra tres nuevas especies para la Isla y confirma la presencia de *Psorophora insularia* (Dyar y Knab, 1906) y *Culex mulrennani* (Basham, 1948), para posteriormente, en los años 1998, 1999 y 2000 aumentar el número a 67. Una nueva revisión de los culícidos de nuestro país fue realizada, con posterioridad, por González Broche (años 2002 al 2005), donde la cifra total de especies de mosquitos identificadas para nuestro país, se elevó a 68 (González, 2006).

II. 1. 2 Sitios de cría de los mosquitos

El agua está ligada a la vida y desarrollo del ser humano, es por tanto, un recurso multifuncional y valioso para todos los organismos (Coello y Cajas, 2005). La presencia de condiciones en depósitos de agua favorece el desarrollo de varias especies de mosquitos. Algunas viven en aguas salobres, unas son de agua dulce y otras crían en aguas totalmente poluidas. El estudio de los sitios de cría es importante para poder direccionar las acciones de control de los insectos (Marquetti, 2006). García (1977) clasificó en cuatro grupos los criaderos de mosquitos en Cuba, dividiéndolos principalmente por su naturaleza y la permanencia del agua en los mismos; los grupos son:

- Naturales Permanentes: que incluyen lagunas, ciénagas, cuevas de cangrejos, remansos de ríos, etc.
- Naturales Temporarios: que incluyen huecos de árboles, piedras y charcos de agua lluvia.
- Artificiales Permanentes: donde se encuentran las presas, zanjas, cisternas, canales, etc.
- Artificiales Temporarios: como arrozales, latas, gomas, etc.

II. 1. 3 Enfermedades transmitidas por mosquitos

Los dípteros hematófagos, son reconocidos, esencialmente, como agentes trasmisores de enfermedades (Reinert, 2005; Cruz y Cabrera, 2006). Este importantísimo grupo reúne una serie de insectos, que por necesitar la sangre del hombre o de los animales para hacer fértiles sus huevos, representan una verdadera amenaza para la humanidad (Devi *et al.*, 2010; Ghosh *et al.*, 2011). Dentro de este grupo se encuentran los mosquitos o zancudos, representados, científicamente, por la familia Culicidae (Reinert, 2005; González, 2006).

II. 1. 3. 1 La Malaria

La malaria, enfermedad conocida desde tiempos muy remotos, también es nombrada como fiebre intermitente. Su existencia se reconoce desde hace más de 4 000 años. Se estima su origen en África, desde donde se diseminó al resto del mundo (Farreras, 2000; Llop *et al.*,

2001). Los antiguos romanos la llamaron «malaria» (mal aire) porque creían que se originaba por inhalar el mal aire de los terrenos cenagosos (Benenson, 1992).

Durante las primeras siete décadas del pasado siglo se logró reducir las áreas con malaria, debido al empleo del insecticida dicloro–difeniltricloroetano (DDT) y las campañas antivectoriales realizadas entonces como parte de un programa mundial para el control de la malaria (Snow *et al.*, 1999; Gómez, 2010). Posteriormente, la erradicación de la enfermedad en los países industrializados y el fracaso del programa mundial para su control, fundamentalmente por la insuficiencia de recursos económicos, hizo disminuir el interés por la malaria, lo que trajo consigo la aparición de cepas resistentes a los medicamentos antimaláricos y la resistencia del vector al DDT (Kumar y Hwang, 2006). Como consecuencia de esta situación, hubo un incremento de los casos de malaria en todo el mundo (Francis, 2010). Hoy esta enfermedad se ha convertido en uno de los problemas de salud más importantes en vastas zonas de África Subsahariana, Asia y América del Sur (Cox *et al.*, 2008; Cepero, 2012).

A partir de la década de los 80, la malaria se convirtió en una entidad reemergente (OPS, 2008), lo cual ha motivado nuevas estrategias de lucha contra la enfermedad (Phillips-Howard, 2003; OMS, 2005). La incidencia en el 2009 por malaria, fue de 247 millones de casos (Rojas, 2010). Aproximadamente 2 500 millones de personas (40 % de la población mundial) está en riesgo, principalmente, en los países más pobres; más de 500 millones de personas enferman gravemente cada año y más de dos millones mueren, de las cuales, un millón son niños menores de cinco años (Rojas, 2010; TDR/WHO, 2010). El continente africano reporta el 80% de los casos y el 90% de las muertes a nivel mundial, de las cuales, el 20% corresponden a niños, con un promedio entre 1,6 y 5,4 episodios de fiebre palúdica por año, mientras que el 50% de la malaria en las américas la registra la Amazonia de Brasil (Gómez-Elipe *et al.*, 2007; OPS, 2008; Imbahale *et al.*, 2011).

II. 1. 3. 2 El Dengue

El dengue es una enfermedad infecciosa de origen viral, que se trasmite al hombre mediante un mosquito del género *Aedes* (Gubler, 1998). La primera descripción de una enfermedad compatible con dengue se publicó en la Enciclopedia China, en el año 992 de nuestra era. Sin embargo, no fue hasta 1635 que en las Indias Francesas del Oeste se conoció un reporte

similar, donde la enfermedad fue denominada «Coup de Barre» (Gubler, 1998). En 1779, en Batavia, Indonesia, se dio a conocer una epidemia de casos febriles denominada «Knockelkoorts» (Fiebre de huesos) y en el mismo año en el Cairo, Egipto, se le denominó «Mal de Genoux» (problemas de rodilla). En 1780 en Filadelfia, Estados Unidos, se registró la enfermedad febril como «Escarlatina reumática» (Eisen *et al.*, 2008; Fuller *et al.*, 2009).

A partir de la década del cincuenta se le denominó fiebre dengue (FD) a la forma clásica y fiebre hemorrágica dengue (FHD), síndrome de choque por dengue (SCD) a la forma severa de la enfermedad (Gubler, 2004), pero recientemente, la denominación o clasificación del dengue sufrió cambios, con una nueva clasificación en su denominación a la forma más grave de la enfermedad (TDR/WHO, 2009; Narvaez *et al.*, 2011).

Desde hace muchos años, el dengue se considera la enfermedad viral transmitida por vectores de más amplia distribución en el mundo (Guzmán *et al.*, 2010, Brady *et al.*, 2012). La incidencia de la enfermedad y las epidemias de dengue han aumentado en los últimos 35 años, y hoy, la enfermedad tiene carácter endémico en más de 100 países. Se estima que 2 500 millones de personas viven en áreas de riesgo de transmisión y entre 50-100 millones de casos ocurren cada año, de los cuales, más de 500 000 contraen su forma más grave, el dengue hemorrágico (Beatty *et al.*, 2010; Cassab *et al.*, 2011; Guzmán *et al.*, 2013), ahora bajo la denominación de «dengue severo/grave» (Narvaez *et al.*, 2011).

Lo antes expuesto, no relega a un segundo plano la influencia climática en la dispersión del vector implicado en la transmisión del dengue, esto continúa sobre el tapete de investigación. En los últimos tiempos, numerosos autores destacan el valor de las variables climáticas para la vigilancia y el abordaje oportuno del dengue y su vector (Motgomery *et al.*, 2008; Fuller *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 2009).

II. 1. 3. 3 La Fiebre Amarilla

La fiebre amarilla (vómito negro) es una enfermedad infecciosa aguda y contagiosa, caracterizada clínicamente por fiebre, albuminuria, que, en ocasiones, puede acompañarse de anuria, escalofríos, dolor lumbar, hemorragias, hematemesis o vómitos negros e ictericia (TDR, 2005; Valdés *et al.*, 2008). Esta entidad se clasifica dentro de las arbovirosis, es una

enfermedad transmisible agrupada dentro de las «enfermedades cuarentenables», cuyo agente etiológico es un virus de la familia *Flaviviridae* y que tiene en su ciclo de transmisión, al mosquito *Ae. Aegypti* (López, 2007; Valdés *et al.*, 2008).

La incidencia de fiebre amarilla en el mundo se incrementó notablemente en 1994 y 1995, comparada con los dos años anteriores (Gubler, 1998). En África se notificaron en 1994 brotes de fiebre amarilla en Camerún, Gabón, Ghana y Nigeria. En 1995 Liberia dio a conocer un brote que se extendió a Sierra Leona (Gubler, 2004; TDR, 2005). La fiebre amarilla continúa siendo endémica de África y América Latina. Ha experimentado un incremento en su frecuencia y extensión, especialmente, en algunos países de América del Sur (Valdés *et al.*, 2008).

Resulta evidente que el riesgo de reemergencia de la fiebre amarilla está presente; los índices de infestación por *Ae. Aegypti* son elevados; además, la introducción del hombre en zonas selváticas aumenta el riesgo de sufrir infecciones (fiebre amarilla selvática), que se puede trasladar a zonas urbanas y establecer el ciclo a este nivel, donde, de existir altos índices de infestación por *Ae. aegypti*, se crean las condiciones para la aparición de importantes brotes epidémicos; por ende, las poblaciones rurales son las de mayor riesgo; la mayoría de los casos se dan en adultos, específicamente, en hombres jóvenes que laboran en los bosques; en hombres sobrepasa el número de casos en relación con las mujeres, en una proporción de 2:1 (TDR, 2010).

II. 1. 3. 4 La fiebre del Nilo Occidental

La fiebre del Nilo Occidental (FNO) es una enfermedad febril aguda, emergente, provocada por el virus del Nilo Occidental, un arbovirus perteneciente a la familia *Flaviviridae* (Andreadis *et al.*, 2004; Mackenzie *et al.*, 2005). El agente causal de esta entidad es miembro del complejo antigénico de encefalitis japonesa, transmitido por mosquitos, del cual las aves salvajes son los principales hospederos (Beasley *et al.*, 2004; Zinzer *et al.*, 2005). El virus se mantiene en la naturaleza mediante un ciclo ave-mosquito-ave; es transmitido de las aves al hombre y otros mamíferos, por alrededor de 24 especies de mosquitos, distribuidos en varios géneros (Rutledge *et al.*, 2003; Andreadis *et al.*, 2004; Komar *et al.*, 2005; Zinzer *et al.*, 2005).

El hombre, los equinos y otros mamíferos constituyen hospederos accidentales de este virus, y no se transmite directamente entre los hombres (Ulloa *et al.*, 2003; Charrel y de Lamballerie, 2004; Farfale *et al.*, 2004; Pelayo, 2008). En 1937, fue aislado, por primera vez, en una mujer en estado febril, en un distrito de Uganda, al oeste del Nilo y fue reconocido como causa de casos graves de meningoencefalitis en Israel en 1957, donde ocurrió una severa epidemia en ancianos (Charrel y de Lamballerie, 2004; Tyler, 2006). Este virus es endémico en África, Asia, Europa y Australia, el mismo ha sido la causa de epidemias en Rumanía, Rusia e Israel (CDC, 2002; Bakonyi *et al.*, 2005; Briese y Bernard, 2005; Hayes y Gubler, 2005).

Esta enfermedad fue detectada en el Nuevo Mundo, en octubre de 1999 en la ciudad de Nueva York (Charrel y de Lamballerie, 2004), la cual ocasionó un brote de encefalitis; fue la primera vez que se dio a conocer el virus del Nilo Occidental en los Estados Unidos de América y el continente americano (CDC, 2002; Charrel y de Lamballerie, 2004).

En los Estados Unidos de América (EUA), se presentaron 20 casos en equinos, tanto en 1999 como en el 2000; los casos de equinos ocurrieron después que los de humanos habían sido identificados (Charrel y de Lamballerie, 2004). En este mismo año, en Israel ocurrieron 429 casos humanos y 29 defunciones. En EUA, se han registrado infecciones por este virus en aves, equinos y otros animales mamíferos, así como en humanos. En el caso de las aves se ha logrado aislamientos virales en 111 especies: 100 de vida silvestre y 11 exóticas en cautiverio (Godsey *et al.*, 2005; Zinser *et al.*, 2005).

El primer caso humano de encefalitis de la fiebre del Nilo Occidental en el Caribe fue registrado a finales del año 2001 en Las Islas Caimán. Posteriormente, en enero de 2002 se demostró serológicamente la presencia del virus en aves migratorias y residentes en Jamaica, República Dominicana y Puerto Rico (Komar *et al.*, 2005; Komar *et al.*, 2006). Mediante la vigilancia epidemiológica también se documentó la presencia de anticuerpos en caballos sanos (360 muestras) en la Isla de Guadalupe, entre junio del 2002 y enero del 2003 (Quirín *et al.*, 2004). En octubre del 2003 se identificó actividad serológica en caballos de Belice (Lefrancois, 2005; Komar y Clark, 2006). El segundo caso humano de encefalitis por el VNO fue identificado en Bahamas, en julio de 2003 (Komar y Clark, 2006). Posteriormente, se han notificado casos de infección por el virus del Nilo Occidental en varios países del Caribe, donde se incluye Cuba (Dupuis *et al.*, 2005; IPK, 2005; Pupo *et al.*, 2006; Pupo *et al.*, 2008),

los que constituyeron las primeras pruebas serológicas de actividad vírica en ecosistemas sudamericanos (Komar y Clark, 2006).

En México se reportó en el año 2002, el primer caso confirmado del VNO en el estado de Coahuila (Blitvich *et al.*, 2003; Ramos y Falcón Lezama, 2004).

II. 2 Influencia de los factores climáticos sobre las poblaciones vectoras, la biodiversidad y la salud humana y animal

La influencia antropogénica en los cambios climáticos ha proporcionado un mayor conocimiento de las interacciones clima-enfermedades. Para enfermedades infecciosas donde el patógeno replica fuera del hospedero final (como en el medio ambiente o en un hospedero intermediario o vector), los factores climáticos pueden tener efectos directos en el desarrollo del patógeno. La mayoría de los virus, bacterias y parásitos no se multiplican por debajo de ciertas temperaturas (por ejemplo 18°C para el parásito de la malaria *Plasmodium falciparum* y 20°C para el virus de la encefalitis japonesa (Mellor y Leake, 2000).

El calentamiento global también está afectando o incidiendo directamente sobre las estaciones. En Holanda, la fecha pico de llegada de las aves migratorias ocurría en abril; hace 25 años era así, y los polluelos nacían alrededor del 3 de junio, justo cuando las orugas comenzaban a salir; después de 20 años de calentamiento, las orugas han comenzado a salir dos semanas antes, por tanto, los polluelos no cuentan con la alimentación de siempre; existen múltiples relaciones ecológicas a las que el calentamiento global afecta de esta manera (Gore, 2007).

El número de especies exóticas invasivas ha aumentado, las que han llegado para llenar los huecos ecológicos que se están abriendo. En EUA, los escarabajos de pinos, a los cuales el clima frío mataba, ahora hay menos días de heladas, así que los pinos están siendo devastados. Algo muy similar está ocurriendo en Alaska, donde los escarabajos de corteza han devastado 5,5 millones de hectáreas de abetos. Los desarreglos ecológicos no paran aquí, ciertas ciudades fueron construidas fuera del alcance de los mosquitos, Nairobi (Kenya) y Harare en Zimbabwe, ahora los mosquitos con el calentamiento global están subiendo más alto (Gore, 2007; Kelly-Hope y Thomson, 2008). Hay muchos vectores de enfermedades infecciosas, que preocupan, ya que están extendiendo su alcance, no solo mosquitos, sino muchos otros (roedores, mosca

Tse-tsé, pulgas, piojos, garrapatas, murciélagos, moluscos) y han emergido enfermedades nuevas (Influenza Aviar, Síndrome Respiratorio Aviar Severo (SARS), Virus del Nilo Occidental, Lyme, Legionela, Ébola, entre muchas otras) en el último cuarto de siglo y han reemergido enfermedades que estaban controladas (dengue, malaria, leptospirosis, leishmaniosis, oncocercosis, schistosomosis y angiostrongylosis). También está el caso de los arrecifes de coral, que, por el calentamiento global y otros factores, están desapareciendo, y con ellos, los peces que dependen de estos; como resultado, la pérdida de especies está sucediendo a un ritmo mil veces más grande que el ritmo histórico (Mackenzie *et al.*, 2005; Zinser *et al.*, 2005; Gore, 2007).

El cambio climático que tanto ha incidido en el aumento de la temperatura del planeta, derivado, fundamentalmente, de la actividad humana (cambios de origen antropogénico), también tiene repercusión en la salud del hombre; cada vez son más los casos de malaria, enfermedad de Chagas, leishmaniosis, diversas parasitosis, dengue, cólera (Ortiz *et al.*, 2008; Rahamat-Langendoen *et al.*, 2008; Fuller *et al.*, 2009). En algunas regiones, por los incendios forestales se han desplazado las poblaciones de murciélagos y con ellos, se han incrementado los casos de rabia. Si no se detiene el calentamiento global que sufre el planeta, este se podría convertir en una amenaza para la biodiversidad, al detonar la extinción masiva de muchas especies (Gómez, 2007; Gore, 2007).

Evidentemente, el cambio climático está influyendo sobre la distribución temporal y espacial, así como sobre la dinámica estacional de patógenos, vectores, hospederos y reservorios, donde cambios de temperatura, precipitaciones o humedad afectan la biología y ecología de vectores, hospederos intermediarios y reservorios naturales (García *et al.*, 2012; Osés *et al.*, 2012). Las altas temperaturas y las lluvias contribuyen a la formación de criaderos de mosquitos del género *Anopheles* y regulan la densidad anofelínica. (Eisen *et al.*, 2008; OPS, 2008). La humedad atmosférica necesita ser elevada, nunca menor de 60% para que la reproducción sea alta (Nieto *et al.*, 2008). Sin embargo, el impacto de los patrones de precipitaciones afecta más a vectores que se multiplican en pequeñas fuentes de agua, como *Anopheles gambiae* en África, que otros como *Anopheles funestus*, que cría en las orillas de grandes superficies de agua (Nieto *et al.*, 2008; Kenneth *et al.*, 2008; Matias y Adrias, 2010).

Los cambios temporales y espaciales de las temperaturas, las precipitaciones y la humedad que, según las previsiones, tendrán lugar en los diferentes escenarios del cambio climático, afectarán la biología y ecología de los vectores y los huéspedes intermediarios y, por consiguiente, el riesgo de transmisión de enfermedades como el dengue (Cassab *et al.*, 2011).

La incidencia de dengue, fiebre amarilla y fiebre chikungunya transmitida por *Ae. aegypti*, a veces se incrementa durante las estaciones secas, porque aumentan los depósitos con agua peridomésticos (Kenneth *et al.*, 2008). El impacto del clima sobre las enfermedades transmitidas por vectores puede ser explicado por el hecho de que los artrópodos son ectotérmicos (de sangre fría) y por esto, pueden estar sujetos a los efectos de la fluctuación de temperaturas en su desarrollo, reproducción, comportamiento y dinámica de población (Berovides y Gerhartz, 2007). La estacionalidad y los acumulados de precipitaciones en un área, pueden influenciar fuertemente en la disponibilidad de sitios de cría para mosquitos y otras especies que tienen fases acuáticas inmaduras (Khasnis y Mary, 2005; Simms, 2006; Kenneth *et al.*, 2008; García *et al.*, 2012; Osés *et al.*, 2012).

Se observó que durante el fenómeno de El Niño aumentaron, en un 30%, los casos de dengue y malaria en Costa Rica, Venezuela y Colombia; se multiplicaron por 4 en Sri Lanka y aparecieron en el norte de Pakistán, mientras que en 1997 se redujo la incidencia de malaria en Iquitos (Perú) y en Boa Vista (Brasil) durante una sequía relacionada con dicho fenómeno (OMS/OPS, 1998). Entre los impactos directos del cambio climático en la región, se encuentra la reaparición de la fiebre amarilla en Paraguay y Argentina, así como del dengue en América, donde un tercio de los casos son hemorrágicos (Montero, 2008; Fuller *et al.*, 2009; Kourí, 2010).

A pesar de no existir pruebas absolutamente concluyentes, de que el cambio climático experimentado en las últimas décadas, haya aumentado el riesgo global de enfermedades transmitidas por artrópodos y roedores (Jimenez, 2007), sí existen fuertes evidencias, de que se está produciendo un aumento de casos autóctonos y de brotes epidémicos, que pueden estar asociados a la modificación de las variables climáticas, como la temperatura ambiental y la humedad relativa, aunque el efecto es difícil de notificar y atribuir al cambio climático, porque la frecuencia de los casos depende también de otros factores, como el comportamiento

humano, el crecimiento económico, la adaptabilidad del sistema terrestre y la capacidad para detener los cambios (Arcos y Escolano, 2011).

Lo cierto es que la salud del hombre se ve cada vez más amenazada por el aumento de casos de meningoencefalitis, cólera y la pandemia del VIH/SIDA, que junto a las enfermedades debilitantes importantes, en especial, el paludismo y la tuberculosis, tienen importantes repercusiones sobre la nutrición, la seguridad alimentaria y los medios de vida rurales (Keulder, 2006; CEPAL, 2009). Abordar su repercusión ha pasado a ser una acción relevante de la misión de la FAO para ayudar a alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio, relativos a la pobreza y el hambre (FAO, 2005; CEPAL, 2009).

La influencia del clima en la salud se ve modulada, a menudo, por interacciones con otros procesos ecológicos, condiciones de adaptación; por ejemplo, los efectos de las temperaturas extremas en la salud son directos (Kourí, 2010), mientras que los cambios complejos en la composición y el funcionamiento de los ecosistemas median en el impacto del cambio climático y en la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores (Ortiz *et al.*, 2008; Arcos y Escolano, 2011; Cepero, 2012; Osés *et al.*, 2012). La estimación de los posibles impactos del cambio del clima debe sustentarse en una comprensión de la carga actual y recientes tendencias en la incidencia y predominio de enfermedades, también podría considerarse en la identificación de los resultados adversos a la salud, aquellos asociados con la variabilidad del clima en la escala interanual, estacional o intraestacional (Ortiz *et al.*, 2006 y 2008).

El cambio climático puede dañar directamente la biodiversidad mediante cambios en las funciones de los organismos individuales (por ejemplo, el crecimiento y el desarrollo), modifica poblaciones (en el tamaño y la estructura) y afecta la estructura y función de los ecosistemas (ciclos de agua y nutrientes, composición e interacción de las especies) y su distribución dentro del paisaje (IPCC, 2007). Otros impactos ocurrirán en los sistemas ecológico y social con cambios de patrones de las enfermedades infecciosas, o no infecciosas, en los brotes de enfermedades, la producción local de alimentos, desnutrición, migración de las poblaciones y cambios en el uso del suelo (CEPAL, 2009; Centella *et al.*, 2009; Cepero, 2012). Evidentemente, la conexión entre el clima y la salud, en el mejor de los casos, es compleja; el clima como elemento del medioambiente cambia a través del tiempo e influye en los sistemas

ecológicos mediante eventos directos e indirectos, los cuales, a su vez, crean condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades (Navarra, 2005; Osés y Grau, 2011; Cepero, 2012; Osés *et al.*, 2012).

II. 3 El control de las larvas de mosquitos por peces larvívoros

Desde inicios del siglo XX se comenzó a utilizar los peces larvívoros en el control de las larvas de mosquitos, empleando peces introducidos (WHO, 1982). En 1901 fue introducida *Gambusia affinis* (Baird y Girard, 1854) para el control del vector de la fiebre amarilla (Le Prince y Orenstein, 1916; Gerberich y Laird, 1968). Es la especie de pez más corrientemente utilizada en el control de mosquitos a nivel mundial; se le conoce como «pez mosquito», pececillo pequeño, autóctono del sudeste de Estados Unidos y el norte de México, ha sido ampliamente distribuido por todo el mundo, y utilizado en los programas de control de mosquitos desde la década de 1900 (Fontaine, 1983; Meisch, 1985; WHO, 1987; Kramer *et al.*, 1988).

Otra especie que ha sido distribuida por todo el mundo como agente de control biológico de larvas de culícidos, es *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859), originaria del sur de Estados Unidos y el norte de México, muy similar a *G. affinis*; también se distribuyó hacia el año 1900 como agente de control biológico. Actualmente, pueden encontrarse poblaciones de ambas especies establecidas en unos 70 países, entre ellos, muchos países de Sudamérica (WHO, 1987). En 1943 se introdujeron 20 000 *Gambusias* en Argentina para controlar las poblaciones de mosquitos, se reprodujeron rápidamente y se propagaron debido a inundaciones, ya que fueron utilizadas como cebo vivo. En la actualidad están distribuidas por la región central del país (Matthews, 2005).

A principios del siglo XX, cuando el paludismo o malaria era aún un mal endémico, no solo en países tropicales, como ahora, sino en países europeos, se pensó en *G. affinis* como medio biológico de control de los mosquitos del género *Anopheles*, que transmiten esa enfermedad, y otros mosquitos vectores de enfermedades infecciosas. A las introducciones históricas mencionadas se les han añadido muchas otras durante el último siglo, seguramente, como consecuencia de la mejora en el transporte y en conocimientos sobre piscicultura (Eisen *et al.*, 2008). El ejemplo que mejor ilustra lo antes dicho, es quizás el de *G. holbrooki*, introducida en

estos países en 1921 (Duncan y Voeltz, 2004) desde Norteamérica para combatir las plagas de mosquitos transmisores del paludismo.

En el caso de los ríos de la Península Ibérica, las introducciones son históricas (carpa, carpín y tenca), para unos, fueron traídas por los romanos, que las utilizaban como elementos decorativos, en estanques y quizás también con un fin gastronómico. Un segundo impulso a su expansión lo dio la necesidad de contar con pescado fresco en los monasterios medievales del interior, lo que permitiría complementar la dieta de hortalizas con que los clérigos cumplían el precepto de abstenerse de comer carne de animales de pelo o pluma durante la «Cuaresma»; esta podría ser también la explicación a la introducción de la tenca *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758). Otros autores en cambio, admiten que la carpa y el carpín fueron introducidos en Europa por los romanos (siglo I), pero postergan su introducción en La Península al siglo XVII (Asensio y Pinedo, 2002; Doadrio y Aldaguer, 2007). Sea como fuere, hoy en día estas tres especies pueden ser encontradas en la totalidad del territorio peninsular y su carácter alóctono es generalmente desconocido por la población humana (Asensio, 2007). De las 22 especies de peces que a lo largo de varios años se han encontrado en el territorio histórico de Álava, la mitad es considerada indiscutiblemente autóctona (entre ellas: el Blenio, Barbo común, Lamprehuela, la zaparda...), dos son de carácter dudoso (*Gobio* y *Tenca*), y las nueve restantes son introducidas (Asensio y Pinedo, 2002; Watters, 2009).

La ictiofauna que habita actualmente en los ríos y embalses de Álava dista mucho de la original. A lo largo de los últimos siglos y más concretamente, en las últimas décadas, han sido liberadas en dichas aguas varias especies alóctonas de peces, lo cual ha transformado radicalmente el panorama piscícola y si se tiene en cuenta que la Península Ibérica constituye una unidad biológica con entidad propia, un área biogeográfica diferenciada de las restantes por la composición de especies que la caracteriza. Este hecho, ampliamente constatado en plantas y animales; es aún más claro en lo que a peces de agua dulce se refiere, como consecuencia de su escaso poder de dispersión (Asensio y Pinedo, 2002).

II. 4 Impactos de las introducciones de peces en el mundo

Las especies de organismos introducidos constituye un problema sumamente grave hoy en día, porque pueden modificar los patrones espaciales de la biodiversidad (Blanchet *et al.*, 2010). Entre los efectos ecológicos más comunes atribuidos a los peces introducidos están: alteración de hábitat y ecosistemas, la introducción de enfermedades, la competencia, la depredación y la hibridización con especies nativas (Pino del Carpio *et al.*, 2010; Billman *et al.*, 2011; Britton *et al.*, 2011).

Fernando de Buen llamó la atención sobre las probables consecuencias ecológicas y económicas, para la pesca fluvial, de la introducción de *G. affinis*, y observó cómo en condiciones experimentales esta especie desplazaba a *Cyprinodon iberus* (Valenciennes, 1846), una especie local (Pyke, 2005).

G. affinis, considerado por muchos como una plaga, se introdujo en la Península Ibérica para luchar contra otra: los mosquitos. Sin embargo, con los años ha desplazado a los ciprinodóntidos ibéricos y ha causado graves desequilibrios en algunas zonas en que estos habitan. Hoy está considerada como una especie dañina, apta solo para su empleo en acuarios decorativos. En República Dominicana, Sur de México y Centroamérica, ha logrado una distribución a nivel nacional. Observaciones generales sugieren que ha desplazado especies de poecílidos propias de ríos y arroyos de República Dominicana, sobre todo, por su elevada tasa de supervivencia (Dove, 2000; Pyke, 2005; Laha y Mattingly, 2007).

G. holbrooki fue introducida en multitud de ríos europeos y australianos para combatir el paludismo, ya que se trata de un gran devorador de larvas de mosquitos. Llegó a España (en 1921, también para combatir la malaria) en detrimento de especies como *Aphanius iberus* (Valenciennes, 1846) y *Lebias iberus* (Coldfiss, 1820). No obstante, en algunas zonas se discrepa si la especie introducida es *G. holbrooki* o *G. affinis*, en principio parece ser que todos los que están presentes en España son *G. holbrooki* (Duncan y Voeltz, 2004). En 1922 se introdujo en Francia e Italia (Doadrio y Aldaguer, 2007) y años después, en Yugoslavia, Albania, Grecia, Hungría, Rumanía, Bulgaria y Rusia, aunque la aclimatación no ha sido

siempre positiva. La introducción de esta especie ha hecho mucho daño a la fauna local de aquellos países, donde se ha aclimatado (Childs, 2006).

El género *Gambusia* se introdujo en todo el mundo, con resultados positivos desde el punto de vista del fin buscado, aunque pagando el precio ecológico del desplazamiento de las especies locales de peces, con las que competía y el correspondiente desarreglo de las redes tróficas locales. En muchos casos, la eficiencia de *Gambusia* no resultó mayor que la de las especies autóctonas, fue mayor la pérdida que el logro (Barrier y Hicks, 1994; Gambradt y Kats, 1996; Aditya *et al.*, 2012).

En Australia, el género *Gambusia* fue propuesto como una amenaza inminente para el pez de ojos rojos (*Scaturiginichtys vermeilipinnis*, Pseudomugilidae) y el de ojos azules (*Chamydogobius squamigenus*, Gobiidae) (Unmack y Brumley, 1991; Pager, 1995; Howe *et al.*, 1997; Watters, 2009) y renacuajos (Morgan y Buttemer, 1997). Glover (1989) dio a conocer que *Gambusia* causó una disminución en las poblaciones del marinero del desierto (*Chlamydogobius eremius*) y la perca brillante (*Leiopotherapon unicolor*, Terapontidae) habitando en Clayton Bore, al sur de Australia. En Nueva Zelandia (Barrier y Hicks, 1994) demostraron que aunque *Gambusia* fue atacada por el pez negro del lodo (*Neochanna diversus*, Galaxiidae), esta se alimentó de sus larvas.

Se ha demostrado que *Gambusia* ha causado la extinción de *California newt* (*Taricha torosa*) (Gambradt y Kats, 1996). En resumen, existen suficientes evidencias de que *Gambusia* constituye una amenaza para las especies endémicas en partes de Australia, Nueva Zelandia, España, República Dominicana, América del Norte, México y Centroamérica; por tanto, la necesidad de desarrollar una estrategia para el control de *Gambusia* se hace imperiosa, ya que una erradicación es difícil, casi imposible de lograr y no es lo más deseado y acertado (Matias y Adrias, 2010).

En España, de las 70 especies que aparecen en la última revisión del Atlas y libro rojo de las especies continentales (Doadrio, 2001), 20 son exóticas e introducidas con fines comerciales y deportivos (Doadrio y Aldaguer, 2007) y entre las 50 autóctonas, 41 cuentan con algún grado de amenaza, incluidas las 18 consideradas en peligro de extinción (Doadrio, 2001). Las consecuencias, como ya se dijo, fueron fatales, pero en especial para dos especies autóctonas

en peligro de extinción, los endémicos *A. iberus* y *Valencia hispanica* (Valenciennes, 1846), este último considerado uno de los dos peces del planeta en mayor peligro de extinción (Asensio, 2007); pero las introducciones no se detuvieron y siguieron hasta llegar a finales de los años 70, cuando se introdujo, al parecer legalmente, la lucioperca *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) en el embalse de Boadella (Girona), de modo experimental (Asensio y Pinedo, 2002). Posteriormente, en los años de la década del 90 del siglo pasado, ha sido citado en el embalse de Mequinenza y bajo la presa de San Lorenzo de Montgay (Lleida), probablemente como consecuencia de introducciones ilegales (Doadrio, 2001; Bernardo *et al.*, 2003; Rico, 2006).

Los peces exóticos introducidos con fines deportivos y comerciales constituyen una de las causas de la regresión de los autóctonos, pero no es la única ni la principal; la destrucción de hábitat resulta aún más sangrante. La suelta indiscriminada de peces ajenos influye negativamente en el equilibrio ecológico de las aguas dulces (Doadrio, 1998; Magalhaes *et al.*, 2002; Reichard *et al.*, 2010). En el caso de los peces de agua dulce, los datos más recientes revelan proporciones alarmantes de especies naturalizadas en lugares donde nunca antes se habían descrito (Elvira y Almodóvar, 2001; Doadrio *et al.*, 2009; Britton *et al.*, 2011).

II. 4. 1 Impactos de las introducciones de peces en ecosistemas fluviales cubanos

Se puede afirmar, sin temor a equivocación, que prácticamente se agotaron los paraísos naturales en nuestro planeta. Ya casi no existen tierras vírgenes ni lagunas escondidas en las selvas donde no flote una lata de cerveza o una bolsa de nailon. La acción del hombre ha llegado, no solo a las regiones más apartadas, sino también a las más inhóspitas y aparentemente inaccesibles. Así vemos también que la tierra sufre la acción de la pesca, la caza, la tala indiscriminada, la introducción de especies exóticas, todo lo cual provoca que cada año sean más extensas las listas de especies en peligro de extinción (Cádiz, 2005).

Entre los principales valores de la ictiofauna dulceacuícola cubana se encuentran tres géneros endémicos: *Girardinus*, con siete especies (Lara *et al.*, 2010) y los monotípicos *Alepidomus* y *Quintana*. También existen otras especies endémicas que tienen especial importancia para la diversidad biológica cubana, entre ellas, el Manjuarí (*Atractosteus tristoechus* Block y Schneider, 1801) de la familia Lepisosteidae; las cuatro especies y una variedad del género

Lucifuga (Ophidiiformes: Bitithidae) restringidas a frágiles ecosistemas cavernarios y *Cichlasoma ramsdeni* (Fowler, 1938), especie rara de la familia Cichlidae restringida a escasos ríos de la región oriental del país. Estudios recientes indican que en los géneros *Gambusia*, *Girardinus* y *Lucifuga*, la diversidad de especies es mayor que la descrita hasta la fecha (Doadrio *et al.*, 2009; Lara *et al.*, 2010; García-Machado *et al.*, 2011).

La mayoría de los peces crece rápidamente durante los primeros meses de vida, hasta la maduración sexual. En este momento, la mayor parte de la energía se destina a los tejidos de las gónadas y como consecuencia de esto, las tasas de crecimiento de los peces adultos son considerablemente menores que la de los peces pequeños (Moyle y Cech, 1996; Foldager, 2002; Auer *et al.*, 2012), por lo que la edad y la madurez son los mejores predictores de crecimiento en peces, aunque las tasas de crecimiento absolutas son influenciadas fuertemente por factores ambientales (Foldager, 2002; Downhower *et al.*, 2009; Auer *et al.*, 2012).

Las invasiones de especies generan condiciones ideales para la promoción de la diversificación evolutiva y el establecimiento de poblaciones alopátricas en nuevas condiciones ambientales. Además, alteran las oportunidades ecológicas para las especies nativas y crean nuevas posibilidades para la hibridización entre taxones previamente alopátricos (Vellend *et al.*, 2007).

En relación con las introducciones de peces fluviales en Cuba, datan desde los primeros años del siglo XX y han sido con varios fines (deportivo, acuicultura, forraje, control de mosquitos y ornamental), tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II. 1 Relación de especies de peces fluviales introducidos en Cuba.

ESPECIES INTRODUCIDAS	AÑO	PAÍS PROCEDENTE	OBJETIVO
<i>Micropterus salmoides</i>	1915/1927	EUA	Deportivo
<i>Cyprinus carpio</i>	1927/35/83	EUA/URSS	Ornamental/acuicultura
<i>Lepomis macrochirus</i>	1938	EUA	Forraje
<i>Ctenopharingodon idellus</i>	1966/76	URSS	Control vegetación
<i>Oreochromis niloticus</i>	1967/84	Perú	Acuicultura
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	1967/78	URSS	Acuicultura
<i>Tilapia rendalli</i>	1968/70	México	Acuicultura
<i>Oreochromis mossambicus</i>	1968/73	México	Acuicultura
<i>Oreochromis aureus</i>	1968/92	México	Acuicultura
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	1968/76	URSS	Acuicultura
<i>Arapaima gigas</i>	1973/82	Perú	Acuicultura
<i>Oryzias latipes</i>	1976	URSS	Control mosquitos
<i>Oreochromis hornorum</i>	1976/83	México/Nicaragua	Acuicultura
<i>Ictalurus punctatus</i>	1979/84	México/URSS	Acuicultura
<i>Ictiobus niger</i>	1981	URSS	Acuicultura
<i>Ictiobus cyprinellus</i>	1981	URSS	Acuicultura
<i>Colossoma biddens</i>	1982/84	Panamá/Perú	Acuicultura
<i>Piaractus brachypomus</i>	1982/84	Panamá/Perú	Acuicultura
<i>Colosoma macropomum</i>	1982/83	Panamá/Perú	Acuicultura
<i>Lates niloticus</i>	1982/83	Etiopía	Acuicultura
<i>Cichlasoma managuensis</i>	1983	Nicaragua	Acuicultura
<i>Mylopharingodon pisceus</i>	1983	URSS	Acuicultura
<i>Oreochromis mossambicus</i>	1983	México	Acuicultura

Fuente: COPESCAL, La Habana (Fonticiella y Arboleya, 1994).

Muchos de estos organismos han logrado establecerse en los ecosistemas fluviales de toda la Isla; un ejemplo que ilustra lo antes expuesto, lo es el de las tilapias, originarias de África, pero actualmente, se encuentran bastante difundidas en diferentes regiones tropicales (Fonticiella y Sonesten, 2000). En nuestro país se han realizado numerosas introducciones de tilapias a partir de finales de la década del 60, procedentes de Filipinas, Costa Rica y Estados Unidos,

comenzando con la siembra de ejemplares de *Tilapia rendalli* (= *T. melanopleura*), de *Oreochromis mossambicus*, y de otras especies; *T. rendalli* se ha extendido por casi todos los embalses de las regiones occidental y central del país, mientras que *O. mossambicus* y *O. aureus*, se encuentran en la mayoría de los embalses (Vergara, 1980; Cádiz, 2005), pero aun así, se prosigue con dicho fenómeno, a pesar de que se ha reconocido el impacto negativo que ha representado la introducción de varias especies en nuestros embalses (Camacho *et al.*, 1984; Cádiz, 2005).

Hay que tener en cuenta que muchas especies desaparecen como resultado de la acción de diferentes factores; la influencia de las especies introducidas, es para los vertebrados la tercera causa en importancia, si se tiene en cuenta que la fauna cubana se encuentra pobremente representada en mamíferos y peces de agua dulce, 30 y 55 especies respectivamente (Díaz *et al.*, 2005).

La repercusión de las especies exóticas, no solo se enmarca en el ámbito económico, también repercute en la supervivencia de especies, alteración de hábitats y ecosistemas, hibridización, transmisión de enfermedades, pérdida de la biodiversidad y conservación de las especies (Gozlan, 2008; De Silva *et al.*, 2009; Pino del Carpio *et al.*, 2010). Otro factor que tiene una marcada incidencia, es el aumento en la frecuencia de fenómenos climáticos extremos y anómalos, muy reforzados en los últimos años por el calentamiento global del planeta (Jiménez, 2007; Ortiz *et al.*, 2008).

Son numerosas las especies de peces fluviales que se han introducido en nuestro país, e incluso, se prosigue con dicho fenómeno, a pesar de que se ha reconocido el error que ha representado la introducción de varias especies en nuestros embalses, como es el caso de la renombrada «Tenca» *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) y *H. nobilis* (Richardson, 1845), la cual afectó a la tilapia y otras especies; pero también está el caso del «pez gato burgués», el cual requiere un rico pienso (Cádiz, 2005). A todo esto, se suman los nefastos efectos que, últimamente, se están observando en ecosistemas fluviales por parte del pez gato africano, *Claria gariepinus* (Burdrell, 1882), introducido a finales de los años noventa (Fonticiella y Arbolea, 1994; Fonticiella y Sonesten, 2000), proveniente de Tailandia y Malasia, con el objetivo de incrementar el valor proteico de la alimentación del pueblo.

El Centro Nacional de Seguridad Biológica fue el organismo que expidió en 1999 la autorización al Ministerio de la Industria Pesquera para introducir *Clarias*, sobre la base de traer 14 millones de alevines que debían ser híbridos, o sea, incapaces de reproducirse. Se sabía que era una especie altamente invasiva, pero evidentemente, ni los alevines que llegaron fueron híbridos, ni los planes de contingencia se llevaron a la práctica, las que sí pasaron por las puertas de muchas instituciones, fue *Clarias*, aprovechando las fallas en la seguridad biológica (Cádiz, 2005; Fonticiella, 2012). Los hubo también que, inescrupulosamente, vendieron los alevines para criarlos en estanques particulares, y hasta en no pocas peceras, acabó con otras especies, al usarlos como peces ornamentales.

Por otra parte, algunas especies carismáticas de peces usadas con fines recreativos han sido introducidas por los pescadores deportivos en ecosistemas de agua dulce de numerosos lugares del planeta, algo a lo que Cuba no escapa. La trucha (*Micropterus salmoides*) es una de estas especies, presente hoy en en varios países, lejos de su rango natural de distribución (Gratwicke y Marshall, 2001; Iguchi *et al.*, 2004).

En humedales insulares, la extinción de especies está incrementándose sin precedentes. Las especies introducidas son la segunda fuente de extinción, precedida solo por la pérdida de hábitat. Cuba posee uno de los registros de biodiversidad más altos dentro del sistema del gran Caribe (Myers *et al.*, 2000). Una parte importante de su flora y fauna es endémica y presenta distribución restringida (González, 2007; González *et al.*, 2012).

Si se toma en cuenta que nuestro país es una isla larga y estrecha rodeada por numerosos cayos y cayuelos en ambas costas, entonces, es imposible que se cumplan los preceptos de Winemiller *et al.*, 2008; de que a mayor extensión geográfica, mayor diversidad y variabilidad en cuanto a los atributos reproductivos.

II. 5 El origen de la fauna fluvial cubana

Tradicionalmente, se considera que Cuba y otras islas del Caribe formaron un puente intercontinental entre Norteamérica y Suramérica hace 120 millones de años, después, este puente se rompió debido al empuje del océano Pacífico, hasta ocupar las islas del Caribe su posición actual; es decir, en Cuba podría haber fauna antigua, tanto del norte como del sur de

América, sin embargo, cuando impacta el meteorito en Yucatán (Cretácico), hace unos 62 millones de años, esto provocó varios Tsunamis que hicieron que se perdiera toda esta fauna y flora antigua en Cuba.

Se estima, que la más antigua flora y fauna de Cuba se debe a la «Garlandia» (conexión terrestre entre las Antillas Mayores y América del Sur) de Iturrealde y MacPhee, 1999 y Hulsey *et al.*, 2011, que durante el Mioceno (aproximadamente 13 millones de años) se formó un puente entre Suramérica y todas las islas del Caribe, razón por la cual, el origen de la fauna cubana es Miocénico y proveniente de Suramérica, pero no se evidencia una similitud representativa entre la ictiofauna dulceacuícola de las Antillas con la suramericana. Sin embargo, la clasificación de los peces en estas islas todavía no está del todo claro (Doadrio *et al.*, 2009; Lara *et al.*, 2010; Hulsey *et al.*, 2011). Además, se proponen otras vías de colonización para peces de la segunda división, basadas en las similitudes de la ictiofauna actual. La ruta Florida-Cuba se considera la vía de colonización de América del Norte por especies como *Gambusia rizophorae* (Rivas, 1969) y *G. puncticulata* (Poey, 1854), llegadas a las Antillas desde América del Sur, por la vía de las Antillas Menores.

Desde el punto de vista paleogeográfico, la biota terrestre actual de las islas antillanas se originó, como los núcleos originales de las propias islas, después del Eoceno Medio (< 40 M.a) gracias a que estas tierras se mantuvieron permanentemente emergidas hasta el presente; dichas tierras cambiaron sus dimensiones y altitud, estuvieron indistintamente unidas y separadas en el tiempo, pero siempre hubo algún terreno emergido disponible para el desarrollo de las biotas (Iturrealde, 2003). La otra teoría sería que hubiese dispersiones en otras fechas por islas flotantes que fueron llegando.

II. 6 Los peces de agua dulce de la región central del país

En realidad, no son muchas las investigaciones realizadas sobre la ictiofauna fluvial del centro del archipiélago cubano, y menos aún, relacionadas con la línea del empleo de los peces dulce acuícolas en el control de las poblaciones larvales de mosquitos con interés entomoepidemiológico. Una de las primeras investigaciones al respecto, fue la que hace un registro de la ictiofauna cubana, donde el autor hace alusión a la especie de aguas interiores

Gobiosoma spes perteneciente a la familia Gobiidae y de la cual colectó un ejemplar en la laguna Veril, ubicada en Tunas de Zaza, provincia Sancti Spíritus (Vergara, 1980).

En la década del 80, del propio siglo XX, se realizaron algunos muestreos, en los cuales se incluyeron colectas de especies biorreguladoras en aguas interiores del municipio Sancti Spíritus (tanto de peces como de insectos acuáticos) que podían ser utilizados para reducir la infestación de mosquitos, pero no es hasta principios de los años 90 cuando se profundiza en los estudios sobre el tema; resaltan los trabajos realizados por Morejón, (1992) y Morejón *et al.*, (1993), principalmente, en los municipios de Fomento y Sancti Spíritus (aquí hay que hacer la aclaración del error que se cometió con la especie *Micropterus salmoides*, al llamarla erróneamente «trucha»). En Cuba es llamada comúnmente como trucha; sin embargo, no es una trucha verdadera; la que se introdujo en nuestro país, fue la conocida como «trucha arcoiris» proveniente de EUA, cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss* (Fonticiella y Sonesten, 2000).

Durante los primeros años de la década del 90 también se realizaron estudios en la provincia de Ciego de Ávila; muestra de ello fue el primer registro de *Cubanichthys cubensis* (Eigenmann, 1903) para la región central de la isla de Cuba, por García Ávila *et al.*, (1991) en la laguna La Redonda, ubicada en el municipio Morón. Esta aparece en 1998 en el río «El sapo», a 5 km del poblado La Esperanza, provincia Villa Clara, y fue publicado en FishBase, pero infructuosamente no se ha podido corroborar su presencia ahí, donde sí se ha colectado *C. cubensis*, fue en la provincia Sancti Spíritus, especialmente en los ríos Yaguajay, Urbasa, Cristobal, Júcaro y Seibabo, e incluso, se logró colectar la especie en la zanja Matancero (años 1999 y 2000).

En relación con la utilización de peces fluviales para el control de larvas de mosquito en la región central del país, está la experiencia comunitaria realizada en el municipio de Taguasco, provincia Sancti Spíritus, a partir del empleo de la especie *Poecilia reticulata* en el control de larvas de *Ae. Aegypti* en depósitos para almacenar agua destinada al consumo doméstico (Hernández y Márquez, 2006).

II. 7 Afectaciones de la introducción de peces a la ictiofauna nativa y la biodiversidad

Evidentemente, cada ecosistema tiene su red trófica característica, cuando se introduce un elemento extraño (una especie íctica alóctona) en la red de un ecosistema (fluvial, lacustre) cuyas características le sean favorables, se altera ese equilibrio dinámico. Con el tiempo, la nueva especie se irá haciendo un espacio en la red, desplazando a especies competidoras menos fuertes e incidiendo sobre las poblaciones de las especies presa, lo que podría conllevar a la rarefacción o incluso a la extinción de algunas especies no dotadas de comportamientos defensivos o potencial reproductor suficiente, y la proliferación de otras, beneficiadas por la disminución de competencia (Kusumawathie *et al.*, 2006; Alcaraz *et al.*, 2008). En resumen, es muy difícil predecir las consecuencias de una introducción, ya que cada caso concreto es diferente, pero de seguro, si la especie introducida es capaz de vivir y proliferar en el nuevo habitat, lo hará a costa de romper el equilibrio dinámico preexistente y, de camino hacia el nuevo equilibrio que se establecerá ya con su presencia, es muy posible que deje fuera alguna otra especie (Kusumawathie *et al.*, 2006; Prenda *et al.*, 2006; De Silva *et al.*, 2009).

Son cada vez más numerosas las especies foráneas que son liberadas, intencionalmente o no, en las aguas del continente americano, aquí se incluye una amplia gama de organismos (helechos, fanerógamas acuáticas, crustáceos, moluscos, peces, anfibios, reptiles e incluso, mamíferos). Por ende, las consecuencias ambientales de estas introducciones son graves o muy graves. Algunas especies exóticas acaban adquiriendo el carácter de invasoras y comprometen la viabilidad futura de los ecosistemas naturales. La introducción de especies exóticas, junto con el deterioro de la calidad de las aguas, la creación de embalses y el mal manejo de las introducciones, son los principales problemas que amenazan la calidad ambiental de los ecosistemas fluviales en el planeta (Prenda *et al.*, 2006; De Silva *et al.*, 2009; Ishikawa y Tachikara, 2010; Pino del Carpio *et al.*, 2010).

Las especies foráneas afectan negativamente a las nativas, especialmente, si adquieren el carácter de invasoras, esto es que proliferan a costa de las autóctonas. Los mecanismos de esta interacción en los peces continentales son poco conocidos, si bien en algunos casos es obvio el efecto de la depredación. No obstante, la complejidad que rodea las relaciones ecológicas entre exóticas y nativas, es muy elevada y debe ser desentrañada para poder arbitrar medidas

correctoras que limiten las consecuencias adversas de las introducciones de especies (Blanco-Garrido, 2006).

La introducción de especies exóticas puede también ser considerada como un factor importante para las poblaciones endémicas de peces. Pueden introducir enfermedades, originar mayores niveles de depredación y, de esta manera, afectar el ecosistema, (ejemplo, la competencia por alimento) de modo que se produzca la extinción de especies locales. Es muy raro que las introducciones hayan ocupado un nicho íntegramente vacante, en especial, en los trópicos, por lo que las introducciones, muy probablemente, vayan a resultar cambios para las poblaciones endémicas (WHO, 2004; Williamson, 2005).

La frecuencia de tales introducciones se ha incrementado en años recientes, la trucha arcoiris (*O. mykiss*) fue introducida en la cuenca del lago Titicaca en Perú y Bolivia en 1942. En la década de los cincuenta, las siguientes especies de trucha también fueron introducidas: *Salmo trutta*, *Salvelinus fontinalis*, *S. namaycush* y el aterinido *Basilichthys bonariensis*, importado de la cuenca del río Paraná. Este último y la trucha arcoiris son las especies que han alcanzado una mayor distribución (Villwock, 1994). En 1972 dos de las especies más valiosas y mayores del género endémico *Orestias* del lago Titicaca, prácticamente se extinguieron debido a la competencia por alimento con las especies de trucha. Los parásitos esporozoarios que fueron introducidos pasivamente junto con las especies exóticas explican la drástica disminución de la mayoría de las especies endémicas de *Orestias* (Rodríguez, 2001).

Otro ejemplo bien conocido es el del lago Lanao en la isla de Mindanao en las Filipinas, donde personal de La Universidad Estatal de Marawi City en Mindanao, introdujo *Clarias batrachus* (Siluridae), *Ophicephalus striatus* (Phalidae) y *Tilapia mossambica* (Cichlidae). Aún más seria fue la simultánea introducción accidental de *Glossogobius giurus* (Gobiidae).

Por lo menos, algunas especies bentónicas y pelágicas del género endémico *Barbodes* (comúnmente llamado *Puntius*), se han vuelto muy escasas como lo muestra su virtual desaparición de las pescaderías locales de Chile, Venezuela y Perú (Villwock, 1994). Estos dos géneros, *Orestias* endémico del lago Titicaca y el *Barbodes* del lago Lanao eran los principales recursos económicos y nutricionales de los residentes (Villwock, 1994; Rodríguez, 2001). Los mismos no pueden ser reemplazados por las especies introducidas, porque no son fácilmente

aceptadas por la población local. Los efectos sobre los recursos genéticos de las especies endémicas de *Orestias* y *Barbodes* son irreversibles. Algunas especies están evidentemente extintas y aun aquellas que hayan podido sobrevivir, probablemente se han visto disminuidas a una o pocas poblaciones pequeñas y muy dispersas (Kleinschmidt, 2001; González, 2008).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III. 1 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 III.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, 69 habitantes por km² y cuenta con 194 asentamientos poblacionales.

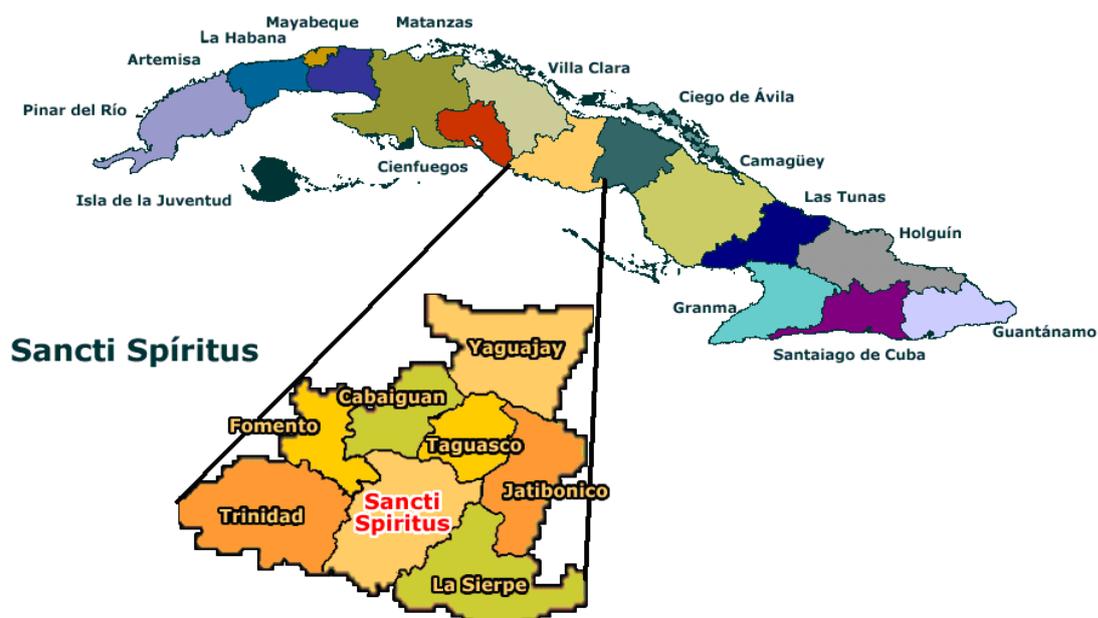


Figura III. 1 Mapa administrativo de la provincia Sancti Spíritus.

Fuente: Centro Meteorológico Provincial de Sancti Spíritus.

III. 2 Características hidrográficas de la provincia Sancti Spíritus

La red hidrográfica de la provincia es una de las más grandes del país, posee un área de corrientes fluviales de 40 127, 6 m caracterizada por una gran cantidad de ríos, arroyos, presas, micropresas, canales, zanjas, cañadas, marismas y esteros. Destacan los ríos: Zaza, con una longitud de 140 km, Agabama, dentro de la provincia corre 75 km; Jatibonico del Norte, tiene una longitud de 60 km, río Jatibonico del Sur, su longitud es de 109 km. El río Higuanojo, con una longitud de 50 km y el río Yayabo, que vierte sus aguas en la presa Zaza.

En relación con las presas existentes en la provincia, están: presa Zaza, constituye el mayor embalse del país, con una capacidad de 1 020 millones de m³ de agua, además, un importante asiento de aves migratorias; presa Lebrije, embalsa 102 millones de m³ de agua; presa Higuanojo con 24 millones de m³; Siguaney con 9 millones de m³ y la presa Aridanes, con 3 millones de m³.

III. 3 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).

III. 3. 1 Colecta de mosquitos

En los 90 ecosistemas fluviales se muestrearon las orillas, las cuales constituyen los sitios de oviposición 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). La identificación de los especímenes colectados se llevó a cabo de acuerdo con claves dicotómicas y pictóricas (Ibáñez y 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. Se debe destacar que 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 y Reinert, 2005), que también fueron revisados.

III. 3. 2 Colecta de peces

Para la realización de los muestreos y colecta de los peces en los reservorios se utilizó un jamo de malla plástica milimétrica (1,5mm de diámetro), cuyas dimensiones son: 70x50x50 cm, con 150 cm de mango (Figura III. 2. Anexo 1). Se muestran también en el Anexo 2, fotos de algunas de las principales especies de peces, entre ellas, especies colectadas por nosotros para esta investigación y especies a las cuales nos referimos durante el desarrollo de la tesis.

Se efectuaron tres lances con el jamo a 2,5m de distancia entre lances (en el área de mayor presencia visible de peces). Las muestras obtenidas fueron depositadas en formol al 2%, la mayor parte en frascos de cristal, mientras que el resto, fue trasladado en bolsas de nailon de 5 y 20 L, con agua de los propios reservorios dentro de baldes plásticos de 25 L hacia el Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí», donde se realizaron los estudios de identificación de cada especie, basados en las claves de Alayo, 1973; Koldenkova y García, 1990 y Jannagblin y Alvariño, 1997.

III. 3. 2. 1 Análisis del contenido estomacal de cuatro especies de peces

Para el análisis del contenido estomacal, se les realizó la disección de estómagos a los peces colectados, de las especies *G. punctata*, *G. puncticulata*, *C. gariepinus* y *X. maculatus*; se analizaron las partículas alimenticias presentes, para lo cual se siguió la metodología establecida por Ungureanu *et al.*, (1981). En un microscopio estereoscópico, se cortó la cabeza del pez en una región cerca del opérculo; seguidamente, se hizo un corte (escarpelo) detrás de la aleta anal; luego, se extrajo el estómago del ejemplar para separarle el tracto digestivo, liberando el contenido en una lámina portaobjeto, a la cual se le añadió una gota de glicerina y se cubrió con un cubreobjeto, lo cual permitió el análisis al microscopio. En el caso de las especies *Tilapia rendalli* y *Clarias gariepinus*, no se les pudo determinar el sexo, debido a que la mayoría de los ejemplares colectados eran alevines y juveniles. Se escogieron estas cuatro especies, por ser las más representativas y emblemáticas dentro del ictiocontrol fluvial en Cuba (*G. punctata* y *G. puncticulata*) y las otras dos, por ser las especies introducidas, que mejor se han adaptado a las condiciones tropicales de nuestro país; por ende, las especies con más amplia distribución en nuestros ecosistemas fluviales.

III. 4 Variables que se analizaron en la investigación

III. 4. 1 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 (lotic: apelativo de los ecosistemas dulceacuícolas de aguas corrientes) y léntico (lentic: relativo a los habitáculos dulceacuícolas de aguas estancadas, sin movimiento).

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 y 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 y Guyard, 1992; Perera, 1996; Gutiérrez *et al.*, 1997; Yong, 1998).

III. 4. 2 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).

Peces fluviales: se tuvo en cuenta, tanto las especies de peces endémicas y naturalizadas, como las especies exóticas introducidas en los ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus, lo cual es un elemento dentro de la acción antropogénica.

Especies de mosquitos: se analizó principalmente la fase larval.

Contenido estomacal: partículas alimentarias detectadas en el tracto intestinal de cuatro especies de peces analizadas: *G. punctata*, *G. puncticulata*, *Xiphophorus maculatus* y *C. gariepinus*.

III. 4. 3 Variables Contextuales

Municipios: variable contextual espacial.

Hábitat: se refiere a los diferentes tipos de ecosistemas fluviales incluidos en el estudio: ríos, arroyos, lagunas, zanjas, cañadas y esteros.

III. 5 Análisis estadístico

En el desarrollo analítico de este trabajo se pueden distinguir tres etapas:

1. Una etapa descriptiva, consistente en la caracterización de la distribución de peces y mosquitos en los diferentes hábitats, teniendo en cuenta dos niveles de acercamiento espacial: reservorios (hábitats) y municipios.

2. La etapa relacional bivariante, que incluyó dos objetivos fundamentales en el análisis: a) caracterizar el contenido del tracto digestivo de dos especies nativas y dos introducidas de peces fluviales, a fin de evaluar el papel de las mismas en el control de las poblaciones larvales de mosquitos. En este análisis, se consideró la prueba de homogeneidad de grupos independientes utilizando el estadístico X^2 para establecer la estabilidad de los resultados de diferentes muestreos y la bondad de ajuste bajo una hipótesis de uniformidad, para identificar las preferencias alimenticias de los peces analizados por medio de su contenido gástrico. b) caracterizar los factores bióticos y abióticos en los ecosistemas fluviales y reservorios de la ictiofauna del territorio, para establecer los diferenciales más relevantes en los distintos hábitats, esto incluye tanto la variabilidad interna (dentro de un mismo hábitat), como la variabilidad externa (entre los hábitats). Para ello se utilizaron tres recursos de análisis, en el caso de variables de nivel de medición ordinal (área y pendiente) que generaron más de dos estratos, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, en el caso de las variables dicotómicas, se empleó la prueba de homogeneidad de X^2 (ambos estadígrafos y su probabilidad se reporta con un símbolo de * en la tabla). Finalmente, para hacer comparables e independientes de los grados de libertad de las distintas dimensiones analizadas, se utilizó el cálculo de la V de Cramer, la que se basa en las distancias al centroide grupal. Para las variables cuantitativas continuas, como pH y temperatura se utilizó el análisis de varianza teniendo en cuenta el carácter normal de la distribución.

3. Una etapa de análisis multivariante para considerar de conjunto la influencia de factores bióticos, abióticos y contextuales, tanto en la ausencia/presencia de peces endémicos, naturalizados y exóticos, así como la 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 de peces endémicos y

naturalizados e igual procedimiento se realizó para la presencia o ausencia de peces exóticos, teniendo en cuenta el carácter generalmente antagónico de ambos grupos y en consecuencia, su influencia en el control biológico del mosquito. Para considerar de conjunto los factores influyentes en la distribución de peces endémicos, naturalizados y exóticos, incluyendo dos niveles de acercamiento espacial, así como de géneros de mosquitos con interés sanitario 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).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

IV. RESULTADOS

IV. 1 Especies de peces fluviales identificadas en los seis muestreos

En los seis muestreos realizados en los 90 ecosistemas fluviales se logró identificar 15 especies de peces, agrupados en 12 géneros y seis familias (Tabla IV. 1).

Tabla IV. 1 Ictiofauna fluvial de Sancti Spíritus, según especies, condición y familia.

Especies	Condición	Familia
<i>Gambusia punctata</i> (Poey, 1854)	E	Poeciliidae
<i>Gambusia puncticulata</i> (Poey, 1854)	N	Poeciliidae
<i>Girardinus denticulatus</i> (Garman, 1895)	E	Poeciliidae
<i>Girardinus falcatus</i> (Eigenmann, 1903)	E	Poeciliidae
<i>Girardinus metallicus</i> (Poey, 1854)	E	Poeciliidae
<i>Limia vittata</i> (Guichenot, 1853)	E	Poeciliidae
<i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1895)	N	Poeciliidae
<i>Xiphophorus maculatus</i> (Geinther, 1866)	I	Poeciliidae
<i>Cyprinodon variegatus</i> (Poey, 1860)	N	Cyprinodontidae
<i>Cubanichthys cubensis</i> (Eigenmann, 1903)	E	Cyprinodontidae
<i>Cichlasoma tetracanthus</i> (Cuvier y Valenciennes, 1831)	N	Cichlidae
<i>Tilapia rendalli</i> (Boulenger, 1897)	I	Cichlidae
<i>Clarias gariepinus</i> (Burdrell, 1882)	I	Ictaluridae
<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	N	Eleotridae
<i>Betta splendens</i> (Regan, 1884)	I	Osphronemidae

Leyenda. E: Endémico; I: Introducido; N: Naturalizado.

Fuente: Laboratorio de Control Biológico de la Vicedirección de Parasitología del Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK).

De las seis familias identificadas, la Poeciliidae fue la mejor representada y distribuida, al estar presente en el 100% de los municipios estudiados (Tabla IV. 2).

Tabla IV. 2 Distribución de las familias de peces fluviales por municipios.

Municipios	Familias identificadas						Total
	Poeciliidae	Cyprinodontidae	Cichlidae	Ictaluridae	Eleotridae	Osphronemidae	
Yaguajay	X	X	X	-	-	-	3
Jatibonico	X	-	-	-	-	X	2
Taguasco	X	-	-	-	-	-	1
Cabaiguán	X	-	-	-	-	-	1
Fomento	X	-	X	X	-	-	3
Trinidad	X	X	-	-	X	-	3
S. Spíritus	X	-	X	X	-	X	4
La Sierpe	X	-	X	X	-	-	3
Total	8	2	4	3	1	2	20

Fuente: Laboratorio de Control Biológico de la Vicedirección de Parasitología del Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK).

IV. 2 Comportamiento de la ictiofauna fluvial colectada por especies y municipios en los seis muestreos realizados

Se colectaron, un total de 15 260 ejemplares de peces, de los cuales 10 068 fueron hembras (66,0 %) y 4 710 (30,8 %) machos. Hay que tener en cuenta que a las especies exóticas *T. rendalli* y *C. gariepinus* no se les determinó el sexo (482 ejemplares), ya que la totalidad de los especímenes colectados eran alevines y juveniles, es decir, se encontraban en fases inmaduras de su ciclo biológico, lo cual hace difícil la determinación del sexo.

En el caso de las especies por municipios, resultaron ser en primer lugar *P. reticulata* (31,7%), seguida de *G. punctata* (27,4%), luego *Girardinus metallicus* (12,1%), en cuarto lugar, *Limia vittata* (10,7%) y a continuación *G. puncticulata* (7,2%), las especies mejor representadas y distribuidas. Los mayores valores de número de individuos por especie, en cuanto a los municipios, correspondieron en primer lugar a Sancti Spíritus (4 923/32,2%), a continuación Yaguajay (2 824/18,5%), Cabaiguán (2 007/13,1%) y Fomento (1 643/10,7%). Se reafirman los municipios de Yaguajay (12 especies), Fomento y Sancti Spíritus (ambos con 10 especies) como los de mayor riqueza de especies, todo lo cual se puede apreciar en la tabla IV. 3.

Tabla IV. 3 Distribución de los ejemplares de peces colectados por especies y municipios en los seis muestreos realizados 2000, 2005 y 2011.

Especies de peces	Municipios								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Gambusia punctata</i>	995	205	424	144	721	240	1156	303	4188
<i>Gambusia puncticulata</i>	280	37	0	7	195	86	471	37	1113
<i>Girardinus denticulatus</i>	63	0	0	0	0	0	0	0	63
<i>Girardinus falcatus</i>	117	0	0	1	18	0	0	0	136
<i>Girardinus metallicus</i>	466	0	249	58	197	0	859	22	1851
<i>Limia vittata</i>	527	0	161	18	193	63	551	134	1647
<i>Poecilia reticulata</i>	4	373	628	1769	187	229	1471	189	4850
<i>Xiphophorus maculatus</i>	152	0	0	0	26	0	93	0	271
<i>Cyprinodon variegatus</i>	0	0	0	0	0	380	0	0	380
<i>Cubanichthys cubensis</i>	91	0	0	0	0	0	0	0	91
<i>Cichlasoma tetraacanthus</i>	37	0	0	5	28	0	66	19	155
<i>Tilapia rendalli</i>	60	0	5	5	57	0	136	3	266
<i>Clarias gariepinus</i>	32	0	0	0	21	0	118	45	216
<i>Dormitator maculatus</i>	0	0	0	0	0	30	0	0	30
<i>Betta splendens</i>	0	1	0	0	0	0	2	0	3
Total	2824	616	1467	2007	1643	1028	4923	752	15260

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

En el caso de las especies exóticas introducidas en los criaderos donde ovipositan y crían los mosquitos (*B. splendens*, *C. gariepinus*, *T. rendalli* y *X. maculatus*), la tercera de estas estuvo presente en seis municipios, mientras que la segunda se recolectó en cuatro municipios; *X. maculatus*, en tres y solo en los municipios de Jatibonico y Sancti Spíritus, la especie *B. splendens*. Los municipios de Yaguajay, Fomento y Sancti Spíritus mostraron mayor número de especies, así como los valores de abundancia o densidades relativas en cuanto a las especies introducidas (con tres de las cuatro recolectadas).

IV. 3 Especies de mosquitos identificadas

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), lo que se comportó de manera muy similar para el caso de los géneros (Figura IV. 1).

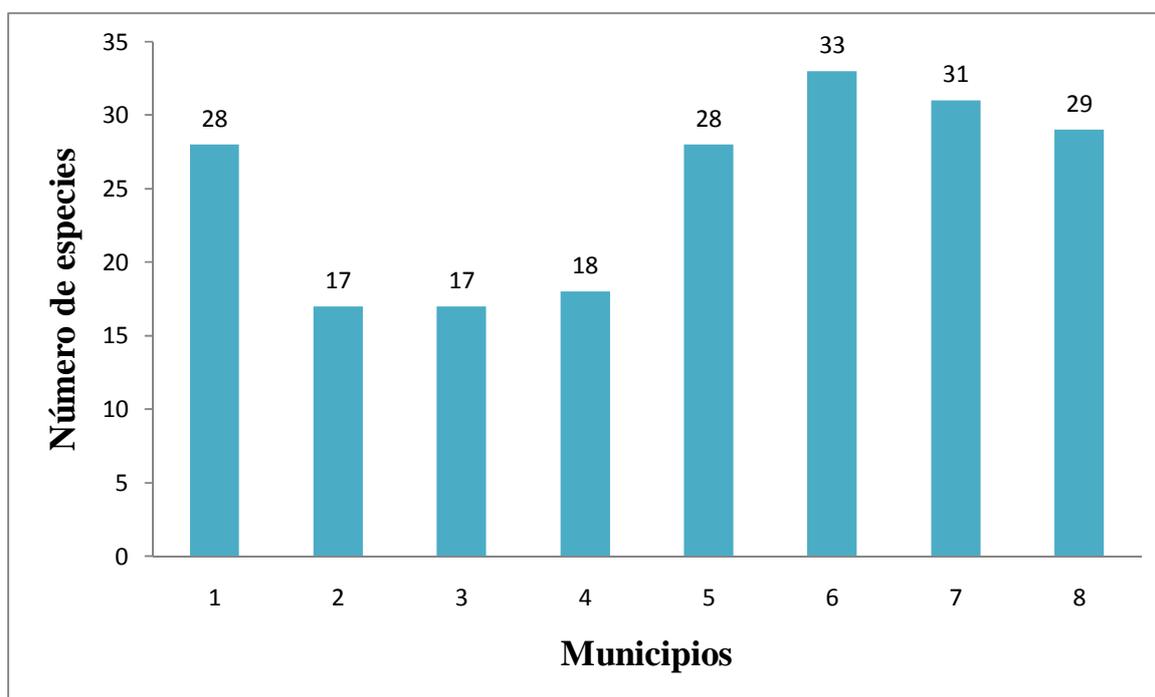


Figura IV. 3 Distribución de especies de mosquitos por municipio.

Leyenda: municipios de la provincia Sancti Spíritus 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 IV. 4.

TablaIV. 4 Distribución de las especies de mosquitos identificadas, según municipios.

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 mediovittata</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

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

IV. 4 Composición del contenido estomacal de cuatro especies de peces fluviales

El contenido gastrointestinal de los peces es un indicativo de su actividad biorreguladora, efectivo para ser considerados como larvívoros. De las cuatro especies de peces analizadas, en el caso de *G. punctata* se apreciaron diferencias significativas en cuanto a la presencia de partículas alimenticias, con marcadas preferencias por las larvas, pupas de mosquitos y restos de insectos, lo que demuestra su marcado carácter biorregulador y carnívoro (Tabla IV. 5).

Tabla IV. 5 Contenido estomacal de *G. punctata*.

Partículas alimentarias	Año 2000 (n=60)		Año 2005 (n=30)		Año 2011 (n= 24)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Detrito	9	(15,0)	5	(16,6)	9	(37,5)
Larvas de mosquitos	47	(78,3)	19	(63,3)	16	(66,6)
Algas filamentosas	18	(30,0)	13	(43,3)	6	(25,0)
Pupas de mosquitos	29	(48,3)	12	(40,0)	8	(33,3)
Copépodos	8	(13,3)	4	(13,3)	2	(8,3)
Restos de insectos	35	(58,3)	18	(60,0)	6	(25,0)

Comparación grupos muestreo. $X^2 = 11,90$ $p = 0,291$
 Bondad de ajuste para distribución de alimentos $X^2 = 36,62$ $p = 0,000$

Leyenda: **n:** cantidad de ejemplares analizados por año; **No.:** cantidad de ejemplares/especímenes en los que se hallaron las diferentes partículas alimentarias objeto de análisis.

Para la especie *G. puncticulata*, el contenido gástrico mostró una distribución uniforme y un carácter más omnívoro, ya que no se demostró preferencias por partículas alimenticias específicas (Tabla IV. 6). Se detectó también que ambas especies consumen otros grupos de alimentos, entre los que se destacan, restos de insectos, algas filamentosas (correspondientes al grupo de las algas verdeazules (Myxophyceae) y algas verdes (Chlorophyceae inmóviles) y copépodos.

Tabla IV. 6 Contenido estomacal de *G. puncticulata*.

Partículas alimentarias	Año 2000 (n=30)		Año 2005 (n=10)		Año 2011 (n= 8)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Detrito	8	(26,6)	2	(20,0)	4	(50,0)
Larvas de mosquitos	22	(73,3)	6	(60,0)	4	(50,0)
Algas filamentosas	10	(33,3)	4	(40,0)	2	(25,0)
Pupas de mosquitos	17	(56,6)	4	(40,0)	2	(25,0)
Copépodos	12	(40,0)	2	(20,0)	1	(12,5)
Restos de insectos	19	(63,3)	6	(60,0)	2	(25,0)

Comparación grupos muestreo. $X^2 = 5,95$ $p = 0,819$

Bondad de ajuste para distribución de alimentos $X^2 = 6,20$ $p = 0,287$

En cuanto a la especie introducida *X. maculatus*, la comparación de los grupos de muestreos puso de manifiesto la estabilidad de los hallazgos en el contenido gástrico de esta especie a lo largo de los años. Se observaron diferencias significativas, en cuanto a las preferencias por la ingestión de detrito y restos de peces, ambas categoría de alimentos se encontraron por encima de las frecuencias esperadas. Estas diferencias muestran la selectividad de dicha especie sobre algunas fuentes de alimentos, además de cierto carácter predador sobre otras especies que cohabitan con ella (Tabla IV. 7).

Tabla IV. 7 Contenido estomacal de *X. maculatus*.

Partículas alimentarias	Año 2000 (n=30)		Año 2005 (n=20)		Año 2011 (n=30)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Detrito	24	(80)	16	(80)	22	(73,3)
Restos de peces	15	(50)	10	(50)	12	(40,0)
Restos de vegetación	8	(26,6)	11	(55)	9	(30,0)
Restos de insectos	5	(16,6)	5	(25)	4	(13,3)
Restos de copépodos	4	(13,3)	3	(15)	4	(13,3)

Comparación grupos muestreo. $X^2 = 2,42$ $p = 0,964$

Bondad de ajuste para distribución de alimentos $X^2 = 26,54$ $p = 0,000$

Otra de las especies exóticas introducidas en los cuerpos de agua dulce de Sancti Spiritus fue el pez gato africano (*C. gariepinus*), que mostró mayor carácter omnívoro en sus requerimientos alimenticios, estas diferencias ante una prueba de hipótesis de distribución uniforme, no llegan a ser estadísticamente significativas, por lo que se trata de una especie menos selectiva que *X. maculatus*, es decir, mayor carácter omnívoro (Tabla IV. 8).

Tabla IV. 8 Contenido estomacal de *C. gariepinus*.

Partículas alimentarias	Año 2000 (n=12)		Año 2005 (n=18)		Año 2011 (n=30)	
	No.	%	No.	%	No.	%
Detrito	3	(25)	7	(38, 8)	8	(26,6)
Restos de peces	9	(75)	11	(61, 1)	16	(53,3)
Restos de vegetación	5	(41, 6)	2	(11, 1)	5	(16,6)
Restos de insectos	10	(83, 3)	7	(38, 8)	9	(30,0)
Restos de Microcrustáceos (Copépodos)	2	(16, 6)	5	(27, 7)	5	(16,6)

Comparación grupos muestreo. $X^2= 5,48$ $p= 0,705$
Bondad de ajuste para distribución de alimentos $X^2= 9,38$ $p= 0,052$

IV. 5 Caracterización de los hábitats

En la tabla IV. 9 se muestra la caracterización de los hábitats muestreados sobre la base de las variables seleccionadas. De acuerdo con el análisis, el factor que más distinguió los hábitats fue la contaminación, que generó diferencias muy significativas, dividiendo los hábitats en dos grandes estratos: los esteros, arroyos y ríos con escasa contaminación y las lagunas, cañadas y zanjas, con presencia de contaminación (corroborado por la presencia y colecta de varias especies de algas verdes, verdeazules y flagelados, que solo viven en ecosistemas con ciertos niveles de contaminación, las cuales fueron identificadas en el laboratorio), además de la colecta en dichos ecosistemas fluviales de la especie de molusco *Physa acuta* (Draparnaud, 1805).

Tabla IV. 9 Caracterización de los ecosistemas fluviales muestreados sobre la base de las variables seleccionadas durante los seis muestreos realizados 2000, 2005 y 2011.

Variables	Tipos de hábitat	No.	Centroides	Estadígrafos	p
Área (m ²)	Laguna	4	1 a 999	9,231* 0,248**	0,100 0,015
	Cañada	14	1000 a 1999		
	Zanja	84	1000 a 1999		
	Estero	8	1000 a 1999		
	Arroyo	38	1000 a 1999		
Presencia Vegetación (Sí/No)	Río	32	más de 1999	9,067* 0,225**	0,106 0,104
	Laguna	4	Sí		
	Cañada	14	Sí		
	Zanja	84	Sí		
	Estero	8	Sí		
Posición de la vegetación (centro/orilla)	Arroyo	38	Sí	7,373* 0,203**	0,194 0,192
	Río	32	Sí		
	Laguna	4	centro-orilla		
	Cañada	14	orilla		
	Zanja	84	orilla		
Abundancia de la vegetación (nula, escasa, media, abundante)	Estero	8	orilla	148,7* 0,41**	0,000 0,000
	Arroyo	38	orilla		
	Río	32	orilla		
	Laguna	4	nula		
	Cañada	14	escasa		
Contaminación (ninguna, fecal, industrial)	Zanja	84	escasa	177,12* 0,57**	0,000 0,000
	Estero	8	escasa		
	Arroyo	38	media		
	Río	32	abundante		
	Laguna	4	fecal		
Movimiento del agua (lótico/léntico)	Cañada	14	fecal	101,77* 0,61**	0,000 0,000
	Zanja	84	fecal		
	Estero	8	ninguna		
	Arroyo	38	ninguna-fecal		
	Río	32	ninguna		
Pendiente (grados)	Laguna	4	léntico	60,099* 0,470**	0,000 0,000
	Cañada	14	léntico		
	Zanja	84	léntico		
	Estero	8	léntico		
	Arroyo	38	lótico		
pH	Río	32	lótico	3,68*** 0,82***	0,003 0,423
	Laguna	4	7.33-7.32		
	Cañada	14	7.46-7.29		
	Zanja	84	7.31-7.31		
	Estero	8	7.63-7.37		
Temperatura (grados centígrados)	Arroyo	38	7.02-7.07	5,42*** 8,26***	0,000 0,000
	Río	32	7.08-7.21		
	Laguna	4	29.7-31.2		
	Cañada	14	29.0-30.2		
	Zanja	84	30.3-30.3		
	Estero	8	31.4-31.4		
	Arroyo	38	29.6-30.1		
	Río	32	29.3-29.6		

Leyenda: *Se reporta el valor del estadígrafo X^2 correspondiente a la prueba de Kruskal Wallis en variables ordinales y el correspondiente a tablas de contingencia en variables dicotómicas, así como su valor de probabilidad asociado.

** Se reporta el valor del estadígrafo V de Cramer y su probabilidad asociada luego de la dicotomización de las variables (Siegel y Castellón, 2001).

*** Valores de la prueba de T de Student correspondientes a los períodos de seca y lluvia en los cuerpos de agua.

En un segundo nivel de importancia, la variable pendiente distinguió los hábitats; se mantuvieron con alta similaridad los arroyos y ríos con pendiente mayor de 40 grados y el resto de los hábitats con pendientes menores. La tercera variable fue la abundancia de la vegetación, característica de los arroyos y ríos donde es abundante, mientras que en el resto de los hábitats es escasa. Por último, la movilidad del agua presenta una diferenciación limítrofe significativa, diferenciando las lagunas y las zanjas con movimiento lótico y el resto con movimiento léntico.

IV. 6 Relación entre los principales factores bióticos y abióticos y las especies de peces larvívoros colectadas

En la Tabla IV. 10 se muestra la matriz de confusión del análisis discriminante, en ella vemos la concordancia del 77,2% de clasificación correcta; fue un requisito de este análisis un valor mínimo del 75% para considerar la clasificación correcta, esto permitió avanzar hacia el orden de importancia que tienen las variables que conforman la clasificación (Tabla IV. 11), en ella apreciamos los coeficientes de correlación (r) de cada variable con la función multivariante, lo cual explica el orden de importancia de cada variable y se observa que la contaminación ocupó el primer lugar en orden de importancia, seguida de la pendiente, la abundancia de la vegetación y el movimiento del agua.

Tabla IV. 10 Clasificación de factores bióticos y abióticos para la presencia /ausencia de peces endémicos y naturalizados.

Grupos originales	Grupos predichos por factores bióticos y abióticos		Total
	Presencia	Ausencia	
Presencia	75 (85,2%)	13(14,8%)	88
Ausencia	28 (30,4%)	64 (69,6%)	92

77,2% de casos correctamente clasificados

Tabla IV. 11 Orden de importancia normalizada de las variables.

Variables	r
Contaminación	.856
Pendiente	-.449
Abundancia de vegetación	.386
Movimiento del agua	.255
Área	-.108
Presencia de vegetación	.086
Posición de la vegetación	.014

Se constató que los factores bióticos y abióticos son capaces de explicar la presencia o ausencia de peces endémicos y naturalizados, con un 77% de certeza. Las variables determinantes de la presencia de estos peces son, en primer lugar, la ausencia de contaminación, la pendiente, la abundancia de la vegetación y el movimiento del agua. El resto de las variables no resultan determinantes.

La relación entre los peces exóticos introducidos con los factores bióticos y abióticos se muestra en las tablas IV. 12 y 13.

Tabla IV. 12 Clasificación de factores bióticos y abióticos para la presencia /ausencia de peces exóticos.

Grupos originales	Grupos predichos por factores bióticos y abióticos		Total
	Presencia	ausencia	
presencia	91 (80,5%)	22(19,5%)	113
ausencia	31(47,7%)	36(52,3%)	67

70,2% de casos correctamente clasificados

Los resultados de este análisis multivariante, para el caso de los peces exóticos, son interesantes. En primer lugar, el análisis que permitiría explicar la ausencia/presencia de los peces exóticos solo alcanzó un 70% de clasificación correcta, lo que invalida la predictibilidad del modelo basado en factores bióticos y abióticos para el caso de los peces exóticos.

Tabla IV. 13 Orden de importancia normalizada de las variables.

Variables	r
Contaminación	-.870
Pendiente	-.432
Área	.305
Movimiento del agua	.126
Posición de la vegetación	.117
Abundancia de la vegetación	-.044
Presencia de vegetación	-.020

Al igual que en los peces nativos, la contaminación fue la variable más discriminante, pero al observar el signo de su coeficiente de correlación con la función multivariante (r), se observa el carácter inverso del mismo, en relación con el modelo para peces nativos; lo que denota las condiciones inversas del nivel de contaminación para uno y otro grupo. De igual forma, la pendiente, segunda variable en importancia en ambos grupos, tiene carácter inverso para ambos. El resto de las variables ocupa diferentes posiciones y menor importancia en la diferenciación.

Para complementar los resultados anteriores se utilizaron árboles de decisión que permitieron identificar el papel de las variables bióticas, abióticas y contextuales en la presencia/ausencia de peces, tanto nativos como exóticos. En una primera variante del análisis, se consideraron las variables bióticas y abióticas para la presencia/ausencia de peces endémicos y naturalizados, sin incluir las variables espaciales (municipio, hábitat). Los resultados se muestran en los árboles de decisiones, donde se observa que la determinación de la presencia de peces endémicos depende, en primera instancia, de la ausencia de contaminación (explica el 84% de los hallazgos), seguida de la pendiente (menor de 20 grados), y en tercer lugar, el movimiento del agua, de tipo léntica (Figura IV. 2). Cuando se incorporan las variables espaciales, es decir, tipo de hábitat y municipio, se observa que el árbol se corta abruptamente (Figura IV. 3), es decir, bastó solamente la variable hábitat para explicar la ausencia o presencia de los peces

endémicos y naturalizados, así tenemos que en el caso de estos peces, las condiciones del hábitat están fuertemente correlacionadas a los factores bióticos y abióticos, que caracterizaron los diferentes tipos de hábitats, con lo que quedó implícito y se determinó la ausencia/presencia de estos peces. Esto se traduce en la mayoritaria presencia de dichos peces en arroyos y ríos y una marcada ausencia en el resto de los hábitats considerados.

Es interesante destacar que para los peces endémicos y naturalizados, la variable de menor acercamiento geográfico (municipio) queda subordinada al hábitat, y definitivamente, la diferenciación por municipios está dada, en lo fundamental, por la diferente composición de hábitats que ellos presentan.

El diagrama de barras muestra el orden de importancia normalizada de las variables explicativas y se observa la subordinación de la escala municipal al hábitat, seguida de los factores contaminación, abundancia de la vegetación y pendiente (Figura IV. 4).

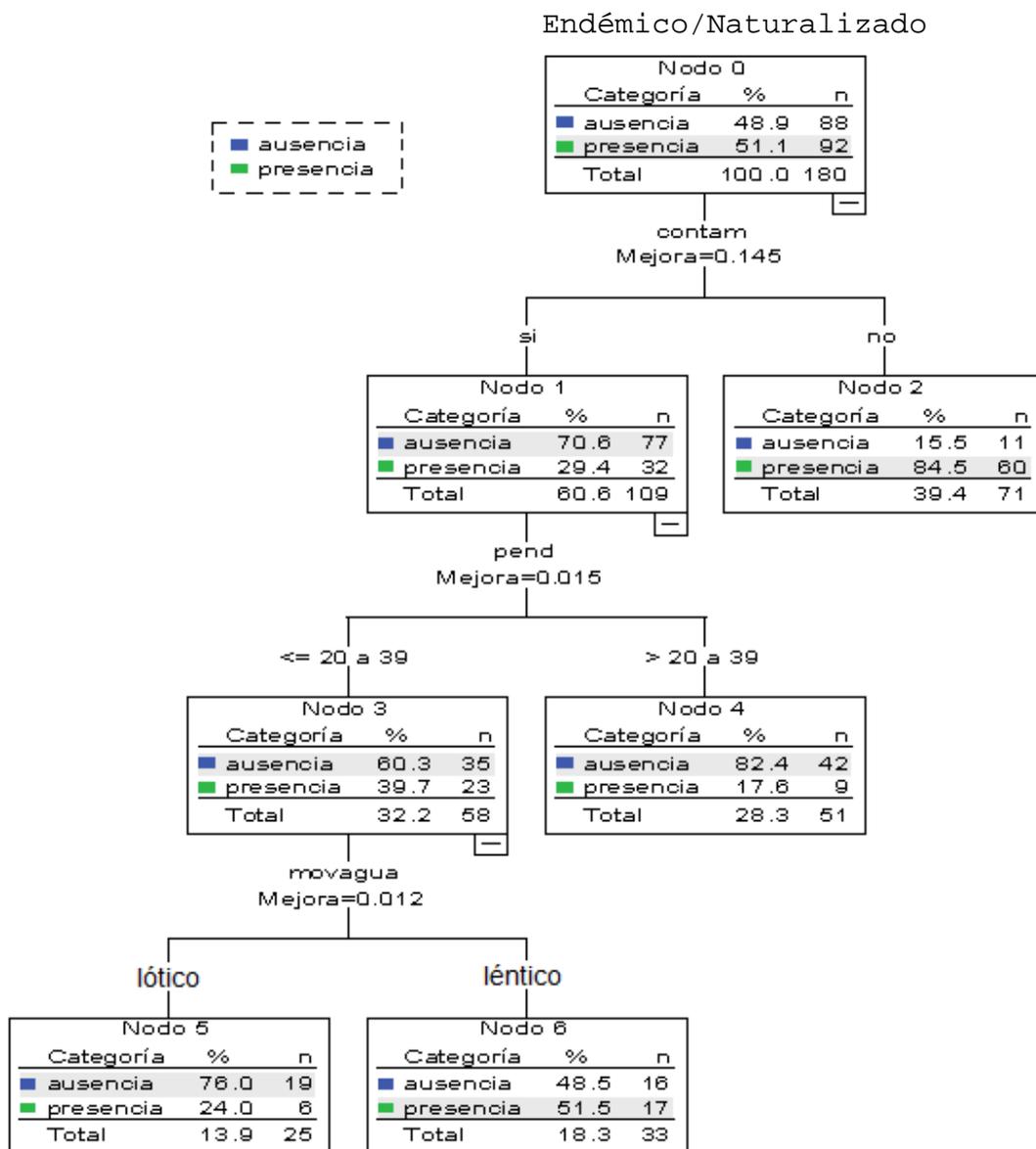


Figura IV. 2 Determinantes para la presencia de peces endémicos y naturalizados sin considerar variables contextuales espaciales.

Leyenda: **contam:** contaminación, **pend:** pendiente, **movagua:** movimiento del agua.

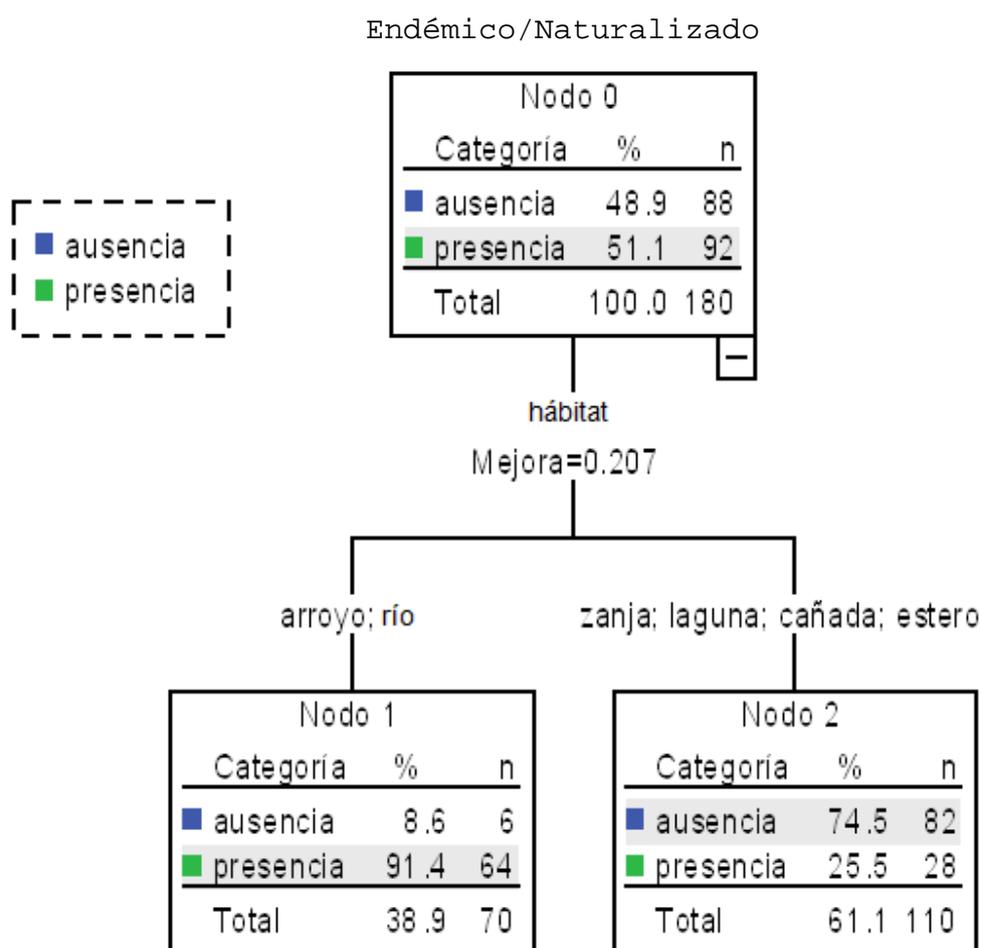


Figura IV. 3 Determinantes para la presencia de peces endémicos y naturalizados considerando variables contextuales espaciales.

Se evidencia que la presencia de peces nativos parece estar determinada por el tipo de hábitat, con predominio marcado de arroyos y ríos y el bajo nivel de contaminación, pendientes suaves y movimiento de aguas léntico.

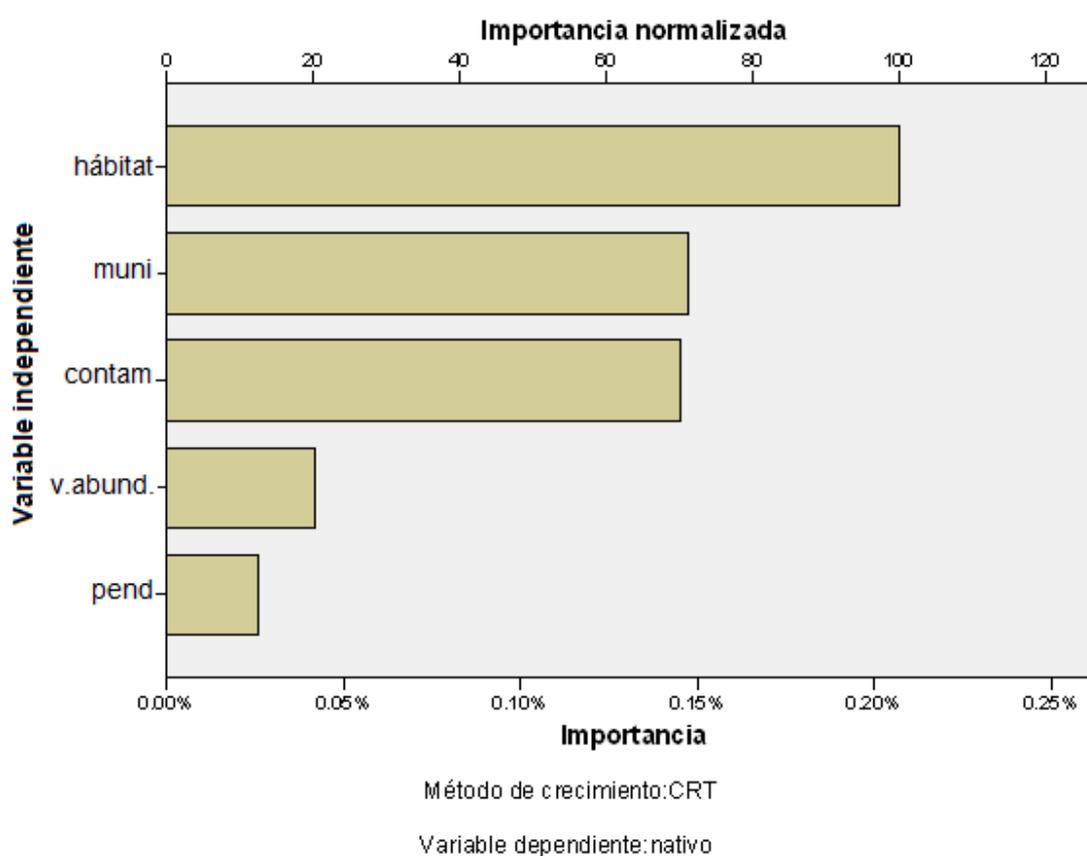


Figura IV. 4 Orden de importancia normalizada de las variables en la decisión ausencia/presencia de peces endémicos y naturalizados.

Fuente: árboles de decisión.

Leyenda: **muni:** municipios, **v. abund:** vegetación abundancia.

En el caso de los peces introducidos, se siguió el mismo análisis que en los peces endémicos y naturalizados, y en primer lugar, sin considerar el contexto espacial, se obtiene nuevamente la variable contaminación (Figura IV. 5), pero en este caso, en relación inversa con la de los peces nativos determinó la presencia de los peces exóticos, debido a su mayor resistencia frente a este factor adverso, así, ellos predominan en hábitats que muestran alto nivel de contaminación (76,1%) y si se analizan los porcentajes menos extremos de ambos árboles en esta determinación, ello es indicativo de la mayor adaptabilidad de los peces exóticos en relación con las condiciones ambientales.

En segundo lugar, para los peces exóticos la variable área resulta de importancia para los hábitats que presentan contaminación y explica la presencia de estos peces en hábitats de áreas

de 1000 a 1999 m², mientras que para los hábitats de menor contaminación, la siguiente variable que determina es la pendiente, caracterizada por pendientes pronunciadas. Para los hábitats de grandes áreas, continúa como variable influyente la condición de vegetación escasa, en concordancia con los niveles de contaminación más elevados, que son determinantes en primer lugar. De manera que, se obtienen dos reglas de decisión para la presencia de peces exóticos sin tener en cuenta el contexto espacial:

Cuerpos de agua contaminados, de áreas grandes y escasa vegetación.

Cuerpos de agua no contaminados, de pendiente pronunciada.

Al incorporar el contexto espacial (hábitat, municipio) obtenemos la Figura IV. 6.

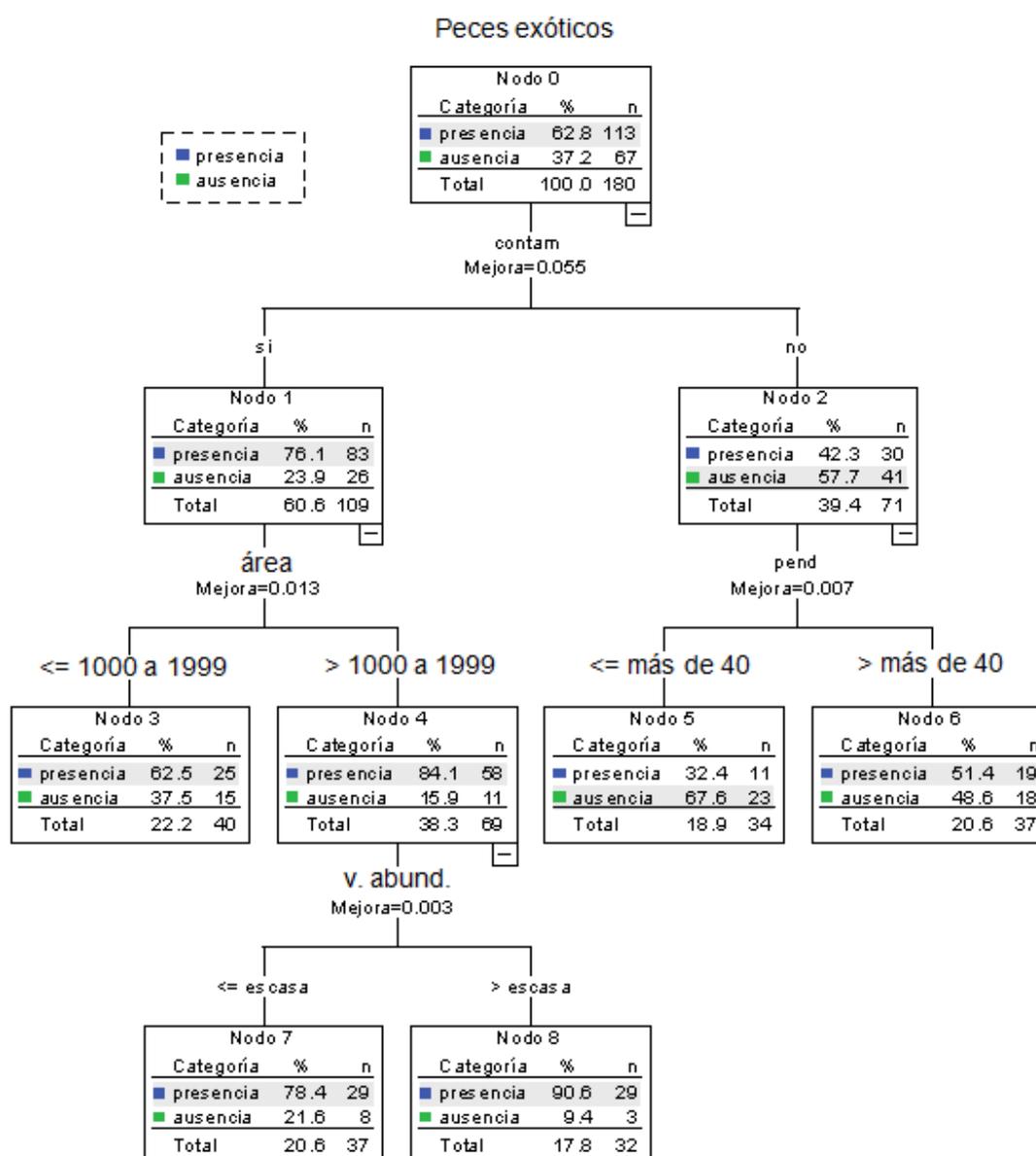


Figura IV. 5 Determinantes para la presencia de peces exóticos sin considerar variables contextuales espaciales.

Leyenda: v.abund.: vegetación abundancia, **pend:** pendiente.

Los resultados obtenidos cuando se incorporan variables contextuales modifican los resultados de la siguiente manera:

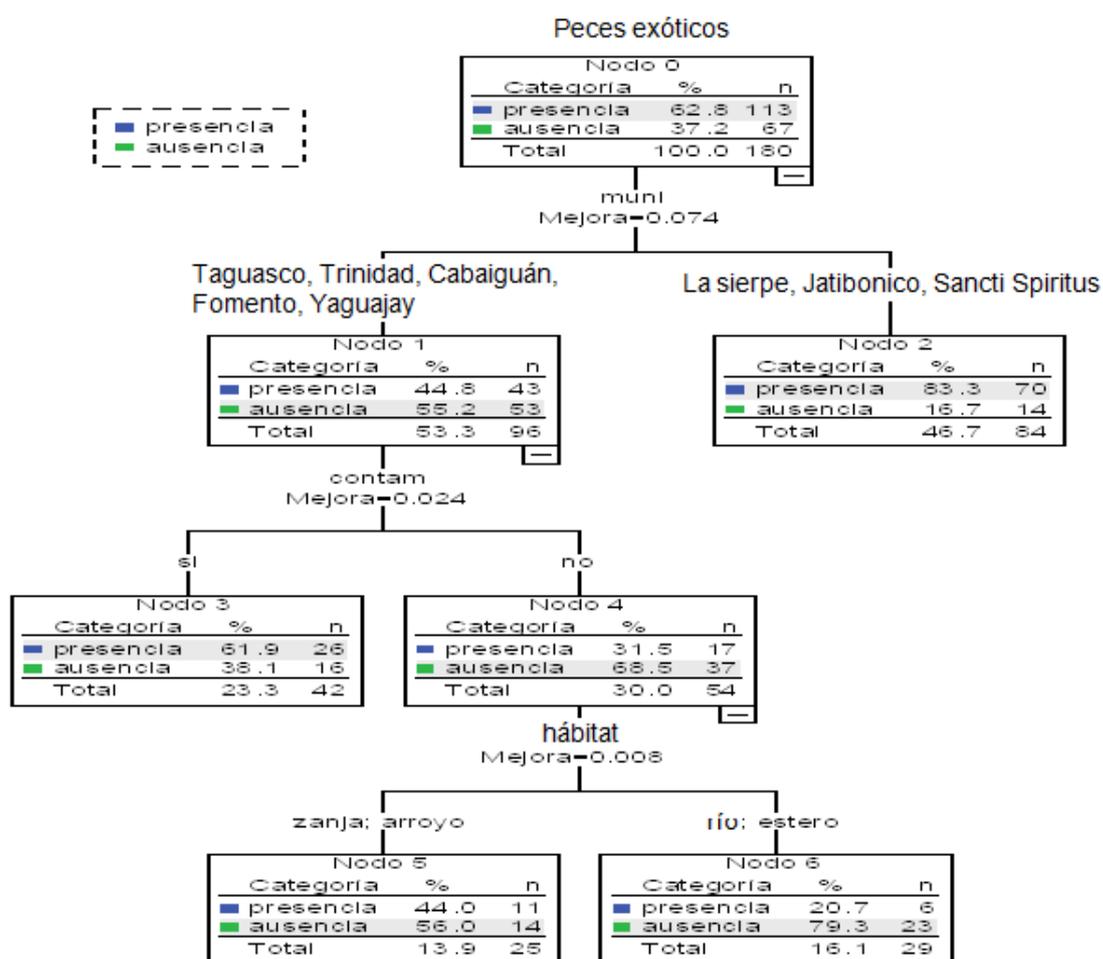


Figura IV. 6 Determinantes para la presencia de peces exóticos considerando variables contextuales espaciales.

Leyenda: muni: municipios, contam: contaminación.

Se puede apreciar que al incorporar estas variables espaciales, el municipio toma el mayor nivel discriminatorio; se muestra que estos peces predominan en La Sierpe, Jatibonico y Sancti Spiritus (83,3%), mientras que se presentan de forma ambivalente en el resto. La siguiente variable para los municipios es la presencia de contaminación, así aquellos cuerpos de agua que la presentan, acogen el 61,9% de los peces exóticos detectados, mientras que el resto no contaminado, se explica mediante el tipo de hábitat y, entonces, su presencia se concentra, en este caso, en zanjas y arroyos.

De forma resumida, se presenta en la Figura IV. 7 el orden de importancia normalizada, tras considerar, para los peces exóticos, todas las variables objeto de análisis:

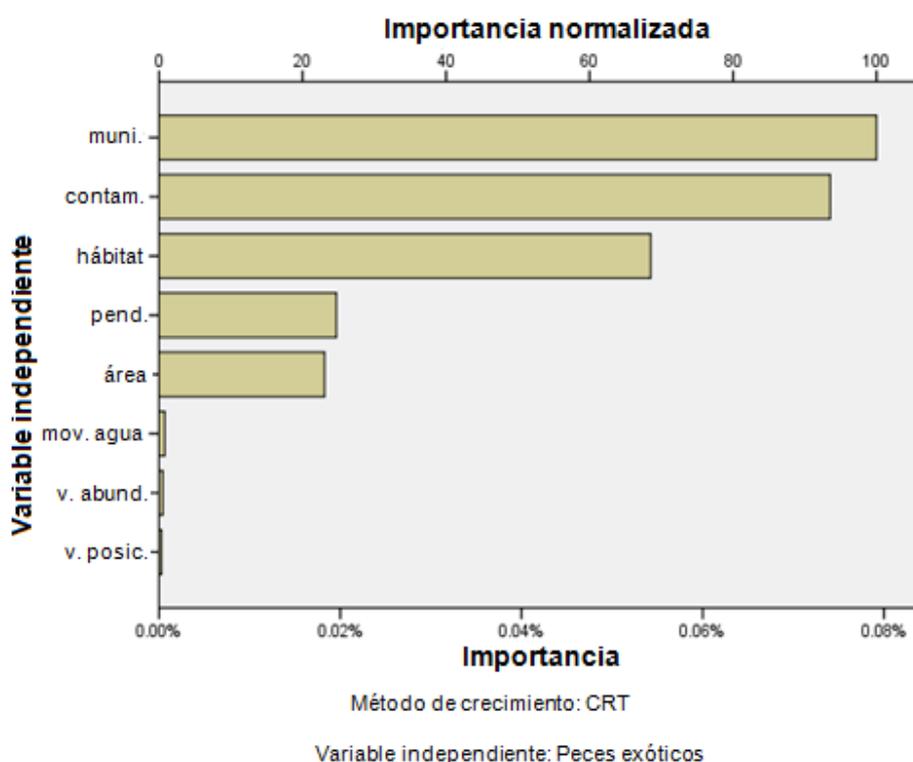


Figura IV. 7 Orden de importancia normalizada de las variables en la decisión ausencia/presencia de peces exóticos.

Fuente: árboles de decisión.

Leyenda: v.posic: vegetación posición.

Se observa la determinación, en primer lugar, de las municipalidades, seguida de la presencia de contaminación en los cuerpos de agua, el hábitat y otros factores, fundamentalmente abióticos en su distribución.

IV. 7 Relación existente entre los culícidos y peces fluviales

Es evidente que existe relación entre los mosquitos y los peces, hecho que está dado, fundamentalmente, por la riqueza de especies (S) y las características físico-geográficas de los territorios estudiados. Resultaron ser los municipios con un relieve premontañoso y montañoso, así como con ecosistemas costeros, los de mayor riqueza de especies, tanto de peces, como de mosquitos. Para los géneros identificados se encontraron diferencias notables (en cuanto al

número) en el caso de los peces; no fue así en los mosquitos, pero siguen siendo los municipios antes relacionados, los que mejor representados estuvieron en dicha investigación.

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 culícidos, con lo que se pudo establecer incluso, el orden de importancia de los predictores, para la presencia de estos géneros de culícidos, tal y como se refleja en la tabla IV. 14.

Tabla IV. 14 Resultados sobre el orden de importancia de los predictores para la presencia de los géneros de culícidos 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	-

Leyenda: * 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 IV. 8 y 9).

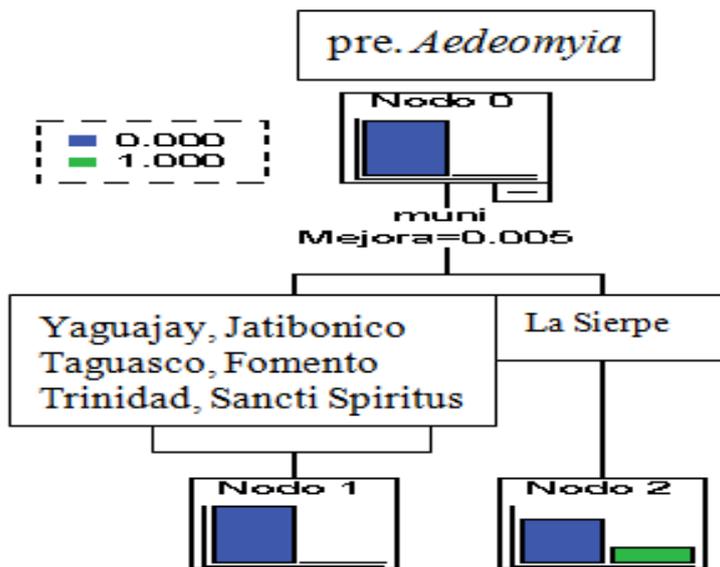


Figura IV. 8 Distribución de las variables según grado de importancia/decisión para el género *Aedeomyia*.

Leyenda: *pre. Aedeomyia*, presencia de *Aedeomyia*, *muni*: municipio.

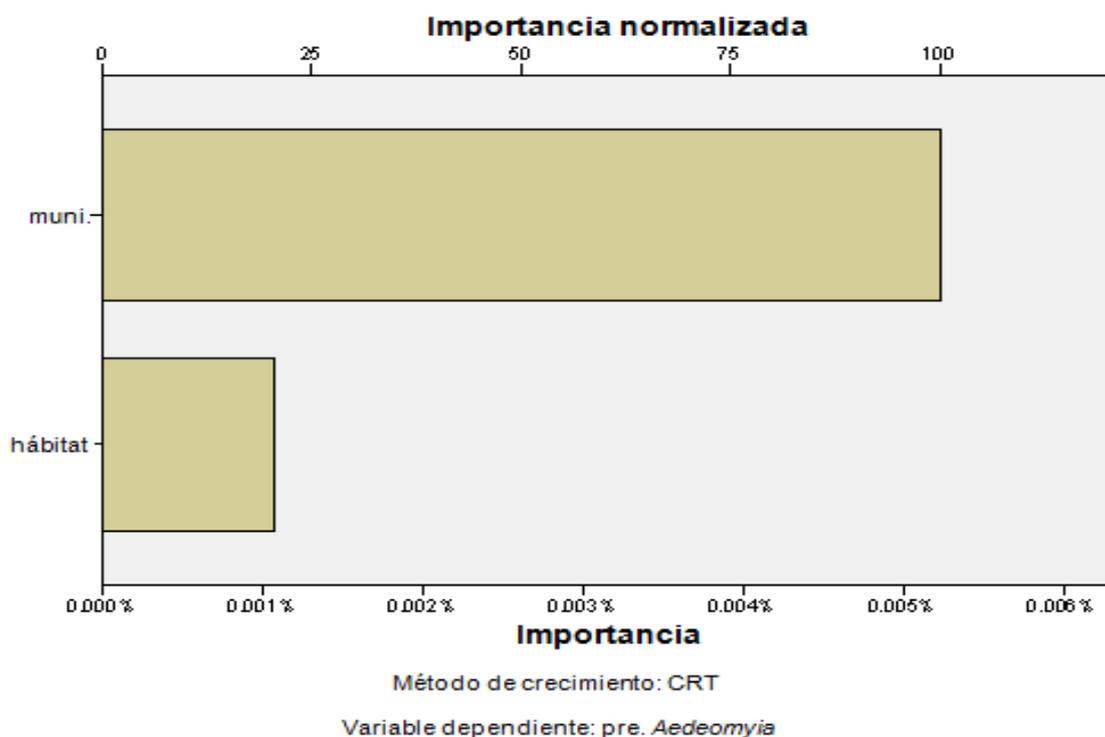


Figura IV. 9 Distribución de las variables según grado de importancia/decisión para el género *Aedeomyia*.

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 IV. 10 y 11).

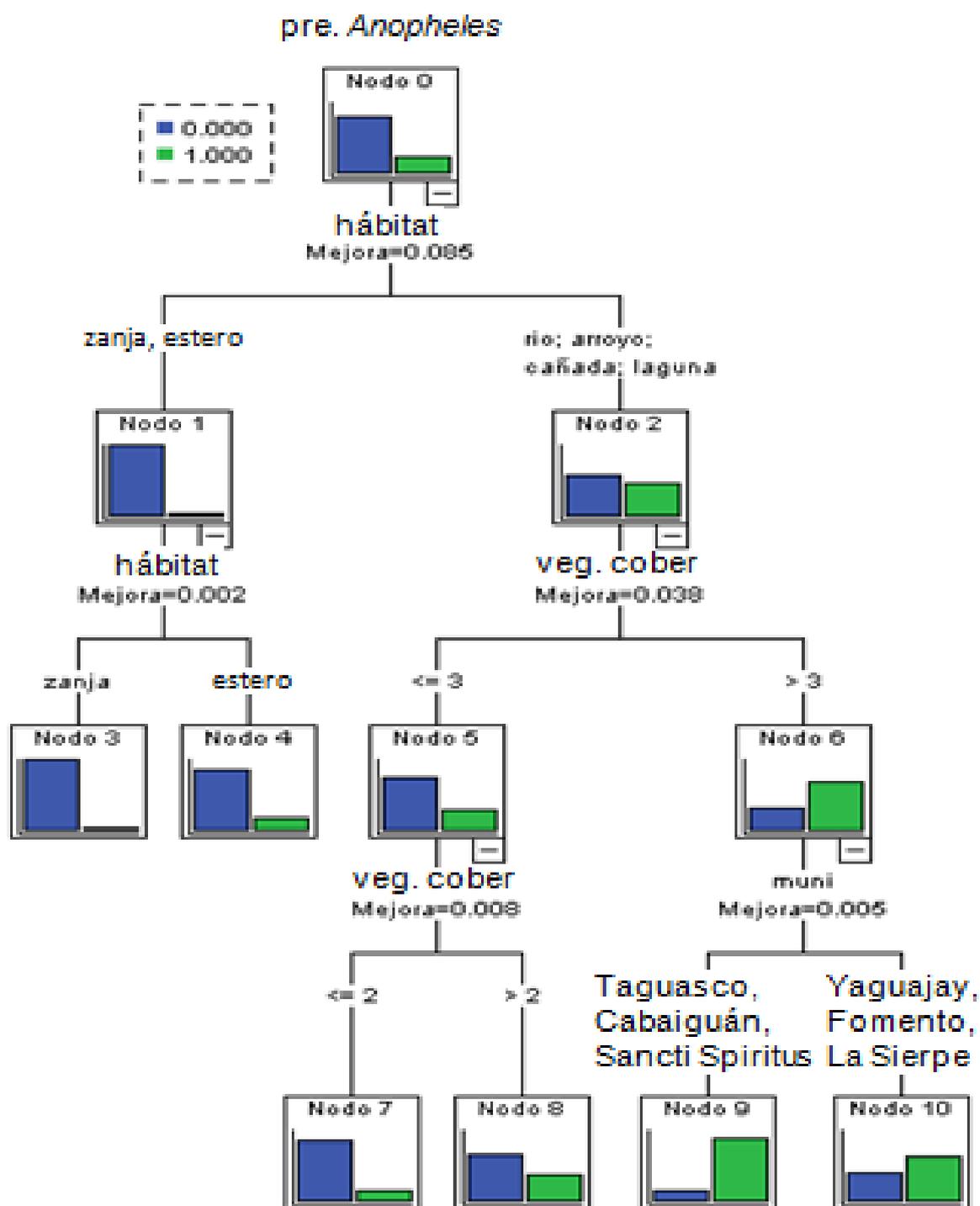


Figura IV. 10 Distribución de las variables según grado de importancia/decisión para el género *Anopheles*.

Leyenda: *pre. Anopheles*: presencia de *Anopheles*, **veg. cober**: cobertura de vegetación, **muni**: municipio.

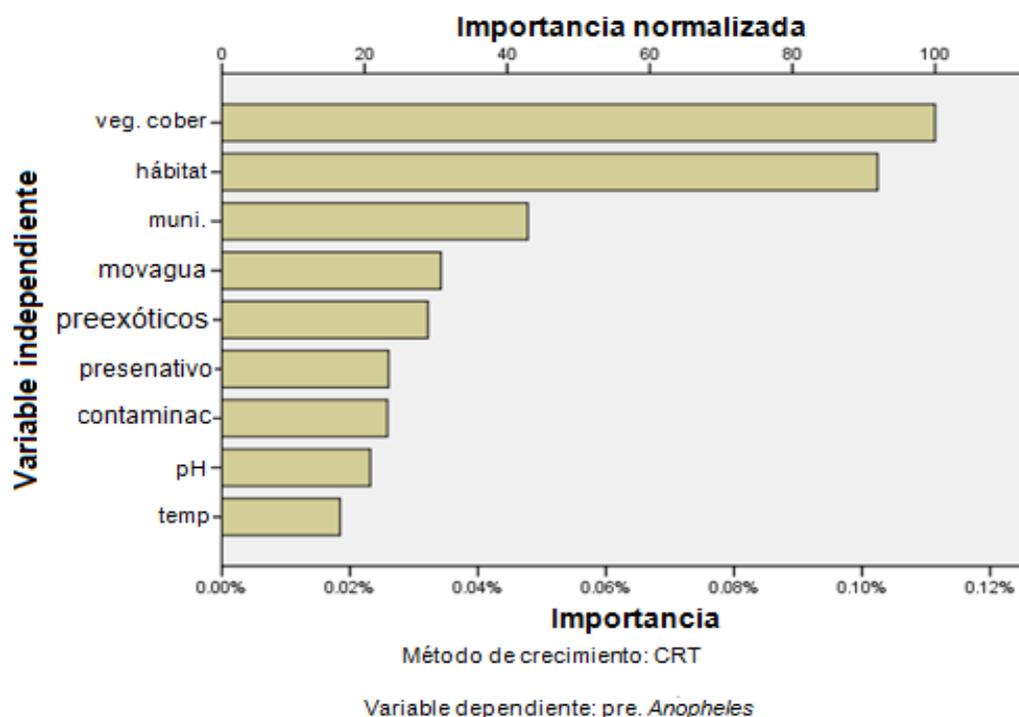


Figura IV. 11 Distribución de las variables según grado de importancia/decisión para el género *Anopheles*.

Leyenda: **movagua:** movimiento del agua, **preexóticos:** presencia de peces exóticos, **presenativo:** presencia de endémicos y naturalizados (peces), **contaminac:** contaminación, **temp:** temperatura.

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 IV. 12), lo cual se corrobora también por la distribución de las variables según el grado de importancia normalizada para dicho género (Figura IV. 13).

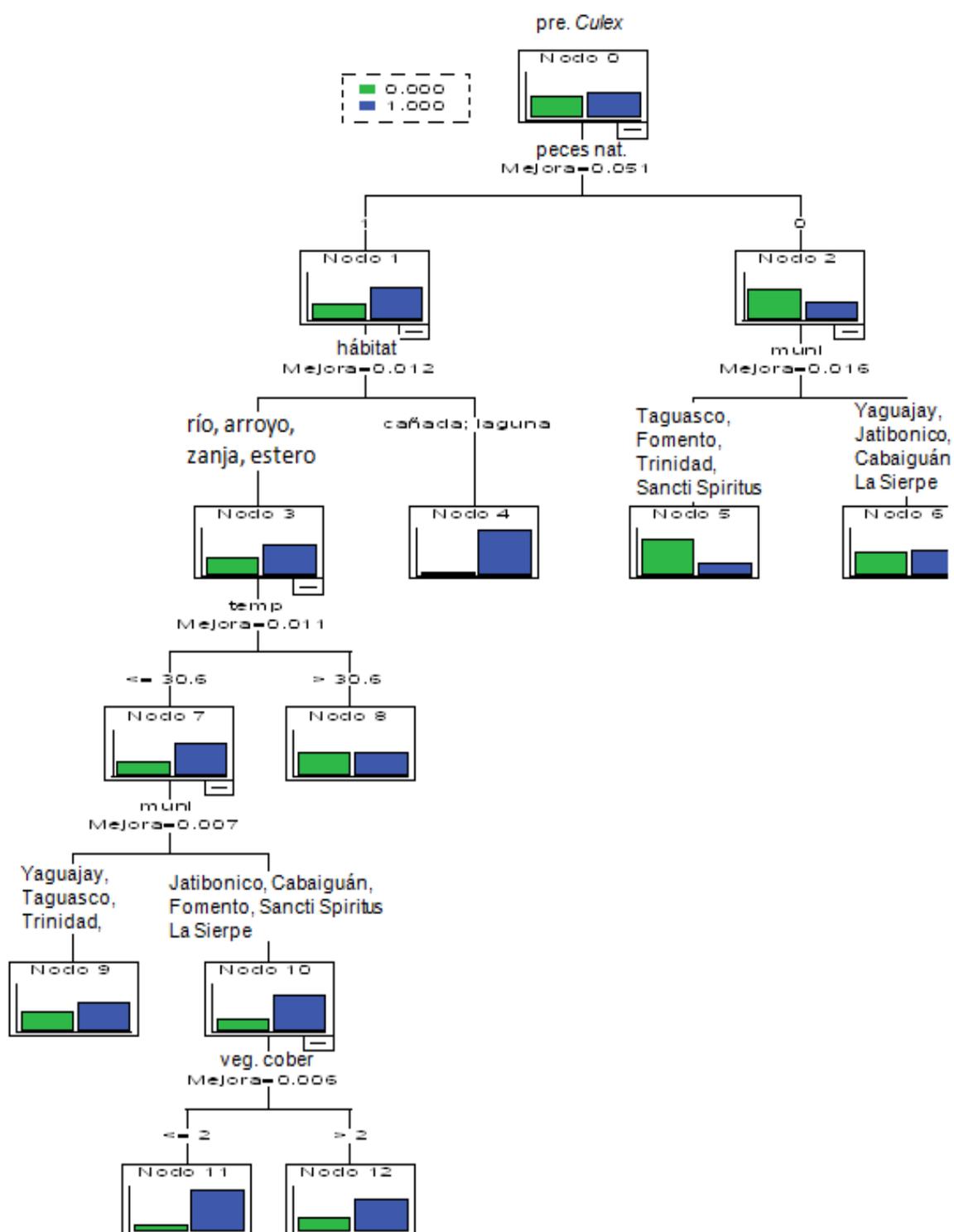


Figura IV. 12 Árbol de decisión para el género *Culex*.

Leyenda: pre. *Culex*: presencia de *Culex*, muni: municipio, temp: temperatura.

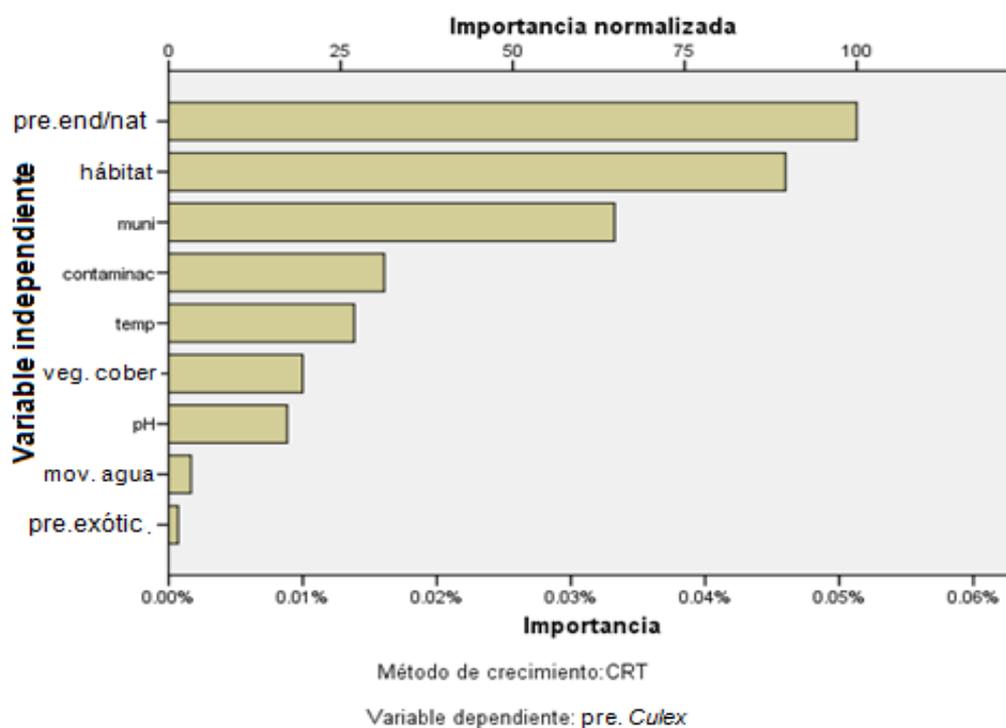


Figura IV. 13 Distribución de las variables según grado de importancia normalizada para el género *Culex*.

Leyenda: **pre.end/nat:** presencia de endémicos y naturalizados (se refiere a los peces), **pre.exótic:** presencia exóticos, **pre. *Culex*:** presencia de *Culex*.

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 IV. 14 y 15).

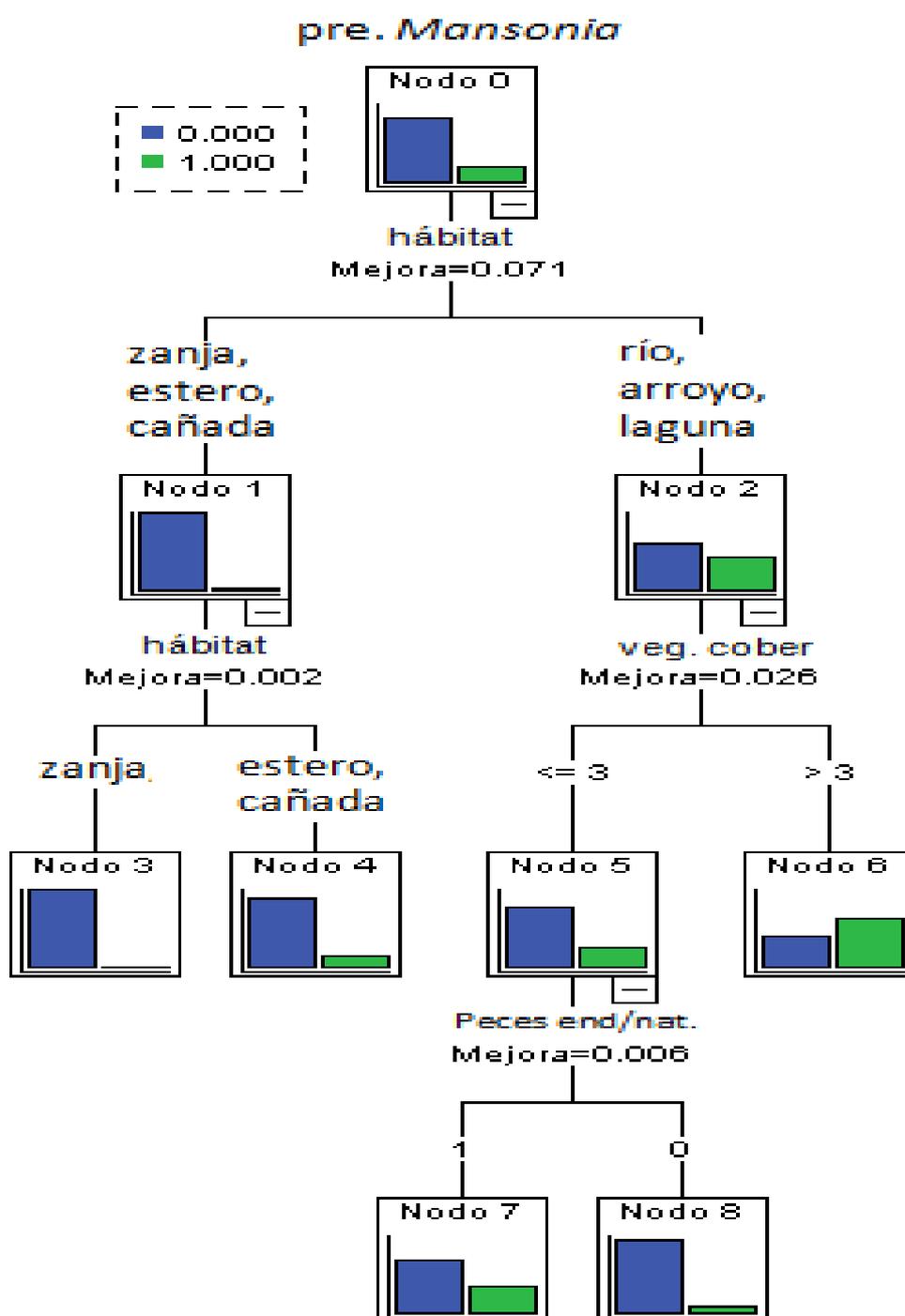


Figura IV. 14 Árbol de decisión para el género *Mansonia*.

Leyenda: veg.cober: vegetación cobertura, Peces end/nat: Peces endémicos y naturalizados.

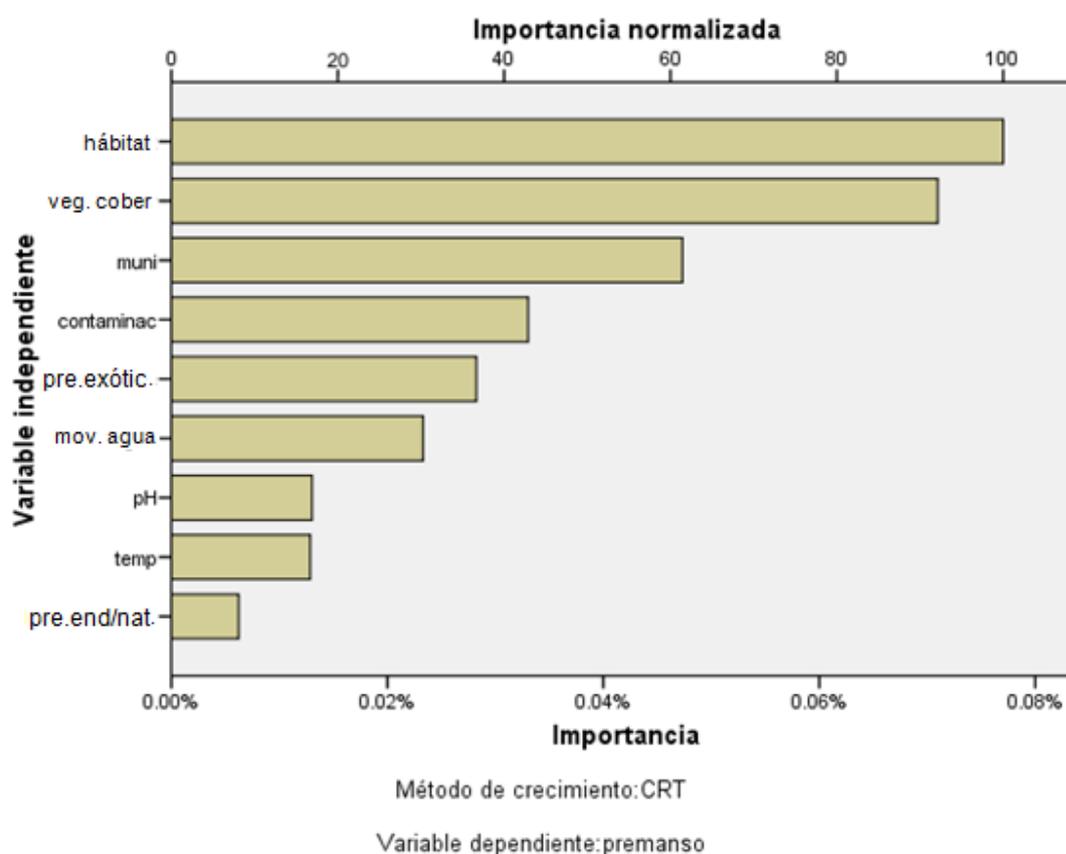


Figura IV. 15 Distribución de las variables según grado de importancia/decisión para el género *Mansonia*.

Leyenda: 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 16), la cual es mucho más marcada y evidente en los peces endémicos y naturalizados, lo que se reafirma en la figura 17, con la distribución de dichas variables según grado de importancia.

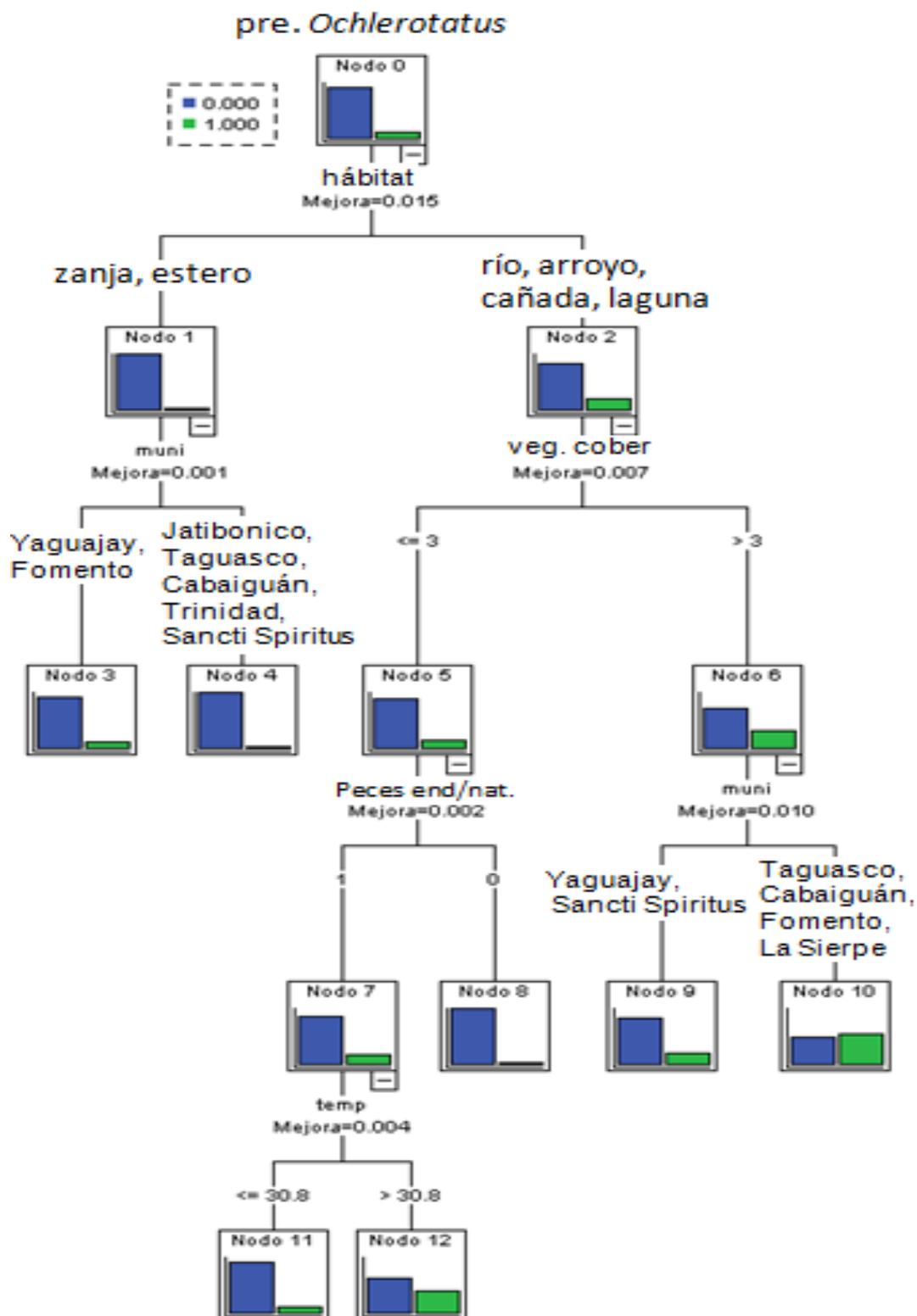


Figura IV. 16 Árbol de decisión para el género *Ochlerotatus*.

Leyenda: *pre. Ochlerotatus*: presencia de *Ochlerotatus*, **muni**: municipio, **temp**: temperatura.

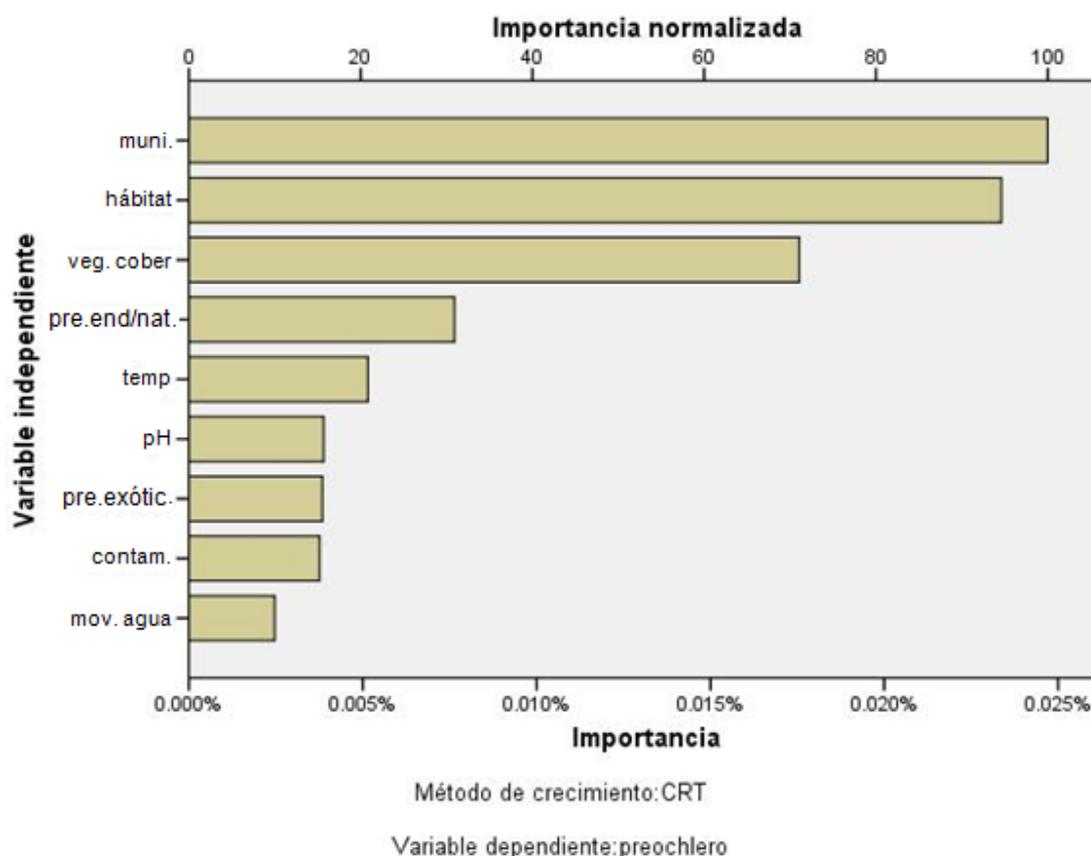


Figura IV. I7 Distribución de las variables según grado de importancia/decisión para el género *Ochlerotatus*.

Leyenda: preochlero: presencia de *Ochlerotatus*.

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 IV. 18 y 19).

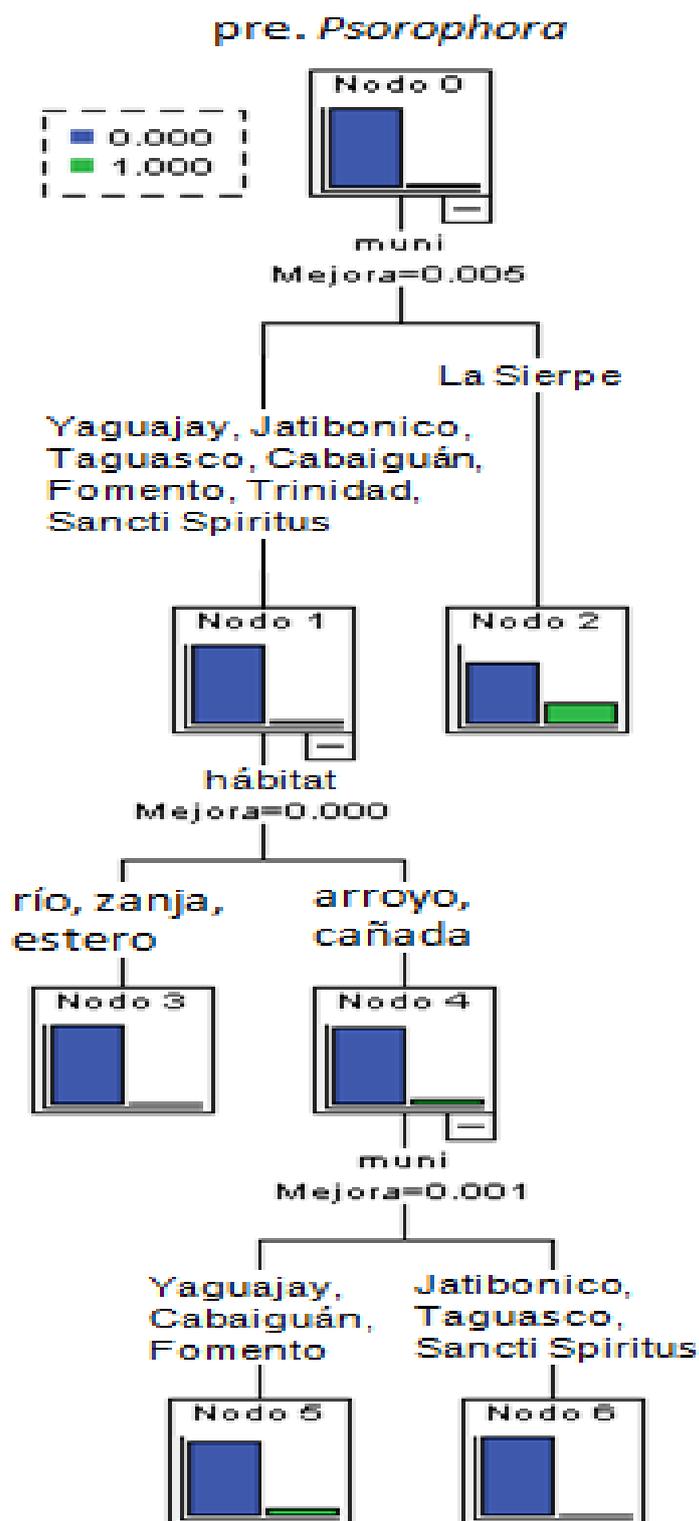


Figura IV. 18 Árbol de decisión para el género *Psorophora*.

Leyenda: muni: municipio.

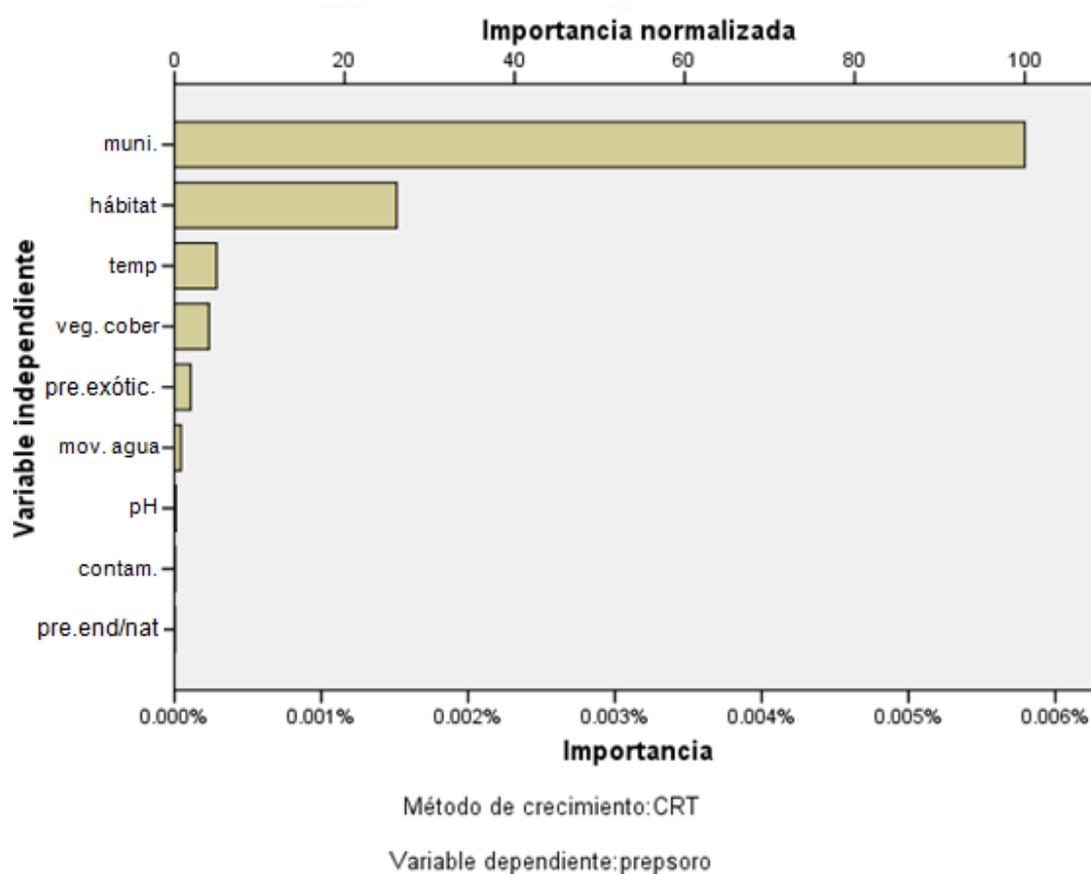


Figura IV. 19 Distribución de las variables según grado de importancia/decisión para el género *Psorophora*.

Leyenda: 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, ya que, en alguna medida, fueron depredados por estos peces, pero mucho más manifiesta en los endémicos y naturalizados (Figuras 20-23). Se muestran además, 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%).

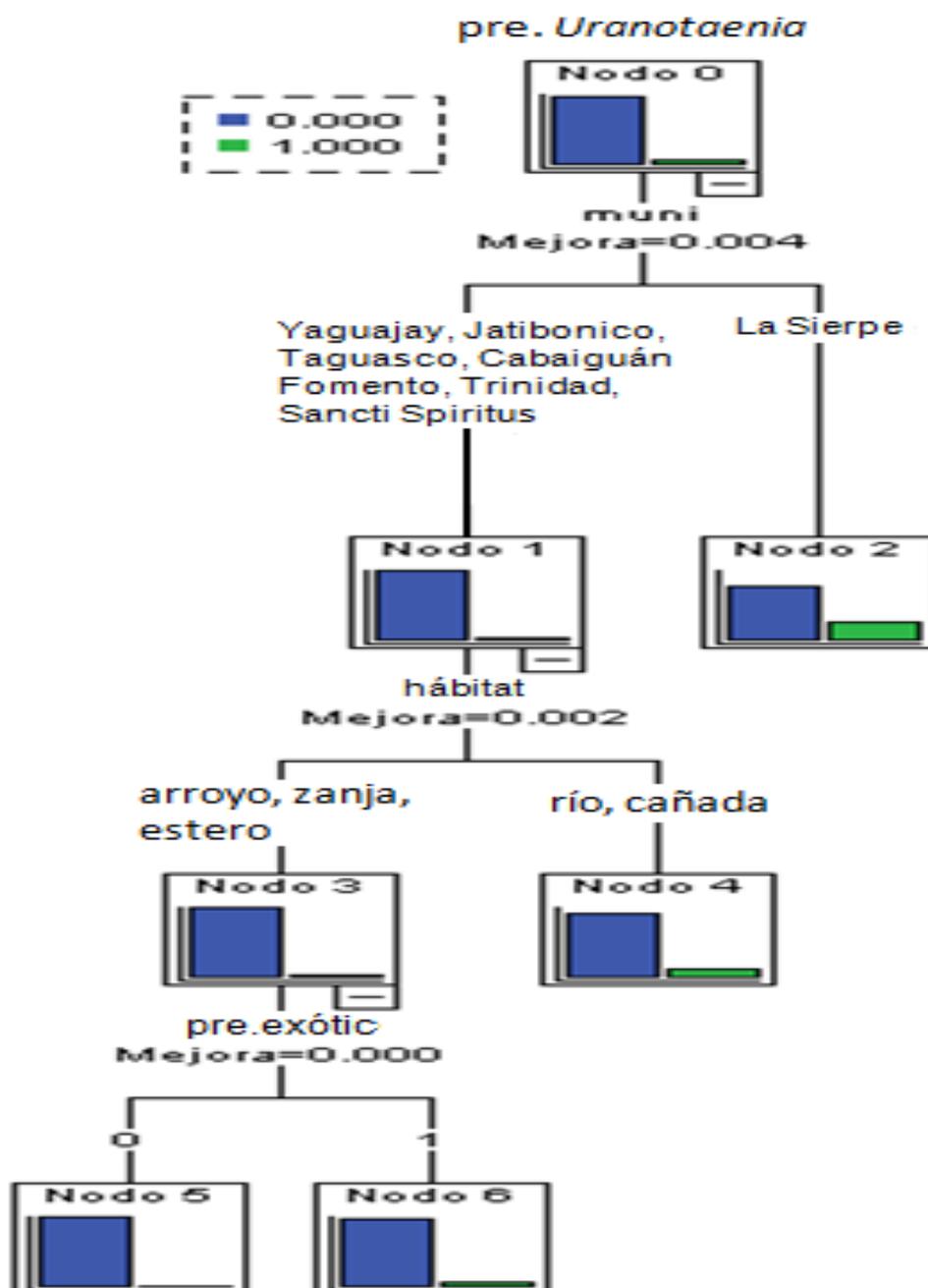


Figura IV. 20 Árbol de decisión para el género *Uranotaenia*.

Leyenda: pre. exótico: presencia de exóticos (se refiere a los peces).

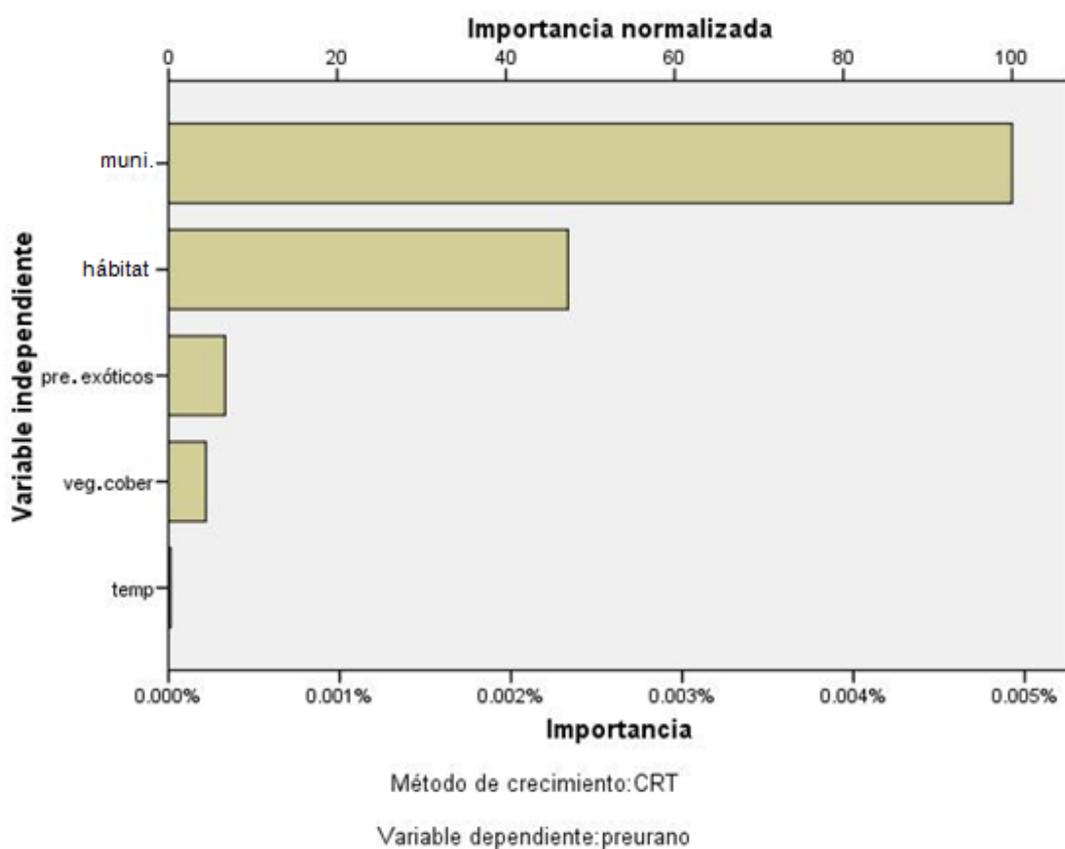


Figura IV. 21 Distribución de las variables según grado de importancia normalizada para el género *Uranotaenia*.

Leyenda: preurano: presencia de *Uranotaenia*.

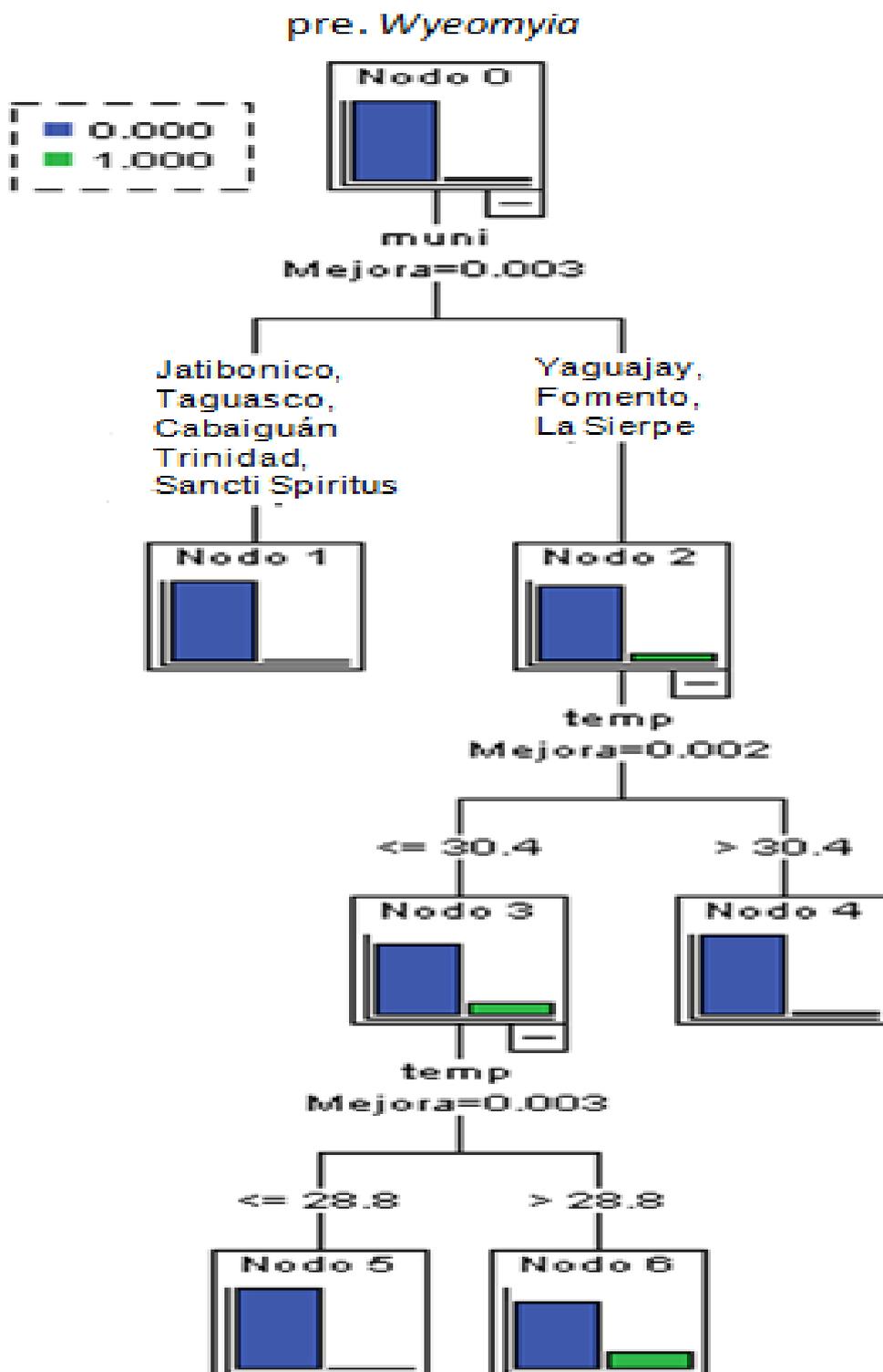


Figura IV. 22 Árbol de decisión para el género *Wyeomyia*.

Leyenda: **muni**: municipio, **temp**: temperatura.

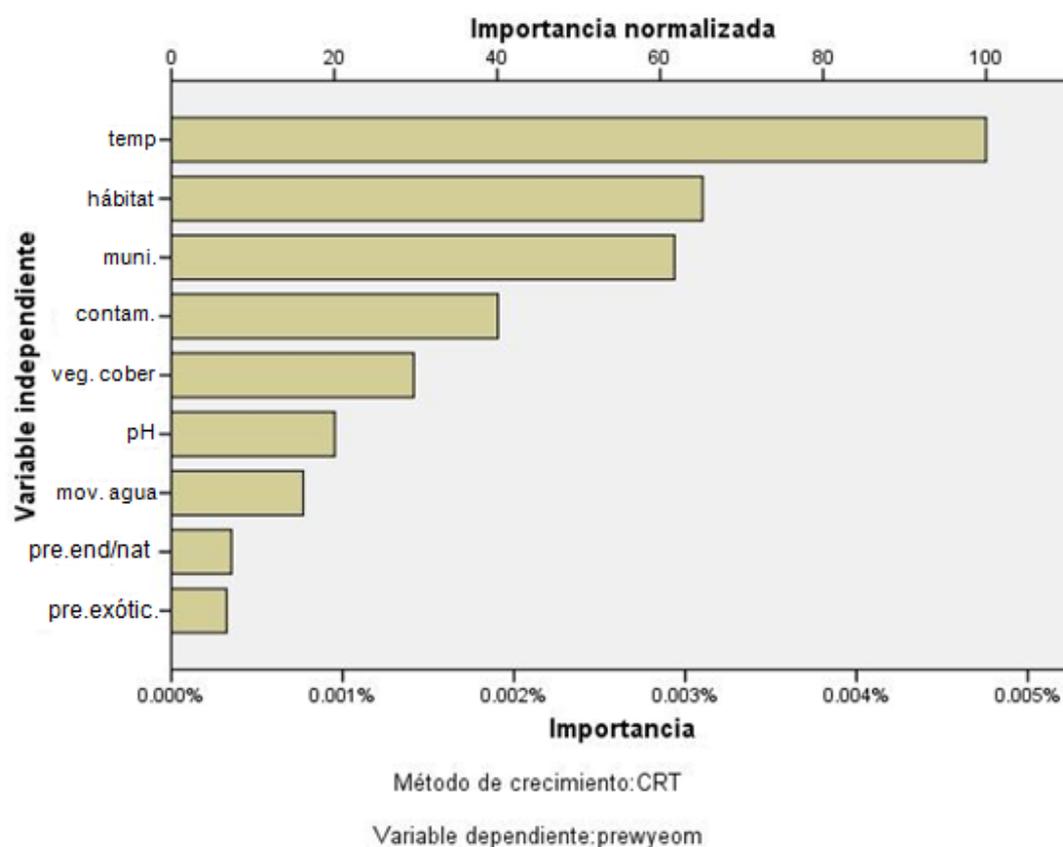


Figura IV. 23 Distribución de las variables según grado de importancia normalizada para el género *Wyeomyia*.

Leyenda: preweom: presencia de *Wyeomyia*.

IV. 8 Muestreos realizados durante los años 2000, 2005 y 2011 en relación con los efectuados antes del año 2000

En los muestreos realizados (2000, 2005 y 2011) se identificaron 15 especies de peces, mientras que en los anteriores al año 2000 solo fueron 10. En el actual estudio, 12 fueron los géneros identificados, contra ocho en investigaciones pasadas. Los municipios con mayor riqueza de especies en el presente estudio resultaron ser: Yaguajay (12/80,0%), Sancti Spíritus y Fomento, ambos con 10 especies (10/66,6%), Cabaiguán (8/53,3%) y La Sierpe (7/46,6%), mientras que los datos obtenidos con anterioridad, nos dicen que fueron Fomento (6/60,0%), Sancti Spíritus (6), seguidos por Cabaiguán y Yaguajay con cinco cada uno, solo repiten, en el actual estudio, Yaguajay, Sancti Spíritus y Fomento (Tablas IV. 15 y 16).

Las especies de peces más comunes en los muestreos anteriores al actual estudio fueron *G. punctata* (63,3% de los reservorios), *P. reticulata* (45,5%), *G. puncticulata* (31,1%) y *C. tetracanthus* (24,4%), es decir, están repartidas en casi todas las estaciones, donde aparecieron con los mayores por cientos de abundancia, mientras que en el presente estudio, solo repitieron: *P. reticulata* (51,1%), *G. punctata* (50,0%); se agregan ahora *L. vittata* (36,6%) y *G. metallicus* (30,0%). La repartición de individuos por especies mostró una tendencia a la disminución de los mismos por especie, a medida que fueron transcurriendo los años de muestreos.

Tabla IV. 15 Resultados de los muestreos realizados en reservorios fluviales antes del año 2000 en los municipios de la provincia Sancti Spíritus.

Especies de peces	Municipios								Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Gambusia punctata</i>	16 (20)	7 (9)	8 (8)	1 (7)	7 (7)	2 (6)	12 (29)	4 (4)	57 (90)	63,3
<i>Gambusia puncticulata</i>	14	0	0	0	7	2	5	0	28	31,1
<i>Poecilia reticulata</i>	0	4	5	7	6	1	18	0	41	45,5
<i>Limia vittata</i>	15	0	3	1	0	0	1	0	20	22,2
<i>Girardinus metallicus</i>	16	0	2	1	0	0	1	0	20	22,2
<i>Girardinus falcatus</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	4	4,4
<i>Cichlasoma tetracanthus</i>	11	0	0	2	4	0	4	1	22	24,4
<i>Micropterus salmoides</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2,2
<i>Tilapia rendalli</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,1
<i>Cyprinodon variegatus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3,3
Total	5(20)	2(9)	4(8)	5(7)	6(7)	4(6)	6(29)	3(4)	35	38,8 (90)
%	50%	20%	40%	50%	60%	40%	60%	30%		

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

Fuente: Departamento de Estadística de las Unidades Municipales de Control de Vectores, provincia Sancti Spíritus. Tesis de maestría de Morejón, (1992) y Morejón *et al.*, (1993).

16 (20)

El número dentro del paréntesis significa el total de reservorios muestreados por municipios, mientras que el número que está por delante, es la cantidad de reservorios en los que se detectó la especie de pez objeto de búsqueda.

Tabla IV. 16 Comportamiento por especies de los muestreos realizados en la provincia Sancti Spíritus. Años 2000, 2005 y 2011.

Especies de peces	Municipios								Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Gambusia punctata</i>	18(20)	4(9)	2 (8)	2 (7)	6 (7)	1 (6)	11(29)	3 (4)	45	50,0
<i>Gambusia puncticulata</i>	7	4	0	2	5	2	1	3	24	26,6
<i>Poecilia reticulata</i>	1	8	5	4	2	3	22	1	46	51,1
<i>Limia vittata</i>	17	0	1	2	5	1	6	1	33	36,6
<i>Girardinus metallicus</i>	15	0	4	2	2	0	2	2	27	30,0
<i>Girardinus falcatus</i>	8	0	0	1	2	0	0	0	11	12,2
<i>Girardinus denticulatus</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6,6
<i>Cubanichthys cubensis</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5,5
<i>Cyprinodon variegatus</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	4	4,4
<i>Cichlasoma tetraacanthus</i>	8	0	0	2	2	0	2	0	14	15,5
<i>Dormitator maculatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1,1
<i>Xiphophorus maculatus</i>	8	0	0	0	3	0	2	0	13	14,4
<i>Clarias gariepinus</i>	3	0	0	0	2	0	8	4	17	18,8
<i>Betta splendens</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	2	2,2
<i>Tilapia rendalli</i>	2	0	2	2	1	0	8	3	18	20,0
Total	12	4	5	8	10	6	10	7	62	
%	80,0	26,6	33,3	53,3	66,6	40,0	66,6	46,6		68,8(90)

Fuente: Laboratorio de Control Biológico del Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kouri» (IPK).

Otro resultado interesante en la actual investigación fue que de las 11 especies identificadas como endémicas (E) y naturalizadas (N), 8 (72,7%) incrementaron su presencia en los reservorios, mientras 3 (27,2%) reducen su presencia. En el caso de las especies introducidas (I) 4 de 5 (80,0%) incrementaron su presencia y 1 (20,0%) la redujo, a pesar que estos cambios/diferencias no resultaron significativos a la prueba de los signos: $p= 0,077$, son resultados, que sí refuerzan los anteriormente obtenidos para los ejemplares de peces colectados, tanto para municipios como especies, tal y como se refleja en la tabla IV. 17.

Tabla IV. 17 Sobre el incremento/reducción de las especies de peces antes del año 2000 y durante los años 2000, 2005 y 2011.

Especies de peces	Antes		Después		Diferencia
	2000	%	2000	%	
<i>Gambusia punctata</i> (E)	57	63,3	45	50,0	- 12
<i>Gambusia puncticulata</i> (N)	28	31,1	24	26,6	- 4
<i>Poecilia reticulata</i> (N)	41	45,5	46	51,1	+ 5
<i>Limia vittata</i> (E)	20	22,2	33	36,6	+ 13
<i>Girardinus metallicus</i> (E)	20	22,2	27	30,0	+ 7
<i>Girardinus falcatus</i> (E)	4	4,4	11	8,8	+ 7
<i>Girardinus denticulatus</i> (E)	0	0	6	6,6	+ 6
<i>Cubanichthys cubensis</i> (E)	0	0	5	5,5	+ 5
<i>Cyprinodon variegatus</i> (N)	3	3,3	4	4,4	+ 1
<i>Cichlasoma tetraacanthus</i> (N)	22	24,4	14	15,5	- 8
<i>Dormitator maculatus</i> (N)	0	0	1	1,1	+ 1
<i>Xiphophorus maculatus</i> (I)	0	0	13	14,4	+ 13
<i>Clarias gariepinus</i> (I)	0	0	17	18,8	+ 17
<i>Betta splendens</i> (I)	0	0	2	2,2	+ 2
<i>Tilapia rendalli</i> (I)	1	1,1	18	20,0	+ 17
<i>Micropterus salmoides</i> * (I)	2	2,2	0	0,0	- 2

Prueba de los signos: $p=0,077$

*No es la trucha verdadera, aunque en Cuba se le conoce comúnmente como «Trucha»; la que se introdujo en nuestro país fue la americana, conocida como «trucha arcoíris» y cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*.

Leyenda: (E): Endémico, (I): Introducido, (N): Naturalizado.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

V. 1 Distribución de peces fluviales colectados por especies y municipios

El número de especies de peces identificadas en este trabajo para la provincia Sancti Spíritus fue de 15. En estudios realizados con anterioridad por Koldenkova y García (1990) se describen un número de 13 especies, similar al nuestro. De estas no coincidimos con tres especies del género *Rivulus*, que no se encontraron, pero adicionamos a la lista dos nuevas especies: *G. denticulatus* y *G. falcatus*. Por otra parte, Hernández (1999), en un estudio realizado sobre las especies de aguas interiores, relacionó un número mayor de especies, pero se realizó en todas las provincias del país.

Del total de especies identificadas, la mayor cantidad correspondió a las endémicas y naturalizadas (11), lo que coincide con la ictiofauna de sudamérica y las Islas del Caribe, y corrobora la teoría de Iturralde y MacPhee (1999) en relación con el origen de la flora y fauna cubana, que también ha sido demostrado por Rodríguez (2001) para sudamérica, Rojas *et al.* (2003) para Venezuela y Rojas *et al.* (2004) en Perú.

Los municipios donde se colectaron un mayor número de ejemplares de peces; resultaron ser, Sancti Spíritus, Yaguajay, Cabaiguán y Fomento, es decir, municipios con ecosistemas costeros, premontañosos y montañosos, donde, indudablemente, la variedad de los ecosistemas es mayor, lo que brinda más posibilidades para la biodiversidad de organismos (Achá y Fontúrbel, 2003; González, 2006 y Cassab *et al.*, 2011). Además, en el caso de los municipios que ocuparon los dos primeros lugares (Sancti Spíritus y Yaguajay), la cifra de ecosistemas fluviales muestreados (29 y 20) fue superior al resto de los municipios.

El número de individuos identificados en los 90 ecosistemas muestreados en los diferentes años mostraron un total de 6 348 especímenes en el año 2000, equivalente al 41,5% del total colectado (15 260). En el 2005 la cifra ascendió a 7 561, para un 49,5%, mientras que en el 2011, esta cifra descendió bruscamente, a solo 1 351 ejemplares, para un 8,8%,

G. punctata fue la especie mejor repartida y distribuida en los reservorios de Sancti Spíritus antes del año 2000, seguida de las especies naturalizadas *P. reticulata* y *G. puncticulat*

(Morejón, 1992). En este estudio, fue *P. reticulata* y *G. punctata* pasó a la segunda posición, pero lo más notorio y preocupante fue que *G. puncticulata* ocupó el quinto lugar, después de *G. metallicus* y *L. vittata* y esta, era una de las especies más abundantes y mejor distribuidas en nuestro país años atrás (García y González, 1986), hecho que se corroboró por la drástica disminución de ejemplares de dicha especie por muestreos, de 1 040 en los cuatro muestreos de los años 2000 y 2005 pasó a solo 73 en los dos muestreos del año 2011, por lo que se atribuye esta disminución, en cuanto al número de ejemplares y presencia en los ecosistemas de *G. puncticulata*, al incremento sustancial en los niveles de contaminación de los ecosistemas fluviales espirituanos (actividad doméstica, agricultura y las industrias) y agudización de la competencia interespecífica, fundamentalmente, con las especies exóticas que se han introducido en estos ecosistemas fluviales, principalmente, *T. rendalli* y *C. gariepinus*, las cuales poseen una mayor plasticidad ecológica y capacidad de adaptación que las especies autóctonas (Ishikawa *et al.*, 2010; Adytia *et al.*, Argota *et al.*, 2012 b) .

Otro aspecto importante fue el hallazgo de tres especies introducidas: *B. splendens*, *C. gariepinus* y *X. maculatus*, que no estaban registradas en los reservorios fluviales en la provincia antes del año 2000. Estas especies introducidas en los ecosistemas fluviales, podrían con el tiempo, ir haciendo un orificio en la red trófica, desplazando a especies competidoras menos fuertes, incidir negativamente sobre las poblaciones de las especies autóctonas llevándolas a la extinción y provocar la proliferación de otras, beneficiadas por la disminución de competencia.

En el presente estudio, el número de peces estuvo repartido de forma uniforme (7 613 ejemplares recolectados durante los tres muestreos realizados en marzo de los años 2000, 2005 y 2011, para un 49,8%, contra 7 647/50,1% del período lluvioso), lo cual demostró que la variación de la abundancia es algo complejo, que puede variar de una localidad a otra e incluso, en el tiempo. Partiendo de la premisa de que todos los organismos dependen de sus relaciones con el medio circundante, que las relaciones de los organismos vivos son muy complejas y están condicionadas por una amplia gama de factores, las especies se ven afectadas de manera diferente en las distintas localidades y períodos estacionales (Berovides y Gerhartz, 2007). Varios estudios realizados en ríos, tanto lénticos como lóticos, demuestran que la composición de peces varía en dependencia de diferentes factores, asociados a los cuerpos

de agua. De este modo, los peces se distribuyen de forma diferente, de acuerdo con un arreglo de variables, como la profundidad, cobertura de la vegetación, velocidad de la corriente, grado de iluminación y sustrato asociado al fondo (Bussing, 2002; Tamada, 2011; Ponce de León, 2012).

V. 2 Las especies de peces fluviales identificadas en los muestreos realizados, según familias y géneros

Se reafirmó la familia Poeciliidae como la mejor representada y distribuida; se incluyen en ella las especies de peces con mejores cualidades biorreguladoras sobre las poblaciones larvales de mosquitos, lo cual concuerda con resultados obtenidos por otros autores, tanto en condiciones de laboratorio como naturales (Hernández *et al.*, 2004; Pamplona *et al.*, 2009 y Ghosh *et al.*, 2011).

La representatividad de familias por municipios mostró ser heterogénea. Como se ha planteado, la biodiversidad insular fluvial, está influenciada por factores que inciden directamente sobre el número o riqueza de las especies (características del área de estudio, grado de antropización y las condiciones climáticas), lo que hace que esta no sea elevada, tal y como sucedió en esta investigación. Es bueno aclarar que comparar la riqueza de especies de diferentes comunidades puede ser problemático cuando el esfuerzo o tipo de muestreo no es tomados en cuenta (Mendes *et al.*, 2008). Una alternativa común en ecología es el uso de la riqueza o número de especies, como una aproximación de diversidad y se ha convertido en la medida más usada (Stirling y Wilsey, 2001), ya que brinda algunas ventajas, tales como: representa la variabilidad de especies, es fácil de entender y de medir, entre otras, sin embargo, no reporta información acerca de las especies raras y dominantes en un área (Wilsey, 2005). Por lo general, el valor de riqueza o número de especies varía de un lugar a otro dependiendo de los factores antes relacionados, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ponce de León para la familia *Poeciliidae* en nuestro país y con los de Eisen *et al.* en Estados Unidos (2008).

Los géneros *Gambusia* y *Poecilia* fueron los que mejor representados y distribuidos estuvieron en la investigación, resultado que coincide con los obtenidos en Cuba y otras áreas geográficas (Hernández *et al.*, 2004; Ghosh *et al.*, 2011 y Argota y Tamayo, 2012).

Si tenemos en cuenta que la ictiofauna cubana está pobremente representada, por alrededor de 55 especies y de estas, 18 que aparecen ocasionalmente o durante una parte de su vida, entonces, no es alto el por ciento de especies estrictamente dulceacuícolas, razón por la cual se hace necesario aprovechar las especies de peces autóctonas en función del ictiocontrol de especies vectoras transmisoras de enfermedades, tal y como se realiza en La India (Chandra *et al.*, 2008; Sarfarazul y Yadav, 2011; Adytia *et al.*, 2012) y en varios países de la región (Marti *et al.*, 2006; Quintans *et al.*, 2010).

V. 3 Sobre las distribuciones de culícidos en el estudio

De las 68 especies de mosquitos registradas para Cuba (González, 2006), 33 fueron identificadas en la 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 nuestro país, a pesar de ser un archipiélago, lo que corrobora los resultados obtenidos por García, (1977) y González, (1985).

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 Marquetti (2006), específicamente para *Cx. quinquefasciatus* en el ecosistema urbano; dicho resultado confirma también los criterios de Mattingly, (1962); Scorza, (1972) y Cruz y Cabrera, (2006) en relación con 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 y 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 ahora mayores, ya 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 al respecto (Achá y Fontúrbel, 2003; González, 2006; Cassab *et al.*, 2011).

V. 4 En relación con la capacidad biorreguladora analizada en cuatro especies de peces fluviales

La investigación mostró la eficacia del control larval de mosquitos por parte de las especies *G. punctata* y *G. puncticulata*, las que actúan como excelentes organismos biorreguladores, tal y como lo demuestran estudios realizados al respecto (Rojas *et al.*, 2004; Chandra *et al.*, 2008 y Aditya *et al.*, 2012). A pesar de la existencia de larvas de mosquitos en muchos de los reservorios habitados por estas dos especies de peces, las mismas consumieron otros alimentos alternativos (algas filamentosas de los géneros *Calothrix*, *Cladophora* y *Ulothrix*, todos correspondientes a aguas limpias o poco contaminadas y detrito), pero siempre se encontró en mayor cuantía, los restos en contenido gástrico de origen animal, lo cual demostró el carácter carnívoro de dichas especies, además de su plasticidad alimentaria ante situaciones adversas, resultados que concuerdan con los alcanzados por Rojas *et al.* (2005) y Quintans *et al.* (2010). Las mayores proporciones de alimentos correspondientes a artrópodos, que se encontraron en el contenido gástrico correspondieron al período poco lluvioso, lo que se debió en gran medida a la reducción del área y volumen de agua en los reservorios, lo que provoca el hacinamiento y, por ende, el aumento de la competencia por el recurso alimento, aspecto señalado por Berovides y Gerhartz, (2007) y corroborado en esta investigación. Kramer y Coweil (1987) refieren que la existencia de variedad de alimentos alternativos es un factor que disminuye la efectividad del control de larvas de mosquitos por parte de los peces.

En el caso de la especie exótica *C. gariepinus*, su dieta fue principalmente omnívora, a pesar de que los ejemplares a los que se les analizó el tracto digestivo eran, en su mayoría, juveniles; en

sus contenidos gástricos encontramos con mayor frecuencia, los restos de peces y de insectos, los que marcaron las mayores proporciones de esos contenidos en relación con las demás partículas analizadas. De manera que su carácter omnívoro fue demostrado mediante la ausencia de diferencias significativas en las proporciones de alimentos encontrados en su contenido gástrico. Esta especie, además de presentar aristas de biorregulación sobre los artrópodos, implica un carácter competitivo con la ictiofauna autóctona, la cual es más selectiva y dirigida a la biorregulación de las larvas de mosquitos y consecuentemente, más deseable como controlador biológico. Es importante tener en cuenta que la tendencia de las especies exóticas, en la medida que van ganando en talla y peso es a la predación de otras especies de peces que cohabitan con ellas (Ishikawa *et al.*, 2010; Pino del Carpio *et al.*, 2010) lo que las convierte progresivamente en una amenaza para la ictiofauna nativa.

El paulatino incremento en el número de individuos en el ensamblaje de *Clarias* en los ecosistemas fluviales espirituanos, evidentemente, está acarreado un aumento en la competición frente a las necesidades vitales, estas rivalidades son mucho más agudas entre los individuos de una misma especie, por consiguiente, la superpoblación es causa de importantes interferencias entre los diferentes individuos, en ocasiones, en forma de agresión directa o incluso, de canibalismo, aspectos estos demostrados en la investigación y que coinciden con los obtenidos por Clarke, 1946; Alcaraz *et al.*, 2008 y Pino del Carpio *et al.*, 2010.

X. maculatus, una especie de pez ornamental y que se colectó en tres municipios, no resultó ser una especie con buenas cualidades biorreguladoras para las larvas de culícidos, a pesar de que existen estudios que resaltan la capacidad larvívora de la misma, conjuntamente con otras especies ornamentales, como el Goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), (Singh y Ahmed, 2005; Valero *et al.*, 2006; Gupta y Banerjee, 2009), pero en nuestro caso, las preferencias de *X. maculatus* fueron hacia el detrito y restos de peces y no hacia las larvas y pupas de mosquitos.

Los resultados obtenidos en Kenya y Somalia con *Oreochromis niloticus* y *O. spilurus*, dos especies de tilapia, las cuales han sido utilizadas en el control de mosquitos de la malaria con gran éxito (Prasad *et al.*, 1993; Mohamed, 2003; Howard *et al.*, 2007; Chandra *et al.*, 2008), no son extrapolables para *Tilapia rendalli*, especie introducida y colectada en la provincia.

En nuestro país, ni *C. gariepinus*, ni *X. maculatus*, ni ninguna de las especies de tilapias introducidas, han resultado ser buenos candidatos para el control de las poblaciones larvales de mosquitos (Hernández, 2000; Hernández *et al.*, 2005; Hernández *et al.*, 2006).

V. 5 Caracterización de los hábitats

Resultaron ser la abundancia de la vegetación, la contaminación, el movimiento del agua y la pendiente, las variables que presentaron los mayores diferenciales entre los hábitats; la presencia de contaminación caracterizó a las cañadas, zanjas y lagunas, sobre todo, la proveniente de la actividad doméstica (acrecentada por la proliferación en la crianza de cerdos y el vertimiento directo a los reservorios aledaños, tanto de heces fecales, como de residuales líquidos y sólidos), la agricultura, con el uso indiscriminado de pesticidas, herbicidas y fungicidas, así como la industria local espirituana, con un aporte considerable a la carga contaminante en las redes hidrográficas, por parte de los centrales azucareros, destilerías, fábrica de cemento, combinado lácteo río Zaza, entre otras, hasta el punto de predominar en la actualidad, las aguas negras, donde es prácticamente imposible la supervivencia de la mayoría de las especies de peces con potencialidades biorreguladoras, así como de otros organismos acuáticos, entre estos, los moluscos (Diéguez *et al.*, 2005; Argota *et al.*, 2012b); además de incidir en el crecimiento de estas especies, tanto de la talla y el peso, lo que evidencia que las condiciones ambientales están resultando ser muy limitadas para las especies de peces que habitan en dichos reservorios, lo cual puede influir en la función predadora sobre las larvas y pupas de mosquitos, algo similar a lo que está sucediendo en ecosistemas fluviales de la provincia Santiago de Cuba, La Habana y en otras latitudes del planeta (Toft *et al.*, 2004; Cabrera *et al.*, 2008; Argota y Tamayo, 2012)

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 de 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 y Tamayo, 2012; Ponce de León, 2012).

El movimiento del agua también fue un factor diferencial entre los hábitats. Los ríos y arroyos se caracterizan por el movimiento lótico y el resto, por el movimiento léntico. El pH y la temperatura de estos cuerpos de agua también presentaron diferencias; en sentido general, los arroyos y ríos se caracterizan por un pH y temperatura menor que el resto de los reservorios (Odum, 1986; Rueda *et al.*, 1998), razón por la cual, los ejemplares colectados en las zanjas, lagunas, cañadas y esteros fueron de menor talla, hecho que está dado, porque cuando se eleva la temperatura, aumenta el metabolismo y el consumo de oxígeno, se retarda la velocidad de desarrollo de los organismos acuáticos; resultado que concuerda con los obtenidos por Vila-Gispert *et al.*, (2002) y Argota *et al.*, (2012 a), donde, las especies de peces más pequeñas predominan por lo general en lugares poco profundos y están confinadas hacia las orillas, mientras que las de mayor tamaño se distribuyen preferentemente en zonas profundas de los ecosistemas fluviales, aspecto que concuerda también con los resultados obtenidos por Perera, (1996); Yong, (1998) y Cañete *et al.*, (2004) (para la malacofauna cubana) y Argota *et al.*, (2012 a) para especies de peces en ecosistemas fluviales santiagueros.

Durante el período poco lluvioso, el área de los reservorios se reduce, por lo que las concentraciones de peces tienden a aumentar (se incrementa la densidad poblacional) y por ende, las abundancias relativas y el número de especies, haciendo más fácil la realización del muestreo, así como los lances con el jamo y la captura de un gran número de ejemplares en poco tiempo; durante este período, los reservorios prácticamente mantienen sus aguas sin movimiento (léntico), el número de encuentros entre los integrantes de ese ensamblaje, por consiguiente, aumenta, al igual que la demanda de oxígeno, alimento y espacio vital, trayendo consigo múltiples efectos, tanto intra, como interespecíficos; dichos resultados contrastan con los obtenidos por (Diéguez *et al.* 2007), para la malacofauna dulceacuícola de la provincia Camagüey, pero concuerdan con los obtenidos por Argota *et al.*, (2012a,b) en ecosistemas fluviales de la provincia Santiago de Cuba. Por otra parte, hay que tener en cuenta, que a mayor extensión geográfica, mayor reproductividad y diversidad, así como, mayor variabilidad en atributos reproductivos (Winemiller *et al.*, 2008).

V. 6 Los factores bióticos y abióticos y su incidencia en las especies de peces fluviales

La investigación evidenció que las variables determinantes para la presencia de los peces endémicos y naturalizados, en relación con los factores bióticos y abióticos, fueron, en primer lugar, la ausencia de contaminación, seguida de las pendientes poco pronunciadas en los cuerpos de agua, la abundancia de vegetación y el movimiento del agua de tipo léntico, por lo que marcaron la diferencia, las variables de tipo abióticas. La introducción en el análisis de variables espacio-contextuales modifican sensiblemente la determinación de la presencia de estas especies (municipio/hábitat); lo cual evidencia la estrecha relación existente entre los organismos vivos y el estado ambiental de los ecosistemas, el comportamiento climático y el hábitat en que se desarrollan e incluso, la realización de sus funciones tróficas, aspectos que concuerdan con lo obtenido por Rainham (2004), Socarrás *et al.* (2005) y Berovides y Gerhart (2007) en relación con la biodiversidad y conservación de la vida, donde los usos que se hacen hoy en día, pueden ser consuntivos y no consuntivos, y la mayor parte son del primer tipo.

Para los peces endémicos y naturalizados la variable contextual municipio quedó subordinada al hábitat, ello evidenció cómo las condiciones locales del ecosistema son preponderantes a condiciones contextuales generales, que pudieran ser más representativas de las acciones antropogénicas relacionadas con la introducción a nivel territorial de especies exóticas competitivas.

El tipo de hábitat resultó esencial para explicar la ausencia/presencia de los peces endémicos y naturalizados; así quedan implícitos los factores bióticos y abióticos nuevamente, donde la mayor riqueza de especies de peces fluviales, así como su distribución, correspondió a los ríos y arroyos, cuerpos de agua donde los niveles de contaminación fueron más bajos (aspecto que se corroboró por la presencia en dichos reservorios de varias especies de algas indicadoras de bajos niveles de contaminación), además de que la gran mayoría de los ríos y arroyos poseen menos de 20° de pendiente, hecho que coincide con estudios realizados en ecosistemas fluviales de La Habana y Camagüey (Diéguez *et al.*, 2005; Dorta *et al.*, 2006).

Las zanjas, cañadas y lagunas presentaron altos niveles de contaminación, confirmado por la presencia de la especie de molusco *Physa acuta* (Dreparnaud, 1805) y ejemplares de algas bioindicadoras de contaminación, aspecto evidenciado por la propia observación organoléptica

de los cuerpos de agua, que en su mayoría, eran aguas negras, con un alto contenido de elementos contaminantes (Achá y Fontúrbel, 2003; Toft *et al.*, 2004).

Además, se pudo constatar, bajas densidades poblacionales de peces en reservorios de aguas negras y, en ocasiones, la no presencia de especies de peces, hecho que demuestra, que la contaminación constituye un factor limitante, tanto para la presencia de especies, como para el desarrollo de las mismas e incluso, puede influir en la función predatora y reproductiva de estas, aspectos que concuerdan con los resultados alcanzados por varios autores (Cabrera *et al.*, 2008; Argota y Tamayo, 2012).

En el caso de hábitats de menor nivel de contaminación, la variable que determinó su presencia fue la pendiente, caracterizada por pendientes pronunciadas; al incorporar el contexto espacial, el municipio tomó el mayor nivel discriminante, seguido de la presencia de contaminación, donde los reservorios que la presentan acogieron la mayor proporción de peces exóticos, mientras que los cuerpos de agua que no la poseen, o su nivel es bajo (en este caso, ríos y arroyos), acogieron una tercera parte de este tipo de ictiofauna.

El hábitat y otros factores, fundamentalmente, abióticos continúan en el orden de importancia en la determinación de la presencia de estos peces. ¿Qué interpretación biológica puede tener este hallazgo? Es indudable que se trata no solo de la mayor resistencia e invulnerabilidad de estas especies, en relación con las condiciones ambientales, sino de la diferenciación espacial que ha supuesto su introducción de origen antropogénico.

Otro hallazgo de interés surge al analizar el orden de importancia de las variables en el modelo discriminante, aunque estrictamente, la falta de predictibilidad no permitiría considerar este aspecto y sin embargo, es indicativo de la plasticidad ecológica de estas especies. En términos sencillos: los peces endémicos y naturalizados son sensibles a la contaminación y requieren bajos niveles de la misma para su subsistencia, mientras que los exóticos, menos sensibles, se adaptan a niveles elevados de contaminación.

Tanto para los peces endémicos y naturalizados, como para los exóticos, se pudo determinar el carácter inverso de la variable contaminación. En la determinación de ambos grupos de peces, esta jugó un papel decisivo, pero en el caso de los peces exóticos, fue en relación inversa, lo

que permitió su presencia en reservorios contaminados, debido a su mayor resistencia y plasticidad ecológica para adaptarse a dichos medios (Laha y Mattingly, 2007), donde una vez que se establecen, es prácticamente casi imposible, erradicarlos (González, 2008; Matias y Adrias, 2010; Reichard *et al.*, 2010). Además, en ambos grupos, las variables espacio-contextuales jugaron un papel importante; en el caso de los peces nativos, la de mayor acercamiento espacial (hábitat) fue la de mayor preponderancia, al estar en primer lugar para la supervivencia de estas especies, mientras que en el caso de los exóticos, la expresión espacial territorial (municipio) ocupó este lugar, indicando un factor antropogénico macrocontextual de introducción diferenciada en los territorios de la provincia, mientras que el hábitat fue la tercera variable en importancia, como expresión una vez más de la alta plasticidad ecológica, elevado poder de dispersión y alta capacidad para colonizar diferentes tipos de nichos de estas especies, todo lo cual confirma resultados obtenidos con anterioridad al respecto (Laha y Mattingly, 2007; Gozlan, 2008; Pino del Carpio *et al.*, 2010).

No obstante, como cualquier acto o caso de manejo que involucre biomanipulación, tal como lo es un estanque para peces, implica algunos riesgos ambientales de trágicas proporciones cuando se conduce de forma descuidada, y quizás, algo de esto sucedió en nuestro país con el *Clarias*; entre los impactos potenciales, destacan las introducciones de especies no nativas de peces en el mismo estanque y que no tengan el propósito para el cual estos se crearon, diseminación de patógenos y parásitos que alteren las relaciones y cualidades genéticas de los alevines y adultos (efecto gárgalo o cuello de botella), que trae consigo, pérdida de variabilidad genética y afectaciones en la convivencia y buena salud de los especímenes en cuestión, lo cual incide en la estructura y funcionamiento de la comunidad, trayendo consigo, aumento de la competencia intra e interespecífica, como de la predación, entre otras (Agostinho *et al.*, 2010; Gertum *et al.*, 2010).

La influencia de los factores climatológicos, más las interacciones ecológicas y el escaso poder de dispersión de los peces de agua dulce, indudablemente, ponen en peligro el equilibrio dinámico de estos ecosistemas en la provincia. Para ilustrar mejor lo antes expuesto, basta decir que si en los muestreos realizados en los primeros años (2000 y 2005) del actual siglo, si en media hora se obtenían entre 30 y 40 ejemplares, después de esto, solo aparecen tres o cinco

y en ocasiones, ninguno, situación similar a lo sucedido en la Península Ibérica (Asensio y Pinedo, 2002; Doadrio y Aldaguer, 2007).

V. 7 Los peces fluviales y su relación con los mosquitos

La relación entre peces fluviales y mosquitos quedó evidenciada en el análisis multivariado basado en la utilización de árboles de decisiones para ocho géneros de mosquitos, donde se pudo corroborar un papel biorregulador mucho más marcado y manifiesto en las especies de peces endémicas y naturalizadas sobre las exóticas, ya que las primeras incorporan gran cantidad de alimentos provenientes de larvas y pupas de mosquitos, así como de otros grupos de insectos en su dieta, resultados que concuerdan con los obtenidos por diferentes autores (Cruz y Cabrera, 2006; Hernández *et al.*, 2006; Quintans *et al.*, 2010; Manna *et al.*, 2011).

El género *Culex* estuvo presente en los ocho municipios y 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, lo cual corrobora los resultados obtenidos por García y Gutsevih (1969); Cruz y 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, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Marquetti (2006); González (2006) y Cruz y Cabrera (2006) para esta provincia.

Los géneros *Uranotaenia* y *Wyeomyia* aparecieron en menor proporción y con distribución geográfica más restringida, estos son culícidos 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 que hay reconocidas 13 especies de peces útiles para el control de larvas de culícidos en Cuba (Hernández, 2000); entonces, se puede considerar elevado el porcentaje (69,2%) de especies de peces que cumplen dicha cualidad para la provincia espirituana, en el resto del país no se han realizado estudios de este tipo, solo de sistemática y taxonomía de los peces dulceacuícolas y con la finalidad de controlar las poblaciones larvales de *Ae. aegypti* y *Cx. quinquefasciatus* fundamentalmente (Hernández *et al.*, 2004; Hernández y Márquez, 2006).

V. 8 Comparación entre los muestreos realizados en las décadas del 80 y 90 con los efectuados en el estudio actual

G. punctata fue la especie mejor repartida y distribuida en los reservorios de Sancti Spíritus antes del año 2000, seguida de la especie introducida *P. reticulata* y luego *G. puncticulata*. La historia en los muestreos realizados para la tesis (2000 al 2011) resultó ser otra, ahora *P. reticulata* fue la especie de mayor valor en cuanto a equitatividad (4 850 ejemplares/31,7%) y *G. punctata* (4 188/27,4%) pasó a la segunda posición. Otro hecho significativo resultó ser la drástica disminución, tanto en la densidad poblacional como en la equitatividad y distribución de *G. puncticulata* por reservorios, municipios y años de muestreos; basta decir, que durante los dos muestreos del año 2000 se colectaron 436 ejemplares (39,1%), mientras que en los del 2005, la cifra ascendió a 604 (54,2%), sin embargo, en los dos muestreos del año 2011, solo se colectaron 73 especímenes, para un discreto 6,5%. Si en los cuatro muestreos de los años 2000 y 2005, se obtenía un promedio de 9 ejemplares de *G. puncticulata* en aproximadamente 1 hora; en los dos muestreos del 2011, el promedio fue de 1 ejemplar por hora de muestreo, resultado que coincide con los obtenidos por Asensio y Pinedo, (2002); Doadrio y Aldaguer, (2007) para especies con similares condiciones en España; será, entonces, que estamos viviendo un fenómeno o proceso de competitividad, con un desplazamiento de *G. puncticulata* por las especies exóticas *X. maculatus*, *C. gariepinus*, *Tilapia sp* y *B. splendens*, lo cual está evidenciando cierto grado de interacción de tipo competitivo entre las especies nativas con las alóctonas introducidas en los reservorios de la provincia Sancti Spíritus.

Se corrobora todo lo anteriormente planteado, en los por cientos de abundancia relativa obtenidos para las especies de peces en investigaciones anteriores a este estudio (década del 80 y 90 del siglo pasado), al compararlos con los alcanzados en la actual investigación, no coinciden para las especies, ni en los valores totales.

Los resultados obtenidos en los muestreos de los años 2000, 2005 y 2011 en relación con los ya existentes antes del año 2000, mostraron un panorama diferente en la cantidad y abundancia de especies de peces fluviales. Como detalles significativos de esta etapa, en primer lugar, se incrementó el registro de géneros y especies de peces fluviales para la provincia, en cifra de cuatro (para géneros) y cinco (para especies) e incluso, se lograron nuevos registros para la provincia, como fueron los casos de *Cubanichthys cubensis*, identificado por primera vez para la región central de nuestro archipiélago, en la laguna «La Redonda», municipio Morón, provincia Ciego de Ávila (García *et al.*, 1991). En el actual estudio, esta especie, por demás, endémica e importante como biorreguladora de larvas de mosquitos, se colectó en ecosistemas fluviales del municipio Yaguajay que desembocan al mar, por lo cual corresponde con la ecología descrita para dicha especie (García *et al.*, 1982; Koldenkova y García, 1990), aunque también se ha colectado en los canales y esteros próximos a la costa sur espirituana, específicamente en los reservorios enclavados en los poblados de Tunas de Zaza y el Médano.

G. denticulatus fue otro registro para la provincia, colectado en reservorios del municipio Yaguajay solamente. Por otra parte, se colectó en varios cuerpos de agua (17), de cuatro municipios la especie introducida *C. gariepinus*, con cantidades de ejemplares significativos, algo preocupante para el ictiocontrol, ya que estas especies alóctonas, una vez que se instauran en el ecosistema, resulta casi imposible sacarlas (Matias y Adrias, 2010). Si de especies advenedizas se trata, el *C. gariepinus* no fue la única, también se colectó *B. splendens* (peleador) en reservorios de dos municipios, por lo que el problema y magnitud de las introducciones de peces en ecosistemas fluviales donde habitan nuestras especies endémicas y biorreguladores de larvas de culícidos puede tornarse en una problemática de impredecibles consecuencias; en este sentido, los resultados de la investigación coinciden con los obtenidos por Rodríguez, (2001); Asensio, (2007); Doadrio, (2008); Pino del Carpio *et al.*, (2010) y Reichard *et al.*, (2010), quienes plantean la amenaza que representan las especies exóticas para la conservación, la biodiversidad, el equilibrio ecológico de las aguas dulces, la preservación de los hábitats y ecosistemas, así como, la propia salud humana. Los dos últimos registros constituyen una limitante para el ictiocontrol fluvial de la provincia Sancti Spiritus y no se descarta que esté sucediendo en otras provincias del país.

X. maculatus resalta por ser una especie exótica de pez ornamental, que se ha aclimatado con éxito a nuestras condiciones tropicales, al igual que *B. splendens*. En Sancti Spiritus se identificó, desde los primeros años de la década del 80, en el municipio Fomento (Morejón *et al.*, 1993), dicha especie se ha colectado, tanto en ríos, arroyos como en zanjas, lo cual demuestra la alta plasticidad ecológica y elevado poder de dispersión que posee la misma, pero en nuestras investigaciones *X. maculatus*, no resultó ser un buen biorregulador de las larvas de mosquitos, aunque existen estudios que destacan capacidad larvívora de la misma y de otras especies ornamentales, como es el caso de *C. auratus*, conocido popularmente como Goldfish (Singh, 2005; Valero *et al.*, 2006; Chandra *et al.*, 2008; Gupta y Banerjee, 2009).

En los seis muestreos realizados, como se ha expuesto anteriormente, se identificaron cuatro especies de peces exóticos en los 90 reservorios que se estudiaron, estas fueron *B. splendens*, *C. gariepinus*, *T. rendalli* y *X. maculatus*; ahora bien, cabe preguntarse ¿cómo llegaron estas especies a los criaderos donde ovopositan y crían los mosquitos?

Las respuestas o hipótesis son más de una. Para el caso de *T. rendalli* y *C. gariepinus*, la causa de ambas introducciones la realizó la acuicultura (MIP) con el objetivo de mejorar la alimentación de la población cubana, es decir, incrementar el valor proteico (Camacho *et al.*, 1984), hecho que se produjo a finales de la década del 60 y principios de los años 70 del siglo pasado (Fonticiella y Arboleya, 1994), con ejemplares (alevines) provenientes de México. En el caso de *C. gariepinus* (pez gato africano) y el asiático (*Clarias macrocephalus*), llegaron a Cuba en 1999 procedentes de Malasia y Tailandia, donde se reproducen en estanques, viven en el medio natural y cuentan con una alta demanda entre los habitantes de esas naciones (Fonticiella y Sonesten, 2001).

La primera introducción se realizó desde Malasia en julio de 1999 para una investigación científica, con un lote de alrededor de 2 000 alevines, que fueron recibidos en el Centro Nacional de Investigaciones de Mampostón, antigua provincia Habana, poco después el Ministerio de La Industria Pesquera (MIP) haría una diseminación a mayor escala en todo el territorio nacional (Cádiz, 2005).

En la provincia Sancti Spiritus se introdujeron en las estaciones de alevinaje de los municipios Fomento y La Sierpe, en el año 2000, pero debido al incumplimiento de una serie de parámetros y medidas en materia de Seguridad Biológica (colocación de trampas de diversos tamaños en los desagües para evitar el escape de los alevines y ejemplares adultos, así como condiciones específicas en los estanques, entre otras), muchos de estos ejemplares fueron a parar a los reservorios (ríos, arroyos, cañadas e incluso zanjas) donde están los peces larvivoros e incluyendo, especies endémicas y naturalizadas de nuestra ictiofauna fluvial, que sí constituyen excelentes biorreguladores de las poblaciones larvales de mosquitos (Chandra *et al.*, 2008; Sarfarazul y Yadav, 2011; Aditya *et al.*, 2012).

En el continente americano, específicamente en la península de la Florida se conocía de la existencia de la especie *Clarias batrachus* (Linnaeus, 1758), conocido entre los pescadores y habitantes de dicho lugar como «pez gato caminador». Este pez hace 40 años escapó de la zona pantanosa de los Everglades y atravesaba las carreteras de ese estado norteamericano como los cangrejos en época de lluvias. Es una de las 34 especies de peces exóticos en La Florida, tiene amplia distribución y es «localmente abundante»; ha logrado dispersarse por 20 condados en solo diez años (González, 2008). La especie realiza incursiones en los estanques de las granjas para cultivos de peces, introduciéndose en los mismos y causando verdaderos problemas a las cosechas de peces (Cádiz, 2005; González, 2008).

En los casos de *X. maculatus* y *B. splendens* se trata de especies exóticas ornamentales criadas por los acuaristas, y traídas a Cuba con ese fin desde varias latitudes del planeta, pero que también han llegado a los criaderos permanentes fluviales del país por varias vías: escape fortuito desde tanques, baterías, peceras y otros depósitos, producto al desbordamiento de los mismos hacia las redes de alcantarillado (drenes, registros y tragantes), que muchas veces se conectan o vierten a ríos, arroyos, zanjas, presas y micropresas, pero también está, la liberación deliberada de estas especies en dichos reservorios (Hernández, 2000; Fonticiella, 2012).

Lo cierto es que estas especies poseen una alta capacidad adaptativa y de dispersión (eurioica), propiedad que también se manifiesta, y mucho más marcada aún en el *C. gariepinus*, lo cual les permite colonizar nuevos hábitats, donde generalmente carecen de enemigos naturales (depredadores, patógenos, competidores y parásitos); así mismo, las especies autóctonas no disponen de defensa, muchas veces, contra los invasores, una nueva y repentina fuerza

selectiva y cuando una especie alóctona se adentra en un ecosistema, es casi imposible sacarla (Laha y Mattingly, 2007; Matias y Adrias, 2010), aspectos estos corroborados en la investigación realizada.

La introducción de peces exóticos en ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus, data de los primeros años del siglo XX con *Mycropterus salmoides* (erróneamente llamada «trucha»), para la pesca deportiva y *Lepomis macrochirus* (pez sol) para ser utilizado como forraje, ambas especies provenientes de EUA, fueron traídas al país entre los años 1915 y 1938; hoy en día, la realidad es otra, ya prácticamente, no quedan ejemplares de estas especies en los reservorios espirituanos. *M. salmoides*, solo se reportaba para el municipio Fomento en los años de la década del 80 (Morejón *et al.*, 1993), pero en los muestreos efectuados en el 2000, así como, durante los años sucesivos para la presente investigación, la cual abarcó los ocho municipios con que cuenta la provincia espirituana, no se logró coleccionar ningún ejemplar de estas dos especies.

En cuanto a la denominación de las especies coleccionadas en los seis muestreos realizados, encontramos diversidad en lo que se refiere a la condición o clasificación de las mismas, la importancia de este planteamiento radica en que en los casos de *P. reticulata*, *X. maculatus*, *C. variegatus*, *T. melanopleura*, *C. gariepinus*, *D. maculatus* y *B. splendens*, se trata de especies exóticas que fueron introducidas en Cuba por dos vías fundamentales: por medio del Ministerio de la Industria Pesquera (MIP) con el objetivo de incrementar el valor proteico en la alimentación del pueblo cubano (Camacho *et al.*, 1984) y con fines ornamentales y de control biológico, específicamente *P. reticulata*, hecho que se produjo entre los años 1935 a 1940 (Koldenkova *et al.*, 1990). Se plantea una tercera vía, que está relacionada con dispersión natural debido a la cercanía geográfica, como pudo haber sido los casos de *C. variegatus*, *D. maculatus*, *G. puncticulata* y *G. punctata*. En estas dos últimas especies, la dispersión parece haberse producido a partir de Cuba (Duarte Bello y Buesa, 1973).

V. 9 Riesgos de enfermedades para la provincia Sancti Spíritus

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 culícidos 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 sitio 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. Es importante destacar que la provincia Sancti Spíritus fue la que reportó mayor número de casos y los primeros del VNO (Cruz y Cabrera, 2006; Pupo *et al.*, 2008), con un alza notable durante los años 2005, 2006 y 2008, y confirmación de la circulación de dicho virus en la masa equina en los cayos del norte de Cuba, desde Matanzas hasta Guantánamo, incluyendo la provincia Sancti Spíritus (Pupo, 2012).

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- Se identificaron por primera vez las especies de peces presentes en los ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spiritus, muchas de ellas con cualidades biorreguladoras, lo que potencia el arsenal biológico del que dispone la provincia dentro del control integrado de vectores.
- Dentro de las especies de mosquitos que se identificaron, las de mejor representatividad y distribución resultaron ser las de mayor relevancia desde el punto de vista entomoepidemiológico.
- Se demostró la alta capacidad biorreguladora de las especies *Gambusia punctata* y *G. puncticulata*, ambas importantes para el control biológico de mosquitos con importancia sanitaria.
- Los peces exóticos mostraron mayor resistencia y plasticidad ecológica que los peces endémicos y naturalizados, lo que permitió su presencia en ecosistemas fluviales contaminados.
- La presencia o ausencia de culícidos estuvo determinada en gran medida por la presencia de peces, tanto endémicos como naturalizados y exóticos, ya que las larvas de mosquitos constituyen un eslabón fundamental dentro de la cadena trófica de los peces, en especial, de los endémicos y naturalizados.
- Se evidenciaron cambios en las poblaciones de la ictiofauna fluvial espirituana actual, dado por un incremento en el número de géneros y especies, así como una reducción de su presencia en tres especies emblemáticas dentro del ictiocontrol y un aumento sustancial de las especies exóticas, las que han ido ganando, tanto en reservorios como en municipios y número de ejemplares.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Priorizar la utilización de peces larvívoros fluviales como una alternativa más dentro del control biológico en la lucha contra las poblaciones larvales de mosquito, tratando siempre de potenciar las especies con mejores cualidades biorreguladora, en especial, las endémicas y naturalizadas.
- Evitar las introducciones de peces exóticos en los reservorios fluviales, con claros mensajes educativos sobre el peligro que representan para las especies endémicas y naturalizadas biorreguladoras de las larvas de mosquitos.
- Tomar medidas para evitar las acciones del hombre que contribuyan a contaminar los ecosistemas fluviales, para conservar la ictiofauna fluvial biorreguladora existente en la provincia Sancti Spíritus.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Achá D, Fontúrbel F. La diversidad de una comunidad, ¿Está controlada por Top-Down, Bottom-Up o una combinación de estos?. *Rev Biología Org* 2003; 13:1-16.
- Aditya G, Santanu P, Nabaneeta S, Goutam KS. Efficacy of indigenous larvivorous fishes against *Culex quinquefasciatus* in the presence of alternative prey: Implication for biological control. *J Vector Borne Dis* 2012; 49: 217-225.
- Agostinho AA, Pelicice FM, Gomes LC, Júlio HF. Estocagem de peixes: quando um mais um pode ser menos que dois. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiología* 2010 (100): 49-53.
- Alarcón J. Principios y técnicas de la investigación científica. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2001.
- Alayo PD. Lista de los peces fluviátiles de Cuba. *Rev Torreia* 1973: 14-24.
- Alcaraz C, Bisazza A, Garcia-Berthou E. Salinity mediates the competitive interactions between invasive mosquitofish and an endangered fish. *Oecologia* 2008; 155: 205-213.
- Alonso PL, Sacarias J, Aponte JJ, Leach A, Macete E, Milman J et al. Efficacy of the RTS, S/ASO2A vaccine against *Plasmodium falciparum* infection and diseases in young African children: randomised controlled trial. *Lancet* 2004; 364: 1411-20.
- Andreadis TG, Anderson JF, Vossbrinck CR, Main AJ. Epidemiology of West Nile virus in Connecticut: a five year analysis of mosquito data 1999- 2003. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2004; 4(4): 360-78.
- Arcari P, Tapper N, Pfueller S. Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. *Singap J Trop Geogr* 2007; 28:251-272.
- Arcos GP, Escolano EC. Enfermedades de transmisión vectorial potencialmente emergentes en la cuenca mediterránea y su posible relación con el cambio climático. *Rev Soc Española Med Urg Emerg* 2011; 23(5): 386-393.

- Arthington AH. Ecological and genetic impacts of introduced and translocated freshwater fishes in Australia. *Can. J. Aquat. Sci.* 1991; 48 (Suppl. 1): 33-43.
- Argota PG, Larramendi D, Mora Y, Fimia R, Iannacone J. Histología y química umbral de metales pesados en hígado, branquias y cerebro de *Gambusia punctata* (Poeciliidae) del río Filé de Santiago de Cuba. *REDVET*, 2012; 13 (05B).
- Argota PG, González Y, Argota H, Fimia R, Iannacone J. Desarrollo y bioacumulación de metales pesados en *Gambusia punctata* (Poeciliidae) ante los efectos de la contaminación acuática. *REDVET*, 2012; 13 (05B).
- Argota PG, Tamayo RS. Factor de condición biológico-ambiental en la *Gambusia punctata* y sus efectos para el control biológico larval. *MEDISAN* 2012, 16 (9). Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script>.
- Asensio R, Pinedo J. Invasores con escamas. *Sustrai* 2002; 30: 70-73.
- Asensio R. Peces introducidos. Suplemento Campo de El Periódico de Álava. Noviembre de 2007.
- Auer SK, López-Sepulcre AJ, Heatherly I, Kohler T, Bassar RD, Thomas ST et al. Life histories have a history: effects of pasta and present conditions on adult somatic growth rates in wild Trinidadian guppies. *J Animal Ecol* 2012 DOI:10.1111/J.1365-2656.2012.01964.x.
- Ayes GA. Desarrollo sostenible y sus retos. Editorial Científico- Técnico. La Habana, Cuba 2006.
- Bakonyi T, Hubalek Z, Rudolf I, Nowotny N. Novel flavivirus or new lineage of West Nile virus, central Europe. *Emerg Infect Dis* 2005; 11(2):225-31.
- Barrier RF, Hicks BJ. Behavioural interactions between black mudfish (*Neochanna diversus* Stokell, 1949: Galaxiidae) and mosquitofish (*Gambusia affinis* Baird y Girard, 1854). *Ecol Freshw Fish* 1994; 3: 93-99.

- Beasley DW, Davis CT, Estrada-Franco J, Navarro-López R, Campomanes AC, Tesh RB et al. Genome sequence and attenuating mutation in West Nile virus isolate from México. *Emerg Infect Dis* 2004; 10(12):2221-4.
- Beatty ME, Stone A, Fitzsimons DW, Hanna JN, Lam SK, Vong S et al. Best practices in dengue surveillance: a report from the Asia-Pacific and Americas Dengue Prevention Boards. *PloS Negl Trop Dis* 2010; 4: e890.
- Bence J, Murdoch W. Prey size selection by mosquito fish: relation to optimal diet theory. *Ecology* 1986; 67(2):324-36.
- Benenson A. El control de las enfermedades transmisibles en el hombre. 15ª ed. Washington, DC: Publicación Científica, 1992.
- Berg LS. Classification of fishes, both recent and fósil. *Travaux de l'Institut Zool Acad Scien URSS*. 1940; 5 (Pt2): 87-517.
- Berg LS, Jordán DS. Clase Osteichthyes. En: Storer TI y Usinger R, editors. *General Zoology*. 3ª ed. La Habana: Pueblo y Educación; 1982. p. 753-82.
- Bernardo JM, Ilhén M, Matono P, Costa AM. Interannual variation of fish assemblage structure in a mediterranean river: Implications of stream flow on the dominance of native or exotic species. *River Research and Application* 2003; 19: 521-532.
- Berovides V, Gerhartz JL. *Diversidad de la vida y su conservación*. Editorial Científico Técnica; 2007.pp.98.
- Bisset JA, Rodríguez MM, De Armas Y. Comparación de dos poblaciones de mosquitos de *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba con diferentes comportamientos de reposo. *Rev Cubana Med Trop* 2004; 56 (1): 54-60.
- Billman EJ, Tjarks BJ, Belk MC. Effect of predation and habitat quality on growth and reproduction of stream fish. *Ecology of Freshwater* 2011; 20: 102-113.

- Blackmore CG, Stark LM, Jeter WC, Oliveri RL, Brooks RG, Conti LA et al. Surveillance results from the first West Nile virus transmission seasonal in Florida, 2001. *Am J Trop Med Hyg* 2003; 69(2):141-50.
- Blanco-Garrido F. Ecología, distribución y conservación de peces continentales en el cuadrante suroccidental ibérico [tesis doctorado]. Universidad de Huelva; 2006.
- Blanchet S, Grenovillet G, Beauchard D, Tudesco P, Leprieur F, Dürr H et al. Non native species disrupt the worldwide patterns of freshwater fish body size. Implications for Bergman's rule. *Ecology Letters* 2010; 13: 421-431.
- Blitvich BJ, Fernández-Sala I, Contreras- Cordero JF, Marlenee NL, González-Rojas JL, Komar N et al. Serologic of West Nile virus infection in horse, Coahuila State, México. *Emerg Infect Dis* 2003; 9(7):853-6.
- Bodenheimer FS. *Problems of animal ecology*. Oxford University Press, New York 1938.
- Boletín Epidemiológico Semanal del Instituto de Medicina Tropical Pedro Kourí (IPK). Se detectaron los tres primeros casos en humanos de infección por el virus del Nilo Occidental en Cuba. *Bol Epidemiol* 2005; 15(5).
- Brady OJGP, Bhatt S, Messina JP, Brownstein JS, Hoen AG, Moyes CL et al. Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence based consensus. *PLoS Negl Trop Dis* 2012; 6: e1760.
- Briese T, Bernard KA. West Nile virus, and old virus learning new tricks?. *J Neurovirol* 2005; 11: 469-475.
- Britton JR, Cucherousset J, Grey J, Gozlan RE. Determining the strength of exploitative competition from an introduced fish: roles of density, biomass and body size. *Ecology of Freshwater* 2011; 20: 74-79.
- Bussing WA. *Peces de las aguas continentales de Costa Rica*. 2da ed. Edición de La Universidad de Costa Rica 2002.pp. 504.

- Cabrera PY, Aguilar BC, González SG. Indicadores morfológicos y reproductivos del pez *Gambusia puncticulata* (Poeciliidae) en sitios muy contaminados del río Almendares, Cuba. Rev Biol Trop 2008; 6(44): 991-2004.
- Cádiz TL. Especies en peligro de extinción. Mar y Pesca 2005; 349: 30-31.
- Camacho A, Rivalta V, Villaescusa A, Caballero R. Las isoenzimas en el estudio de Tilapia y géneros afines existentes en Cuba. Características electroforéticas de seis sistemas proteicos. Ciencias Biológicas 1984; 12:11-22.
- Cañete R, Yong M, Sánchez J, Wong L, Gutiérrez A. Population dynamics of intermediate snail hosts of *Fasciola hepatica* and some environmental factors in San Juan y Martínez municipality, Cuba. Mem Inst Oswaldo Cruz, Río de Janeiro 2004; 99(3): 257-262.
- Carlton JM, Escalante AA, Neafsey D, Volkman SK. Comparative evolutionary genetic of human malaria parasites. Trends Parasitol 2008; 24: 545-550.
- Cassab A, Morales V, Mattar S. Factores climáticos y casos de dengue en Montería, Colombia. 2003-2008. Rev Salud Pública de Colombia 2011; 13(1): 1-12.
- Cazalez B, Chavez M, Mc Michael AJ, Hales S. Nonstationary influence of El Niño on the synchronous dengue epidemic in Thailand. PLoS Med 2005; 2: 313-8.
- Centella A, Benzanilla A, Leslie K. Evaluación del clima futuro en el caribe según las salidas del sistema de modelación climática regional. PRECIS 2009.
- Cepero RO. El cambio climático: su efecto sobre enfermedades infecciosas. REDVET 2012; 13(05B).
- CDC. Center for Disease Control and Prevention. West Nile virus activity United State, 2001. MMWR Morb Mortal Weekly Rep 2002; 51(23):497-501.
- CEPAL. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. 2009. Disponible en: <http://www.eclac.cl/cgi->

- <bin/getprod.aspxml/publicaciones/xml/8/38128/P38128.xmllyxsl>
=/dmaah/tpl/p9f.xslybase/dmaah/tpl/topbottom.xsl. Consultado 15 de abril 2010.
- Cernescu C, Ruta SM, Tardei G. A high number of severe neurologic clinical forms during an epidemic of West Nile virus infection. *Rom J Virol* 1997; 48:13-25.
- Chadee DD, Shivnauth B, Rawlins SC, Chen AA. Climate, mosquito indices and epidemiology of dengue fever in Trinidad (2002- 2004). *Ann Trop Med Parasitol* 2007; 101:69-77.
- Chandra G, Bhattacharjee I, Ghosh A, Chatterjee SN. Mosquito control by larvivorous fishes. *Indian J Med Res* 2008; 127:13-27.
- Chapman P y Warburton K. Postflood movements and population connectivity in *Gambusia* (*Gambusia holbrooki*). *Ecol Freshw Fish* 2006; 15: 357-365.
- Charrel RN, de Lamballerie X. West Nile virus. An emerging arbovirus. *Presse Med* 2004; 33(21):1521-8.
- Childs MR. Comparison of *Gila topminnow* and *Western mosquitofish* as biological control agents of mosquitoes. *Western North American Naturalist* 2006; 66 (2): 181-190.
- Clarke G. Dynamics of production in a marine area. *Ecology Monograph* 1946; 16: 321- 335.
- Coello D, Cajas J. Distribución y abundancia del plancton en el embalse Chongón (Marzo 2003- Marzo 2004). Instituto Nacional de Pesca 2005. 19pp.
- Courtenay WR, Meffe GK. Small fishes in strange places: a review of introduced poeciliids. In: Meffe GK y Snelson FF (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall: New Jersey; 1989. pp. 453.
- Cox SJ, Grillet ME, Ramos OM, Amador M, Barrera R. Habitat segregation of dengue vectors along an urban environmental gradient. *Am J Trop Med Hyg* 2007; 76: 820-826.
- Cox SJ, Davis TME, Lee- Kim S, Shamsui SSG. *Plasmodium knowlesi* malaria in human is widely distributed and potentially life threatening. *Clin Infect Dis* 2008, 46: 165-71.

- Cruz CP, Cabrera MC. Caracterización entomológica- ecológica de casos y sospechosos del Virus del Nilo Occidental en la provincia Sancti Spíritus, Cuba. Rev Cubana Med Trop 2006; 58(3): 235-40.
- Cruz L, Cardenas VM, Abarca M, Rodríguez T, Reina RF, Serpas MV et al. Serological evidence of West Nile virus activity in El Salvador. Am J Trop Med Hyg 2005; 72(5):612-5.
- Davis CT, Beasley DW, Guzmán H, Siirin M, Parsons RE, Tesh RB, Barrett AD. Emergence of attenuated West Nile virus variants in Texas, 2003. Virology 2004; 330(1):342-50.
- Davis CT, Debiasi RL, Goade DE. West Nile virus neuroinvasive disease. Ann Neurol 2006; 60: 286- 300.
- Debiasi RL, Tyler KL. West Nile virus meningoencephalitis. Nature Clin Practice Neurol 2006; 2:264-275.
- Dehecq JS, Baviile M, Marqueron T, Mussard R, Filleul L. The reemergence of the chikungunya virus in Reunion Island on 2010. Evaluation of the mosquito control practices. Bull Soc Pathol Exot 2011; 2:153-60.
- Deisenhammer F, Bartosb A, Egga R. Guidelines on routine cerebrospinal fluid analysis: report from an EFNS task force. Eur J Neurol 2006; 13: 913-922.
- De la Cruz J, Dubitsky AM, García IA. Distribución de *Cubanichthys cubensis* (Eigenmann, 1903) (Teleostei: Cyprinodontidae) en el occidente de Cuba. Misc Zool 1976 (2): 2.
- De la Torre SL, Alayo P, Calderón M. Los mosquitos de Cuba, su biología y distribución geográfica de las especies de importancia médica. Mem Soc Cub Hist Nat 1961; 25(2): 1-95.
- Delatte H, Dehecq JS, Thiria J, Domerg C, Paupy, Fontenille D. Geographic distribution and developmental sites of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) during a Chikungunya epidemic event. Vector- Borne and Zoonotic Diseases 2008; 8(1): 25-34.

- De Silva S, Nguyen TT, Turchini GM, Amarasinghe US, Albery NM. Alien species in aquaculture and biodiversity: a paradox in food production. *Ambio Iberian Peninsula: Feeding ecology in Lake Bayoles*. *Hydrobiologia* 2009; 436: 159-164.
- Devi NP, Jauhari RK, Hasan SF. Water quality and larvivorous activity of a killifish *Aplocheilus panchax* (Ham.) against *Anopheles annularis* larvae in fragments of *Loktak lake* (Manipur). *J Expt Zool India* 2010; 13: 509-12.
- Díaz G, Vázquez J, Marí A. Desarrollo de la acuicultura en Cuba. Manejo de estaciones y pesquerías en aguas interiores. *COPESCAL. Doc. Téc.* 2005(6).pp.69.
- Diéguez L, Vázquez R, Risco U. Relación de moluscos dulceacuícolas de relevancia sanitaria para la cayería norte de Camagüey. Estudio Preliminar 2005. Disponible en URL: <http://www.amc.sld.cu/amc2005/v9n1/1022.htm>[Consultado el 12 de enero del 2008].
- Diéguez L, Rodríguez R, Vázquez RC, Cruz P. Presencia y distribución de *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidea) en Camagüey, un probable competidor de moluscos de interés sanitario. *Archivo Médico de Camagüey* 2007; 11(2).
- Diéguez FL, Vázquez CR, Mentor SV, Díaz MI, Fimia DR. Culícidos de relevancia médico veterinaria presentes en criaderos naturales de tres áreas de Camagüey, Cuba. *Rev Cubana Med Trop* 2012, 64(2): 134-7.
- Doadrio I. Delimitation of areas in the Iberian Peninsula on the basis of freshwater fishes. *Ecological Monographs* 1998; 39: 113-128.
- Doadrio I. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. 2001.
- Doadrio I, Aldaguer M (eds). La invasión de especies exóticas en los ríos. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad Politécnica de Madrid, Madrid; 2007 .pp.124.
- Doadrio I. Peces autóctonos en peligro de extinción. *El País Semanal* [revista en Internet] 2008 marzo. [acceso 5 de mayo de 2008]; 2(1). Disponible en: www.riosconvida.org/aems-rios/revis/htm.

- Doadrio I, Perea S, Alcaraz L, Hernández N. Molecular phylogeny and biogeography of the Cuban genus *Girardinus* Poey, 1854 and relationships within the tribe Girardinini (Actinopterygii: Poeciliidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 2009; 50: 16-30.
- Dorta CAJ, García E, Padilla DC, Rodríguez RA, González HM, Magraner TM et al. Aportes cubanos al estudio de *Angiostrongylus cantonensis*. La Habana: Academia 2006.pp.76.
- Dove ADM. Richness patterns in the parasite communities of exotic poeciliid fishes. *Parasitology* 2000; 120 (6): 609-623.
- Downhower JF, Brown LP, Matsui ML. Predation, food limitation, phenotypic and life-history variation in *Gambusia hubbsi*. *Evolution* 2009; 63: 557-560.
- Duarte Bello PP, Buesa R. Catálogo de peces cubanos. 1ª ed. La Habana: Ciencias 1973(3):255pp.
- Dubitsky AM, García IA. Experimentos de laboratorio sobre el consumo de larvas de mosquitos por peces de aguas poco profundas en Cuba. *Bol Epid Inst Nac Hig Epid Microb* 1980; 2 (10): 42.
- Dubitsky AM, García IA, González R. Reguladores naturales de la cantidad de mosquitos hematófagos en Cuba. *Bol Epid Inst Nac Hig Epid Microb* 1982; 4 (11): 44.
- Duncan DK y Voeltz JM. Novel application of a novel tool: using a U. S. Endangered Species Act Safe Harbor Agreement to reduce the use of mosquitofish. Page 70 in Abstract of papers presented at the 13th International Conference on Aquatic Invasive Species, September 20-24, 2004, Ennis, Ireland 283 pp. Disponible en: <http://www.icais.org/pdf/21Tuesday/c/tues-c-e-pm/Doug-Duncan.pdf>.
- Dupuis AP, Marra PP, Kramer LD. Serologic evidence of West Nile virus transmission, Jamaica, West Indies. *Emerg Infect Dis* 2003; 9 (7):860-3.
- Dupuis AP, Marra PP, Reitsma R, Jones MJ, Louie KL, Kramer LD. Serologic evidence for West Nile virus transmission in Puerto Rico and Cuba. *Am J Trop Med Hyg* 2005; 73(2):474-6.

- Einsen L, Bolling BG, Blair CD, Beaty BJ, Moore CG. Mosquito species richness, composition and abundance along habitat- climate- elevation gradients in the northern Colorado Front Range. *J Med Entomol* 2008; 45(4): 800-811.
- Elvira B, Almodóvar A. Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century. *J Fish Biol* 2001; 59: 323-331.
- Expósito F, Malerba D, Semeraro G. A comparative- Analysis of Methods for Pruning Decision Trees, *PAMI* 1997; 19(5):476-491.
- FAO. Addressing the impact of VIH/AIDS and other diseases of poverty on nutrition, food security and rural Licelihoods. Roma. The FAO strategy; 2005.
- Farfale JA, Blitvich BJ, Lorono-Pino MA, Marlenee NL, Rosado-Paredes EP, García-Rejon JE et al. Longitudinal studies of West Nile virus infection in avians, Yucatán State, México. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2004; 4(1):3-14.
- Farreras R. *Medicina Interna*. 14^a ed. Madrid: Harcourt, 2000.
- Foldager L. Growth Curse Model. Lecture notes. Biostatistics course. Danish Institute of Agriculture Science 2002.
- Fontaine RE. Selected references on *Gambusia affinis* and other larvivorous fish of south to California. (Comp.). Mosquito Control Agencies. Univ California Davis 1983. p. 10.
- Fonticiella DW, Arboleya Z. Los recursos pesqueros de agua dulce, su organización y manejo en Cuba. En: Libro de Ponencias: Simposio Regional sobre Manejo de la Pesca en América Latina. COPESCAL. La Habana; 1994. p. 12-20.
- Fonticiella DW, Sonesten W. Tilapia aquaculture in Cuba. In: Costa BA, Rakocy JE, eds. *Tilapia Aquaculture in the Americas*. 2^a ed. Louisiana, United States: Baton Rouge; 2000; 2.p.184-203.
- Fonticiella AM. Estudio limnológico del embalse Minerva en el período 2004-2006. [tesis de maestría]. Universidad central «Marta Abreu» de Las Villas, Villa Calara, 2012.

- Forattini OP. Culicidología Médica. Principios generales, morfología y glosario taxonómico. Universidad de Sao Paulo, Brasil 1996; 1: 1-548.
- Forattini OP. Culicidología Médica. Universidad de Sao Paulo, Brasil 2002; 2 .pp. 859.
- Francis EGC. History of the discovery of the malaria parasites and their vectors. Parasites and Vectors 2010; 3:1-5.
- Fuller DO, Troyo A, Beier JC. El Niño Southern Oscillation and vegetation dynamics as predictors of dengue fever cases in Costa Rica. Environ Res Lett 2009; 4:1- 8.
- Galinski MR, Barnwell JW. Monkey malaria kills four humans. Trends Parasitol 2009; 25: 200-204.
- Gambradt SC y Kats LB. Effect of introduced crayfish and mosquitofish on California newts. Cons Biol 1996; 10: 1155-1162.
- García AI, Gutsevich AV. Los mosquitos de Cuba como hematófagos del hombre. Torreia 1969;(15):1-7.
- García AI, Dubitsky AM. Dos poblaciones naturales de Guppy *Lebistes reticulatus* Peter (Ciprinodontiformes: Poeciliidae) en Cuba. Misc Zool 1974 (4).
- García AI. Fauna cubana de mosquitos y sus criaderos típicos. 1ª ed. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba; 1977.
- García AI, Dubitsky AM, González BR. Los peces larvívoros como biorreguladores de los mosquitos en Cuba. Bol Epid INHEM 1982; 3 (2): 5-8.
- García AI, González BR. Principales especies de peces larvívoros de la familia Poeciliidae y su efectividad en las condiciones naturales de Cuba. Rev Cubana Med Trop 1986; 38 (2): 197-202.
- García AI, Koldenkova L, Morejón MP. Primer reporte de *Cubanichthys cubensis* (Eigenmann, 1903) (Teleostei: Cyprinodontidae), agente biorregulador de culícidos para la región central de la Isla de Cuba. Rev Cubana Med Trop 1991; 43 (1): 51-2.

- García AI, Koldenkova L, Santamarina MA, González BR. Introducción del pez larvívoro *Poecilia reticulata* (Peter, 1895) (Cyprinodontiforme: Poeciliidae), agente biorregulador de culícidos en lagunas de oxidación y zanjas contaminadas en la Isla de la Juventud. Rev Cubana Med Trop 1991; 43 (1): 45-9.
- García E, de Jesús A, Diéguez L, Estévez N. Vectores de interés en la Universidad Médica de Camagüey. Sus implicaciones epidemiológicas. Archivo Médico de Camagüey. 2008; 12(1) [Citado: 20 de noviembre de 2009]. Disponible en: <http://www.finlay.cmw.sld.cu/amc/>.
- García-Machado E, Hernández D, García-Debrás A, Chavalier-Monteagudo P, Metcalfe C, Bernatchez L et al. Molecular phylogeny and phylogeography of the Cuban cavefishes of the genus *Lucifuga*: Evidence for cryptic allopatric diversity. Molecular Phylogenetics and Evolution 2011; 61(2): 470-483.
- García GS, Pérez BJ, Fimia DR, Osés RR, Garín LG, González GR. Influencia de algunas variables climatológicas sobre las densidades larvales en criaderos de culícidos. Pol. Cap. Roberto Fleites 2009-2010. REDVET 2012; 13 (05B).
- Gerberich JB, Laird M. Bibliography of paper relating to the control of mosquitoes by the use of fish. Fisheries Technical Paper. 1968; 75: 1-70.
- Gerhardt RR, Gottfried KL, Apperson CS, Davis BS, Erwin PC, Smith AB et al. First isolation of La Crosse virus from naturally infested *Aedes albopictus*. Emerg Inf Dis 2001; 7: 807-11.
- Gertum BF, de Fries CCL, Guimarães FT, Meneses AB. Pesquisa sobre reprodução de populações naturais de peixes no Brasil (2001-2010): um breve panorama sobre tendências e lacunas. Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia 2010 (100): 40-44.
- Ghosh SK, Chakaravarthy P, Panch S, Krishnappa P, Tiwari S, Ojha VP et al. Comparative efficacy of two poeciliid fish in indoor cement tanks against chikungunya vector *Aedes aegypti* in villages in Karnataka, Índia. BMC Public Health 2011; 11: 592-599.

- Glover CJ. Fishes. In: Zeidler W y Ponder WF (eds.). Natural History of Dalhousie Springs. 2^a ed. Adelaide: South Australian Museum 1989. pp. 138.
- Glowka L, Burhenne-Guilmin F, Synge H, Mc Neely JA, Gündling L. Guía del Convenio sobre la Diversidad Biológica. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 2003. 179 pp.
- Godsey MS Jr, Blackmore M, Panella NA, Burkhalter K, Gottfried K, Haisey L et al. West Nile virus epizootiology in the southeastern United State, 2001. *Vector-Borne Zoonotic Dis* 2005; 5(1):82-9.
- Gómez-Elipe A, Otero A, van Herp, Aguirre JA. Forecasting malaria incidence base don monthly case reports and environmental factor in Karuzi, Burundi 1997-2003. *Malaria J* 2007; 6:124-9.
- Gómez JM. Leyendo revistas amigas. *Rev Asoc Cubana Prod Anim* 2007; (2): 21-4.
- Gómez LM. Influencia del cambio climático en los desastres sanitarios. *Salud y Desastres. Experiencias Cubanas*. 1^a ed. La Habana: Ciencias Médicas; 2010.
- González BR. Nuevos reportes sobre la tribu Sabethini (Diptera: Culicidae) para Cuba. *POEYANA* 1985; (298): 1-11.
- González BR. Nuevos registros de mosquitos (Diptera: Culicidae) para Cuba. *Bol Entomol Venezolana* 1995; 10 (1): 117-118.
- González BR. Lista actualizada de los mosquitos de Cuba (Diptera: Culicidae). *Rev Cocuyo* 1998 (6): 17-18.
- González BR. *Culícidos de Cuba*. 1^a ed. La Habana: Editorial Científico-Técnica; 2006.
- González H. Introducción. Pp: 14. En: González H (editor). *Biodiversidad de Cuba*. Ciudad de Guatemala. Polymita 2007. pp. 313.
- González OC. El pez gato caminante en La Florida. *Mar y Pesca*. Octubre 2008 (372): 32-3.

- González H, Rodríguez-Schettino L, Mancina C, Ramos I. Libro de especies amenazadas de Cuba. Editorial Academia. La Habana 2012.pp. 304.
- Gore A. An inconvenient truth [videocinta] EUA: Paramount Classic and Participant Productions; 2007.
- Gozlan RE. Introduction of non-native freshwater fish: is it all bad? Fish and Fisheries 2008; 8(9): 106- 115.
- Gratwicke B, Marshall BE. The relationship between the exotic predators *Micropterus salmoides* and *Serranochromis robustus* and native stream fishes in Zimbabwe. J Fish Biol 2001; 58: 68-75.
- Gross L. Model for predicting outbreaks of west Nile Virus. Mosquito Biology [revista en Internet] * 2006 enero-marzo. [acceso 14 de diciembre de 2007]; 4 (2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.0040101>.
- Gubler DJ. Dengue and dengue hemorrhagic fever. Clin Microbiol Rev 1998; 11(3):480-96.
- Gubler DJ. The changing epidemiology of yellow fever and dengue, 1900-2003: full circle?. Comp Immunol Microbiol Infect Dis 2004; 27:319-330.
- Gupta S, Banerjee S. Food preference of goldfish (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)) and its potential in mosquito control. J Ictiol 2009; 2: 47- 58.
- Gutiérrez A, Perera G, Yong M, Fernández J. 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. Malacol Review 1997; 30: 39-44.
- Guzmán M, Kourí G, Martínez E, Bravo J, Riverón R, Soler M et al. Clinical and serologic study of Cuban children with dengue hemorrhagic fever/dengue shock syndrome (DHF/DSS). Bull Pan Am Health Organ 1987; 21(3):270-9.

- Guzmán TM, Kourí G, Halstead SB. Do scape mutants explain rapid increases in dengue case-fatality rates within epidemics?. *Lancet* 2000; 355(9218):1902-3.
- Guzmán TM, Kourí G. Dengue and dengue hemorrhagic fever in the Americas: lesson and challenges. *J Clin Virol* 2003; 27(1):1-13.
- Guzmán M, García G, Kourí G. Dengue y fiebre hemorrágica del dengue: un problema de salud mundial. *Rev Cubana Med Trop* 2008; 60(1):5-16.
- Guzmán MG, Halstead SB, Artsob H, Buchy P, Farrar J, Gubler DJ et al. Dengue: a continuing global threat. *Nat Rev Microbiol* 2010; 8: 57-516.
- Guzmán TMG. Dengue y la situación en América. En: Libro de Ponencias (CD): II Congreso Internacional LABIOFAM 2012. Simposio de Productos Naturales en la Terapia contra el Cáncer. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. 24 al 28 de septiembre de 2012.
- Guzmán MG, Alvarez M, Halstead SB. Secondary infection as a risk factor for dengue hemorrhagic fever/dengue shock syndrome: an historical perspective and role of antibody-dependent enhancement of infection. *Arch Virol* 2013; 158: 1445-1459.
- Halstead SB. Human factors in emerging infections disease. *WHO EMRO* 1996; 2: 21-29.
- Haq E, Howe C, Lim R, Burchett M. *Gambusia affinis*: Dispersal due to floods and its failure to colonize new water bodies in Shajahanpur district. *Ind. J. Malar.* 2002; 29: 113-118.
- Hayes EB, Gubler DJ. West Nile virus: epidemiology and clinical features of an emerging epidemic in the United State. *Annu Rev Med* 2006; 57:181-194.
- Hernández CN, Rivalta VG, García IA, Camacho A. Marcadores genéticos bioquímicos en el estudio del pez larvívoro *Cubanichthys cubensis* (Eigenmann, 1903) (Teleostei: Cyprinodontidae) utilizado como agente biorregulador de culícidos en Cuba. *Rev Cubana Med Trop* 1991; 43 (1): 53-7.
- Hernández CN. Comportamiento de peces dulceacuícolas. *Rev Peruana Biol* 1999; 6 (1): 6.

- Hernández CN. El peligro de las introducciones de peces. En: Libro de Ponencias: II Taller Nacional de Acuarofilia. La Habana; Noviembre 1999. p. 7-8.
- Hernández CN. Lista de peces de aguas interiores de Cuba. Torreia 1999; (44): 11-7.
- Hernández CN. Peces útiles para el control de larvas de mosquitos y primeros reportes de su localización. Torreia 2000;(45):39-43.
- Hernández CN, Díaz MP, Mendiola J, Báez JA, García AI. Ingestión de larvas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) por *Girardinus metallicus* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) Rev Cubana Med Trop 2004; 56(2).
- Hernández CN, Fimia DR, Rojas J, García AI. Metodología para valorar el potencial y la capacidad depredadora de los peces larvívoros mediante observaciones directas en el laboratorio. Rev Cubana Med Trop 2005; 57 (2): 156-8.
- Hernández CN, Doadrio VI, Sostoa FA, Fimia DR, Odio PN. Determinación de la ictiofauna que participa en el control de culícidos en sistemas acuáticos del municipio Guamá, Santiago de Cuba. Rev Cubana Med Trop 2006; 58 (1):
- Hernández R, Fernández C, Baptiota P. Metodología de la Investigación. 2ª ed, México DF: Mc Graw Hills AS 2000.
- Hernández E, Márquez M. Control de larvas de *Aedes aegypti* (L) con *Poecilia reticulata* Peter, 1895: una nueva experiencia comunitaria en el municipio Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba. Rev Cubana Med Trop 2006; 58(2):
- Hospital Docente «General Calixto García». El primer diagnóstico de certeza de paludismo en Cuba. Boletín Epidemiológico. La Habana 1986; 1(1): 2.
- Howe E, Howe C, Lim R, Burchett M. Impact of the introduced poeciliid *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) on the growth and reproduction of *Pseudomugil signifier* (kner, 1865) in Australia. Mar. Freshw. Res. 1997; 48: 425-434.

- Hulseley CD, Keck BP, Hollingsworth PR. Species tree estimation and the historical biogeography of heroine cichlids. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 2011; 58: 124-131.
- Ibañez SB, Martínez CC. Clave para la identificación de las larvas de mosquitos comunes en las áreas urbanas y suburbanas de la República Mexicana (Diptera: Culicidae). México 1994:1-34.
- Imbahale SS, Mweresa CK, Takken W, Mukabana WR. Development of environmental tools for anopheline larval control. *Parasites and Vectors* 2011; 4: 7-17.
- IPCC. Climate change: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Mc Carthy JJ *et al*, (eds): Cambridge, Cambridge University Press 2001.
- IPCC. Historical overview of climate change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Tignor M and Miller HL(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry ML, Canziani OF, Paulutikof JP, Linden P and Hanson CE, eds.], Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp.7-22.
- Iguchi K, Matsuura K, McNyset KM, Peterson AT, Scachetti-Pereira RK, Powers A *et al*. Predicting invasions of North American Basses in Japan using native range data and genetic algorithm. *Trans Ame Fisheries Soc* 2004; 133: 845-854.
- Ishikawa T, Tachihara K. Life history of the nonnative convict cichlid *Amatitlania nigrofasciata* in the Haebaru Reservoir on Okinawa-jima Island, Japan. *Environ Biol Fishes* 2010; 88: 283- 292.

- Iturralde VM, MacPhee RDE. Paleogeography of the Caribbean Region: Implication for Cenozoic Biogeography. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. New York 1999 (238).
- Iturralde VM. Ensayo sobre la paleogeografía del Cuaternario de Cuba. *Memorias, Resúmenes y Trabajos. V Congreso Cubano de Geología y Minería. Año 2003. CD ROM, ISBN 959-7117-II-8. 74 pp.*
- Jannagblin J, Alvaríño L. Peces larvívoros con potencial para el control biológico de estadios inmaduros de zancudos del Perú. *Rev Peruana Entomol* 1997; 40: 9-19.
- Jimenez P. El cambio climático y las enfermedades virales. En: Libro de Ponencias: Taller Internacional «Impacto del Cambio Climático sobre La Salud». Guayaquil; 2007.p. 14-19.
- Keulder C. Ships, trucks and clubs: the dynamics of VIH risk behaviour in Walvis Bay. Responding to VIH and AIDS in the Fishery Sector in Africa. In: *Proceedings of the International Workshop, Lusaka, Zambia, 2006. p. 41-9.*
- Kenneth L, Gage P, Thomas R, Burkot R, Rebecca J, Eisen RJ et al. Climate and Vectorborne Diseases. *Journal [serial on the Internet]* 2008 [acceso 19 de septiembre de 2009]; 35(5). Disponible en: [http://www.ajpm-online.net/issues/contents?issue_key=S0749-3797\(08\)X0016-9](http://www.ajpm-online.net/issues/contents?issue_key=S0749-3797(08)X0016-9).
- Khasnis AA, Mary D. Global Warming and Infectious Disease. *Journal [serial on the Internet]*. 2005; (36): Available from: http://academic.evergreen.edu/curricular/per/downloads/khasnis_ynetteleman2005.
- Kilpatrick AM, Kramer LD, Jones MJ, Marra PP, Daszak P. A new model for predicting outbreaks of west Nile Virus in North America. *Mosquito Biology [revista en Internet]** 2006 september-december. [acceso 14 de diciembre de 2007]; 4 (4). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pbio.0040082>

- Kleinman S, Glynn SA, Busch M, Todd D, Powell L, Pietrelli L et al. NHLBI Retrovirus Epidemiology Study (REDS). The 2003 West Nile virus United State epidemic: the Americas Blood Center experience. *Transfusion* 2005; 45(4):469-79.
- Kleinschmidt I. An empirical malaria distribution map for West Africa. *Tropical Medicine and International Health* 2001; 6 (10): 779-786.
- Koldenkova L, García AI, Fonseca GJ, González BR. Capacidad depredadora del pez larvívoro *Poecilia reticulata* en un criadero natural del mosquito *Culex quinquefasciatus*. *Rev Cubana Med Trop* 1988; 40 (1): 21-26.
- Koldenkova L, García AI. Clave pictórica para las principales especies de peces larvívoros de Cuba. La Habana: IPK/Poligráfico «Pablo de la Torriente Brau»; 1990, 56 pp.
- Koldenkova L, García AI, Alonso N. Aspectos de la reproducción del pez larvívoro *Poecilia reticulata* (Poeciliidae) en condiciones naturales. *Rev Cubana Med Trop* 1990; 42 (1): 140-7.
- Koldenkova L, García AI, García GI. Actividad biorreguladora de cinco especies de peces larvívoros en un criadero de *Culex quinquefasciatus*. *Rev Cubana Med Trop* 1993; 33: 23-31.
- Komar N. West Nile virus: epidemiology and ecology in North America: *Adv Vir Res* 2003; 61:185-234.
- Komar N, Robbins MB, Klenk K, Blitvich BJ, Marlenne NL, Burkhalter KL et al. West Nile virus transmission in resident birds, Dominican Republic. *Emerg Infect Dis* 2003, 9(10): 299-302.
- Komar N, Langevin S, Hinten S, Nemeth N, Edwards E, Hettler D et al. Experimental infection of North American birds with the New York 1999 strain of West Nile virus. *Emerg Infect Dis* 2003; 9(3):311-22.

- Komar N, Robbins MB, Guzmán GC, Benz BW, Klenk K, Blitvich BJ et al. West Nile virus survey of birds and mosquitoes in the Dominican Republic. *Vector-borne Zoonotic Dis* 2005; 5(2):120-- 124.
- Komar N, Clark GG. West Nile virus activity in Latin America and the Caribbean. *Rev Panam Salud Publica* 2006;19 (2): 112-117.
- Kourí G. Las enfermedades transmisibles en el mundo de hoy. En: I Congreso Internacional de Leptospirosis, Sífilis y Borreliosis: «Espiroyetas, Habana 2010». Palacio de Las Convenciones. Ciudad de La Habana, Cuba. 5 al 7 de mayo de 2010.
- Kramer V, Coweill A. An evaluation of the mosquito fish *Gambusia affinis* and the Island silverside *Menidia berillina*, mosquito control agent in California wild rice field. *J Amer Mosq Control Assoc* 1987; 3(4):626-32.
- Kumar R, Hwang JS. Larvicidal efficiency of aquatic predators: a perspective for mosquito biocontrol. *Zool Stud* 2006; 45(4): 447-466.
- Kusumawathie PHD, Wickremasinghe AR, Karunaweera ND, Wikeyaratne MJS. Larvivorous potential of fish species found in river bed pool below the major dams in Sri Lanka. *J Med Entomol* 2006; 43:79-82.
- Kyle JL, Harris E. Global spread and persistence of dengue. *Annual Review. Microbiology* 2008; 62: 71-92.
- Laha M, Mattingly HT. Ex situ evaluation of impacts of invasive mosquitofish on the imperiled Barrens topminnow. *Environmental Biology of Fishes* 2007; 78 (1): 1-11.
- Lampo M, De Leo GA. The invasion ecology of the toad. *Bufo marinus*: from South America to Australia. *Ecological Applications* 1998; 8:388-396.
- Lara A, Ponce de León JL, Rodríguez R, Casane D, Coté G, Bernatchez L et al. DNA barcoding of Cuban freshwater fishes: evidence for cryptic species and taxonomic conflicts. *Molecular Ecology Resources* 2010; 10 (3): 421-430.

- Lawrence R. The role of lumbar puncture as a diagnostic tool in 2005. *Crit Care Resusc* 2005; 7:213-220.
- Lefrancois T. West Nile virus surveillance, Guadalupe, 2003-2004. *Emerg Infect Dis* 2005; 11(17):1100-3.
- Le Prince JA, Orenstein AJ. Mosquito control in Panama; the eradication of Malaria and Yellow Fever in Cuba and Panama. New York, Putnams Sons 1916. p. 356.
- Lima JBP, Cunha MP, Júnior RCS. Resistence of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the state of Rio de Janeiro and Espírito Santo, Brasil. *Am J Trop Méd Hyg* 2003; 68: 329-333.
- Llop A, Valdés- Dapena M, Zuaso JL. *Microbiología Y Parasitología Médica*. 1ª ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2001.
- López JAE. Una rareza bibliográfica escrita en Cuba sobre fiebre amarilla. *ACIMED*. 2005; 13 (2). Disponible en: <http://bvs.cu/revistas/aci/vol13205/aci09205.htm>
- López JAE. Abril 5 de 1797. Presentación de la obra iniciadora de la bibliografía científico-médica cubana. *ACIMED* 2007; 15(4).
- López JAE. Febrero 18 de 1881. Anuncio de la existencia de un agente intermediario transmisor de la fiebre amarilla. *ACIMED* 2007; 16(6).
- Lugones BM, Ramirez BM. Dengue. *Rev Cubana Med Gen Integ* 2012; 28(1): 1-4.
- Luján de Fabricius A. Las Algas, Indicadoras de la calidad del agua. www.produccion-animal.com.ar , Interciencia, UNRC, Río Cuarto 2000; 4(4).
- Mackenzie JS, Gubler DJ, Petersen LR. Emerging flaviviruses: the spread and resurgence of Japanese encephalitis, West Nile and Dengue virus. *J Am Mosq Control Assoc* 2005; 21 (1): 102-5.

- Magalhaes MF, Batalha DC, Collares-Pereira MJ. Gradients in stream fish assemblages across a Mediterranean landscape: contribution of environmental factors and spatial structure. *Freshwater Biology* 2002; 47: 1015-1031.
- Manna B, Aditya G, Banerjee S. Habitat heterogeneity and prey selection of *Aplocheilus panchax*: An indigenous larvivorous fish. *J Vector Borne Dis* 2011; 45(3): 144-9.
- Marquetti MF. 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»; 2006.
- Maron GM, Escobar GA, Hidalgo EM, Clara AW, Minnear TD, Martínez E et al. Characterization of Dengue Shock in pediatric patients in El Salvador. *Pediatr Infect Dis J* 2011; 30(5): 449-50.
- Marti GA, Azpelicueta MM, Tranchida MC, Pelizza SA, Garcia JJ. Predation efficiency of indigenous larvivorous fish species on *Culex pipiens* L. larvae (Diptera: Culicidae) in grainage ditches in Argentina. *J Vect Ecol* 2006; 31(1): 102-6.
- Martínez R, Blanco N, González M. Diccionario Terminológico de Biología. 3ª ed. La Habana, Cuba: Editorial Científico Técnica; 1989.p.261.
- Mattar SV, Edwards E, Laguado J, González M, Álvarez J, Komar N. West Nile virus infection in Colombia horses. *Emerg Infect Dis* 2005; 11 (9):1497-8.
- Mattingly PF. The urban mosquito hazard today. *Bull World Health Organ* 1962; (135), 54pp.
- Matthews S. El Programa Mundial sobre Especies Invasoras Acuáticas. GISP [en Internet] * 2005 septiembre-diciembre. [acceso 15 de enero de 2008]; 1: 62-67. Disponible en: <http://www.gisp.org/publications/invaded/index.asp>
- Matias JR, Adrias AQ. The use of annual killifish in the biocontrol of the aquatic stages of mosquitoes in temporary bodies of fresh water; a potential new tool in vector control. *Parasites and Vectors* 2010; 3: 46.

- Mayor F. Prólogo al libro «Ciencia, innovación y futuro» de Fidel Castro Díaz- Balart. 1ª ed. Barcelona: Random House Mondadori, S.L. Grijalbo; 2002.
- Mc Michael AJ. Human frontiers, environments and disease. Past patterns, uncertain future. Cambridge, Cambridge University Press 2001.
- Mellor PS, Leake CJ. Climatic and geographic influences on arboviral infections and vector. *Revue Scientifique et Technique de l'office International des Epizooties* 2000; 19 (1): 41-54.
- Mendes RS, Evangelista LR, Thomaz SM, Agosthino AA, Gomes LC. A unified index to measure ecological diversity and species rarity. *Ecography* 2008.
- Metcalf CL, Flint RL. Insectos destructivos e insectos útiles. 2ª ed. La Habana: Pueblo y Educación; 1975.
- Miranda SR, Muñiz ZS, Pérez IP, Palú AO, García AV. Acciones para el control de un brote de transmisión local de paludismo en Santiago de Cuba. *MEDISAN* 2009; 13 (3).
- Minckley WL, Meffe GK, Soltz DL. Conservation and management of shortlived fishes: the Cyprinodontoids. Pp 247-282, In: Mincley WL y Deacon JE (eds.). *Battle Against Extinction: native fish management in the American West*. University of Arizona Press, Tucson 1991. pp. 517.
- Montgomery DC, Jennings CL, Kulahci M. *Introduction to time Series Analysis and Forecastig* (Hoboken, NJ: Wiley) 2008.
- Montero D. Cambio climático desafía la especie humana. *Journal* [serial on the Internet]. 2008
Date: Available from:
<http://www.tierramerica.info/nota.php?lang=espyidnews=2751yolt=341>.
- Morejón MP. Eficacia del *Bacillus sphaericus* Neide, 1904 Cepa 2362 y peces larvívoros para el control de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) [tesis de maestría]. La Habana: Instituto de Medicina Tropical «PEDRO KOURÍ»; 1992.

- Morejón MP, Mursulí DE, Mauri S, Hernández A. Presencia de mosquitos (Diptera: Culicidae) y biorreguladores en criaderos existentes en áreas atendidas por el médico de la familia en el municipio Fomento. *Rev Cubana Med Trop* 1993; 45 (2): 152-55.
- Morgan LA, Buttemer WA. Predation by the non-native fish *Gambusia holbrooki* on small *Litoria aurea* and *L. dentata* tadpoles. *Aust. Zool.* 1997; 30: 143- 149.
- Moyle PB, Cech JJr. *Fishes. An introduction to Ichthyology.* Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey 1996.pp. 590.
- Narvaez F, Gutierrez G, Pérez MA, Elizondo D, Nuñez A, Balmaceda A et al. Evolution of the traditional and Revised WHO Classification of Dengue Disease Severity. www.plosntds.org. November 2011/Volumen 5/ Issue 11/e1397.
- Navarra A. The climate dilemma. In: *Extremes weather events and public health responses.* [In English]. Kirch W, Menne B and Bertollini, (eds.). Springer – Verlag. Berlin Heidelberg 2005.
- Nieto CP, Martínez Riera J, Ferrer R, Caro F, Alonso TL, Anierte NH. Plan integral para la prevención de enfermedades transmitidas por artrópodos “El Paludismo”. Nicanor Anierte Hernández; [20/11/08; citado 2008]; Available from: http://perso.wanadoo.es/aniorte_nic/trabaj_paludism.htm.
- Nixon ML, Prince HE. West Nile virus immunoglobulin A (WNV IgA) detection in cerebrospinal fluid in relation to WNV IgG and Ig M reactivity. *J Clin Virol* 2006;37:174-178.
- National Vector Borne Disease Control Programme (NVBDCP). Report on Chikungunya in Kamataka. Directorate of Health Services, Government of Kamataka, Bangalore, India 2009.
- Odum EP. *Ecología.* Interamericana. México 1972. 639p.
- Odum EP. *Ecología.* 3a ed. Barcelona: Editorial Vedral; 1986.pp. 476.

- OMS/OPS. Cambio climático y Enfermedades Infecciosas. Consecuencias del Fenómeno del Niño. Journal [serial on the Internet].1998 Date: Available from: <http://www.bvsde.paho.org/acrobat/ninofen.pdf>.
- OPS. Enfermedades nuevas, emergentes y reemergentes. Boletín Epidemiológico 1998; 16 (3).
- Ortiz BP, Pérez RA, Rivero VA, León VN, Díaz M, Pérez A. Resulted to assessing the human Health vulnerability to climate variability and change in Cuba. Environmental Health Perspectives (EHP). E.U 2006; 114(12):1942-49.
- Ortiz BP, Pérez RA, Rivero VA, Pérez CA, Canga VJR, Lecha LB. La variabilidad y el cambio climático en Cuba: Potenciales Impactos en la Salud Humana. Rev Cubana Sal Pub 2008; 34(1), [online]. Enero - marzo, p.0-0. Disponible en la World Wide Web.
- Organización Mundial de la Salud. 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; 1980. p. 13-29 (Serie de Informes Técnicos No. 655).
- Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre paludismo. Hacer retroceder la malaria. Ginebra: OMS, 2005.
- Organización Mundial de la Salud. 10 datos sobre el paludismo. Ginebra: OMS, 2007.
- Organización Panamericana de la Salud. Paludismo en Las Américas: no hay tiempo que perder. Washington, DC: OPS, 2008.
- Osés RR, Grau R. Modelación regresiva (ROR) versus modelación ARIMA, usando variables dicotómicas en mutaciones del VIH. Editorial Feijóo. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas 2011. ISBN: 976-959-250-652-7.
- Osés RR, Fimia DR, Silveira PE, Hernández VW, González GS, Pedraza MA et al. Modelación matemática hasta el año 2020 de la densidad larvaria anofelínica de mosquitos (Diptera: Culicidae) en Caibarién, provincia Villa Clara, Cuba. REDVET 2012; 13(3).

- Pamplona CL, Alencar CH, Lima JWO, Heukelbach J. Reduced oviposition of *Aedes aegypti* gravid female in domestic containers with predatory fish. *Trop Med Int Health* 2009; 14: 1347-1350.
- PAHO. Report: Workshop on Dengue Burden Studies Pan American Health Organization, Rockefeller Foundation, Pediatric Vaccine Initiative (PFVI), Washington, DC 2002.
- Pazos JH. Catálogo completo de mosquitos de la isla de Cuba. *Rev Med Trop Hig* 1908; 7(1): 97-102.
- Pazos JH. Mosquitoes of the Republic of Cuba. Ed. Health Direction 1914. pp. 119.
- Pelaez O, Guzmán MG, Kourí G, Pérez R, San Martín JL, Vázquez S et al. Dengue 3 epidemic, Havana, 2001. *Emerg Infect Dis* 2004; 10(4):719-722.
- Pelayo SU. Zooantroponosis. 1ª ed. La Habana: Ciencias Médicas (Ecimed); 2008.
- Peña A. Contaminación de Ríos y Lagos. Eutrofización. Biología 4 ESO. Impacto Ambiental. IES. Torre del Campo 2010.4pp.
- Perera G. *Ecologie des Mollusques d`Eua Douce d`Intérêt Médical et Vétérinaire à Cuba*, PhD Thesis, Université de Perpignan, France 1996, 105 pp.
- Phillips- Howard PA. Efficacy of permethrin- treated bednets in the prevention of mortality in young children in an area of high perennial malaria transmission in western Kenya. *Am J Trop Med Hyg* 2003, 68.
- Pino del Carpio A, Miranda R, Puig J. Non-Native freshwater fish management in Biosphere Reserves. *Manag Biolog Invasions* 2010; 1: 13-33.
- Pointier JP, Guyard A. Biological control of the snail intermediate hosts of *Schistosoma mansoni* in Martinique, French West Indies. *Trop Med Parasitol* 1992; 43:98-101.
- Póvoa MM, Conn JE, Schlichting CD, Amaral JC, Nazaré MO, Da Silva AN et al. Malaria Vectors, Epidemiology and the Re- Emergence of *Anopheles darlingi* in Belém, Pará, Brazil. *J Med Entomol* 2003; 40(4):379-386.

- Prenda J, Clavero M, Blanco-Garrido F, Menor A, Hermoso V. Threats to the conservation of biotic integrity in Iberian fluvial ecosystem. *Limnetica* 2006; 25: 377-388.
- Pupo AM, Guzmán MG, Fernández R, Llop A, Dickinson FO, Pérez D et al. West Nile Virus Infection in Human and Horses, Cuba. *Emerg Infect Dis* 2006; 12(6): 1022- 1024.
- Pupo AM, Dorta AC, Vázquez Y, González MH, García E, Padilla BD et al. Detection of intrathecal IgM, IgG and IgA in Cuba West Nile virus confirmed case. *Arq Neuro Psiquiatr* 2008; 66(3a).
- Pupo AM, Cabrera V, Vázquez Y, Drebor M, Andonova M, Dickinson F. , *et al.* Estudio serológico en localidades con infecciones confirmadas al virus del Nilo Occidental. *Rev Cubana Med Trop* 2011; 63 (3): 227-230.
- Pupo AM. Arbovirus de importancia médica para Cuba. *REDVET* 2012; 13 (05B).
- Pyke GH. A review of the biology of *Gambusia affinis* and *G. holbrooki*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2005; 15: 339-365.
- Quirin R, Salas M, Zientara S, Zeller H, Lable J, Murri S et al. West Nile virus, Guadalupe. *Emerg Infect Dis* 2004; 10(4): 706-8.
- Quintans F, Scasso F, Defeo O. Unsuitability of *Cnesterodon decemmaculatus* (Jenyns, 1842) for mosquito control in Uruguay: Evidence from food-preference experiments. *J Vector Ecol* 2010; 35 (2): 333-8.
- Rahamat-Langendoen JC, Van Vliet JA, Reusken CB. Climate change influences the incidence of arthropod-borne diseases in the Netherlands. *Ned Tijdschr Geneesk* 2008; 15: 863-8.
- Rainham DG. Ecological complexity and West Nile Virus: perspectives on improving public health response. *Nat Med* 2004; 10(12):98-109.
- Ramos C, Falcón Lezama JA. La fiebre del Nilo Occidental: una enfermedad emergente en México. *Salud Pública Méx* 2004(5):488-90.

- Raz GA. Crustáceos y Poliquetos. Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdés. México 2000: 265- 307.
- Regional Strategic Plan for Malaria in the Americas 2000- 2010. Guideline for the treatment of malaria. WHO/2006. < www.opas.org.br/sistema/arquivos/estrategia-ingles.pdf >[consulta: 20 marzo 2008].
- Reiber H, Peter JB. Cerebrospinal fluid analysis: disease-related data patterns and evaluation programs. J Neurol Sci 2001; 184:101-122.
- Reichard M, Watters B, Wildekamp R, Sonnenberg R, Nagy B, Polačik M et al. Potential negative impacts and low effectiveness in the use of African annual killifish in the biocontrol of aquatic mosquito larvae in temporary water bodies. Parasites and Vectors 2010; 3(89): 1-6.
- Reinert J. 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. J Am Mosq Control Assoc 2000; 16(3):175-188.
- Reinert J. Revised list of abbreviations for genera and subgenera of culicidae (Diptera) and notes on generic and subgeneric changes. J Am Mosq Control Assoc 2001; 17(1): 51-55.
- Reinert J. Phylogeny and classification of *Aedes* (Diptera: Culicidae) based in morphological characters of all life stages sological. Journal of the Linnean Society 2004; 142: 289-368.
- Reinert J. Generic and subgeneric status of Aedini mosquito species (Diptera: Culicidae: Aedini) occurring in the australasian region. Zootaxa 2005, 887:1-10.
- Reiter P, Fontenille D, Paupy C. *Aedes albopictus* as an epidemic vector of Chikungunya virus: another emerging problema?. Lancet Inf Dis 2006; 6: 463-464.
- Rico J. Peces en ríos revueltos de España. El País. 26 de febrero de 2006. S 2 (Biodiversidad y Conservación). [acceso 19 de julio de 2006]; 3 (2). Disponible en: www.riosconvida.org/aems-rios/revis/htm.

- Rodríguez JP. La Amenaza de las especies exóticas para la conservación de la biodiversidad suramericana. INCI (Caracas). 2001; 26 (10): 8-17.
- Rodríguez JM, Cepero O, Rodríguez A. Vigilancia y control en criaderos temporales y permanentes de culícidos en Villa Clara. REDVET 2006; 7(7):12-6. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/>
- Rodríguez MM, Bisset JA, Fernández D. Level of insecticide resistance and resistance mechanisms in *Aedes aegypti* from some Latin American countries. J Am Mosq Control Assoc 2007; 23: 420-9.
- Rojas JE, Soca L, Sojo MM, Mazzarri PM, Pinto J, Almeida J et al. Estudio sistemático de los peces de la Laguna de Urao y sus implicaciones en el control de mosquitos, estado Mérida, Venezuela. Bol Centro Invest Biol 2003; 37(1): 1-17.
- Rojas EP, Gamboa MB, Villalobos S, Cruzado FV. Eficacia del control de larvas de vectores de la malaria con peces larvívoros nativos en San Martín, Perú. Rev Perú Med Exp Salud Pública 2004; 21(1):44-50.
- Rojas JE, Soca LA, García AG. Contenido del tracto digestivo de 4 especies de peces autóctonos y sus implicaciones como biorreguladores de larvas de mosquitos en Venezuela, 2004. Rev Cubana Med Trop 2005; 57(3).
- Rojas L. Malaria. Aspectos relacionados con el diagnóstico. Principales antígenos utilizados como candidatos vacunales [CD-ROM]. 1ª ed. La Habana, Cuba. 1º Congreso Internacional LABIOFAM 2010.
- Rueda FM, Martínez FJ, Kenturi M, Ivanach D. Effect of fasting and refeeding on growth and body composition of redear sunfish, *Lepomis gibbosus*. Aquac Research 1998; 29: 447-52.
- Rutledge CR, Day JF, Lord CC, Stark LM, Tabachnick WJ. West Nile virus infection rates in *Culex nigripalpus* (Diptera: Culicidae) do not reflect transmission rates in Florida. J Med Entomol 2003; 40 (3):253-8.

- Salaverry VF, Salazar DS, Fimia DR, Diéguez FL, Silveira PE. Sitios de cria asociados con los culícidos de relevância médico-veterinario de Santo Domingo, Villa Clara. REDVET 2012; 13(05B).
- Santamarina MA, González R. Control biológico de larvas de mosquitos mediante coleópteros acuáticos en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop 1985; 37(3): 354-58.
- Santamarina MA, Pérez RP. Reduction of mosquito larval densities in natural sites after introduction of *Romanomermis culicivorax* (Nematoda: Mermithidae) in Cuba. J Med Entomol 1997; 34(1): 1-4.
- Sardelis MR, Turell MJ, O'Guinn ML, Andre RG, Robert DR. Vector competence of three North American strains of *Aedes albopictus* for West Nile virus. J Am Mosq Control Assoc 2002; 18: 284-289.
- Sarfrazul H, Yadav RS. Geographical distribution and evaluation of mosquito larvivorous potential of *Aphanius dispar* (Rüppell), a native fish of Gujarat, India. J Vector Borne Dis 2011; 48: 236-240.
- Scorza JV. Observaciones bionómicas sobre *Culex pipiens fatigans* Wied, 1821 de Venezuela. Universidad de Los Andes, Mérida 1972; 230pp.
- Seeley JA, Allison EH. HIV and AIDS in fishing communities: challenges in delivering antiretroviral therapies to vulnerable groups. AIDS Care 2005; 17 (6): 688-697.
- Seng CM, Setha T, Nealon J, Socheat D, Chantha N, Nathan MB. Community based use of the larvivorous fish *Poecilia reticulata* to control the dengue vector *Aedes aegypti* in domestic water storage containers in rural Cambodia. J Vector Ecol 2008; 33: 139-144.
- Siegel S, Castellón NJ. Estadística no paramétrica. Editorial Trillas, México 2001, 436 .pp.
- Singh T. Emerging trends in world ornamental fish trade. Infofish International 2005; 24(3): 15-18.

- Simms A. Up in smoke? Latin America and the Caribbean. The threat from climate change to the environment and human development. London: Working Group on Climate Change and Development.; 2006. Available from: <http://www.neweconomics.org/gen/uploads/15erpvfzbbipu552pnool12808200613002.pdf>.
- Smith J, Amador M, Barrera R. Seasonal and hábitat effects on Dengue and West Nile Virus vectors in San Juan. Puerto Rico. J Amer Cont Assoc 2009; 25(1):38-46.
- Snow RW, Craig M, Deichmann U, Marsh K. Estimating mortality, morbidity and disability due to malaria among African's non- pregnant population. Bull World Health Organ 1999; 77: 624-640.
- Stirling G, Wilsey B. Empirical relationship between species richness, evenness and proportional diversity. Am Nat 2001; 158: 286-299.
- Suárez CM, Estévez SM. Elementos a considerer en el control de paludismo. Unidad Nacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial. La Habana: MINSAP, 2008.
- Tamada K. River bed features affect the riverine distribution of two *Amphidromous rhinogobius* species. Ecology of Freshwater Fish 2011; 20: 23-32.
- TDR/WHO. Diseases. Available from <http://www.who.int/tdr/diseases/default.htm>. Accessed [Nov.2005](#).
- TDR/WHO. Diseases. Available from <http://www.who.int/tdr/diseases/default.htm>. Accessed [Nov.2010](#).
- TDR/WHO. Dengue guideline for diagnosis, treatment, prevention and control. Third edition. Geneva: WHO; 2009.p. 1-146.
- Thomas A, Conway DJ. A large focus of naturally acquired *Plasmodium knowlesi* infections in human beings. Lancet 2004; 363. 1017-24.

- Toft G, Beatrup E, Guillette L. Altered social behavior and sexual characteristics in *Gambusia holbrooki* living downstream of a paper mill. *Aquat Toxic* 2004; 70: 213-22.
- Troyo A, Calderón AO, Fuller DO, Solano ME, Avedaño A, Arheart KL et al. Seasonal profiles of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larval habitats in a urban area of Costa Rica with a history of mosquito control. *J Vector Ecol* 2008; 33:76-88.
- Troyo A, Fuller DO, Calderón- Arguedas O, Solano ME, Beler J. Urban structure and dengue fever in Puntarenas, Costa Rica. *Singap J Trop Geogr* 2009.
- Turell MJ, Dohm DJ, Sardelis MR, Oguinn ML, Andreadis TG, Blow JA. An update on the potencial of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile Virus. *J Med Entomol* 2005; 45(1):57-62.
- Ulloa A, Langevin SA, Mendez-Sánchez JD, Arredondo-Jimenez JI, Raetz JL, Powers AM et al. Serologic Survey of Domestic Animal for Zoonotic Arbovirus infections in the Lancandorest Region of Chiapas, México. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2003; 3(1):3-9.
- Ungureanu E, Pull J, Pal R. Detailed study field studies regarding the evaluation of the efficacy of larvivorous fish for the control of malaria. Geneva: WHO/VBC/81. 816, 12; 1981.
- Unmack P, Brumley C. Initial observations on the spawning and conservation status of the redfinned blue eye (*Scaturiginichthys vermeilipinnis*). *Fishes of Sahul. Journal of the Australian New Guinea Fishes Association*. 1991; 6 (4): 282-284.
- Valdés LG, Carbonell IG, Delgado JB, Santín MP. Enfermedades emergentes y reemergentes. 3ª ed. La Habana: Ciencias Médicas; 2008.
- Valero N, Meleán E, Maldonado M, Montiel M, Larreal Y, Espina L. Capacidad larvívora del goldfish (*Carassius auratus*) y del guppy salvaje (*Poecilia reticulata*) sobre larvas de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. *Revista Científica, FCV- LUZ* 2006; 16(4): 414- 419.
- Vellend M, Halmon L, Lockwood JL, Mayfield MM, Hughes AR, Wares JP et al. Effects of exotic species on evolutionary diversification. *Trends Ecol Evol* 2007; 22(9): 481-488.

- Vergara RR. Principales características de la ictiofauna dulceacuícola cubana. *Cien Biológicas* 1980; 5: 95-106.
- Vila-Gisper A, García-Berthon E, Moreno AR. Fish zonation in a Mediterranean stream: effects of human disturbances. *Aquatic Sciences* 2002; 64: 163-170.
- Villwock W. Consecuencias de la introducción de peces exóticos sobre las especies nativas del lago Titicaca. *Ecología en Bolivia* 1994; 23: 49-56.
- Vitousek PM. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 2002; 75: 1861-1876.
- Wang T, Town T, Alexopoulou L. Toll-like receptor mediates West Nile virus entry into the brain causing lethal encephalitis. *Nat Med* 2004;10:1366-1372.
- Washington HG. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystem. *Water Research* 1984; 18(6):653-694.
- Watters BR. The ecology and distribution of *Nothobranchius fishes*. *J Am Killifish Assoc* 2009; 42:58-61.
- WHO. Informal consultations on the use of fish for mosquito control. WHO/VBC/82/838/. 1982; pp. 50.
- WHO. Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR). Biological Control of Vector. *The World Health Report*. Geneva 1987: 127-133.
- WHO. *The World Health Report 2000-Health Systems: Improving Performance*. World Health Organization. Geneva. Switzerland 2000. [http //: www. int/whr/2000/en/report.htm](http://www.int/whr/2000/en/report.htm)
- WHO. *Report on Global Surveillance of Epidemic – Prone Infections Diseases*. World Health Organization, Geneva, Switzerland 2000.
- WHO. *Dengue and dengue hemorrhagic fever. World Health Organization Monograph Series*. World Health Organization, Geneva, Switzerland 2002.

- WHO. Use of fish for mosquito control. WHO-EM/MAL/289/E/G/0.03/1000. 2003; p.76.
- WHO. Using climate to predict disease outbreaks: a review. World Health Organization 2004.
- WHO. Dengue y dengue hemorrágico. Nota descriptiva N- 117. Revisión de mayo 2008. WHO 2009.
- Williamson M. Invasions. *Ecography* 1999; 22: 5-12. Introducción de especies [sede web. Base de datos en Internet]. México, 2005- [acceso 22 Noviembre de 2005]. Disponible en: <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/083/htm/sec-7.htm>
- Wilsey BJ. Relationship among indices suggests that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. *Ecology* 2005; 86: 1178-84.
- Winemiller KO, Agostinho AA, Caramaschi EP. Fish ecology in tropical streams. In: Dudgeon D, (Ed.). *Tropical Stream Ecology*. Academic Press, San Diego; 2008.p. 107-146.
- Yong M. *Biosystématique des Mollusques d` Eau Douce d` Intérêt Medical et Vétérinaire à Cuba*, PhD Thesis, Université de Perpignan, France 1998, 104 pp.
- Zinser M, Ramberg F, Willott E. *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) as a potencial West Nile Virus vector in Tucson, Arizona: Blood meal analysis indicates feeding on both human and bird. *Can J Public Health* 2005; 96(1):37-40.

PUBLICACIONES Y PARTICIPACIONES DEL AUTOR RELACIONADO CON EL TEMA DE TESIS

Fimia DR, Hernández CN, Berovides VA, Gutiérrez AA. Afectaciones a la ictiofauna larvívora nativa causada por peces exóticos introducidos en criaderos de mosquitos del municipio Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba. Año 2000 – 2001. *Revista INFOCIENCIA* del Centro de Información y Gestión Tecnológica del CITMA de Sancti Spíritus. ISSN 1029 – 5186,2003; Vol. 7, No. 3; disponible en: <http://www.magon.cu/publica/infociencia/>

Fimia DR, Hernández N, Méndez J, Pina C. Malacofauna fluvial presente en reservorios de peces larvívoros del municipio Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba. *Revista INFOCIENCIA* del CIGET. Delegación Territorial del CITMA Sancti Spíritus. ISSN 1029 – 5186,2004; Vol. 8, No. 4; disponible en: <http://www.magon.cu/publica/infociencia/>

Fimia DR, González R, Pina C, Martínez A. Nuevos reportes de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) para la provincia Sancti Spíritus y el país. *Revista INFOCIENCIA* del CIGET. Delegación Territorial del CITMA de Sancti Spíritus. ISSN 1029 – 5186,2004; Vol. 8, No. 1; disponible en: <http://www.magon.cu/publica/infociencia/>

Fimia DR, Hernández N, Méndez J, Berovides V. Las introducciones de peces exóticos ornamentales y sus afectaciones a la ictiofauna larvívora nativa del municipio de Yaguajay, Sancti Spíritus, Cuba. Año 2004. *Gaceta Médica Espirituana*. ISSN 1608 – 8921,2004; Vol. 6, No. Supl. 2

Fimia DR, Menéndez Z, Reid J, Hernández N. Los copépodos y sus potencialidades biorreguladoras en el control de zancudos. *Gaceta Médica Espirituana*. ISSN 1608 – 8921,2004; Vol. 6, No. 1

Fimia DR, Menéndez Z, Quirós A, Reid J, Perdomo M. Evaluación de *Eucyclops speratus* (Copepoda: Cyclopoida) como una nueva alternativa para el control biológico de mosquitos en Cuba. *Gaceta Médica Espirituana*. ISSN 1608 – 8921,2004; Vol. 6, No. 1

Fimia DR, Menéndez Z, Reid J. Nuevos reportes de copépodos del género *Mesocyclops* (Crustacea: Copepoda) para Cuba. *Gaceta Médica Espirituana*. ISSN 1608 – 8921, 2004; Vol. 6, No. 3

Hernández CN, **Fimia R**, Rojas J, García I. Metodología para valorar el potencial y la capacidad depredadora de los peces larvívoros mediante observaciones directas en el laboratorio. *Rev Cubana Med Trop* 2005; 57 (2):156-8.

Fimia DR, Quirós AE, Menéndez DZ, Perdomo ML. Depredación experimental de larvas de mosquitos por el copépodo *Mesocyclops aspericornis* (Copepoda: Cyclopoida). *POEYANA* 2005(492):39- 42.

Hernández CN, Doadrio I, Sostoa A, **Fimia R**, Odio N. Determinación de la Ictiofauna que participa en el control de culícidos en sistemas acuáticos del municipio Guamá, Santiago de Cuba, Cuba. *Rev Cubana Med Trop* 2006; 58(1):

Rodríguez J, **Fimia R**, Cepero O, Lima R. Vigilancia y control en criaderos temporales y permanentes de culícidos en Villa Clara, Cuba. VI Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias. II Seminario Internacional de Salud Animal. Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba. 10 al 13 de abril de 2007. ISBN: 978-959-282-047-3

Corona ES, González RG, **Fimia R**, San Blas O, Castañeda W. “Veccon”, clave taxonómica automatizada de diferentes especies vectoras de interés epidemiológico. *Revista de la Sociedad Mexicana de Entomología* 2007, Vol. 6:1152-1157.

Menéndez Z, Reid J, **Fimia R**. New records of species of genus *Mesocyclops* (Copepoda: Cyclopoida) from Cuba. *International Journal of Crustacean Research* 2007; 80 (9):1025-1031.

Fimia DR, Quiñones R, Menéndez Z, Corona E, Sánchez L. Actividad depredadora de *Mesocyclops aspericornis* (Daday, 1906) sobre larvas de *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823). *Rev Cubana Med Trop* 2008; 60(3):

González RI, **Fimia R**, García M. Evaluación del programa para la erradicación del mosquito *Stegomyia aegypti* en el municipio Santa Clara, provincia Villa Clara. 2007. **MEDICENTRO** 2008; 1.

Rigoberto Fimia Duarte, Janet W. Reid, Zulema Menéndez Díaz, Sulani Nyimbili, Mirna Medina Pérez y Raissa Álvarez Valdes. Nuevos registros de copépodos fluviales (Crustacea: Copepoda) para Cuba. *Journal of Biodiversity and Conservation*. **BRENESIA** 2008; 70:65-68.

Fimia DR, Castillo CJ, Cepero RO, Corona E, González RG. Eficacia del control de larvas de mosquitos (Diptera: Culicidae) con peces larvívoros. *Rev Cubana Med Trop* 2009; 61(2)

Fimia DR, Nyimbili S, Quiñones R, Corona E, González R, Cepero O. Control de culícidos (Diptera: Culicidae) vectores de enfermedades mediante peces fluviales en la provincia Villa Clara. **REDVET** 2010; 11(03B) ISSN: **1695-7504**. Revista Electrónica editada en España. Disponible en: <http://revista.veterinaria.org> ; <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B.html>

Fimia DR, González RG, Osés RR. Repercusión de las principales enfermedades zoonóticas transmitidas por culícidos. **REDVET** 2010; 11(03B) ISSN: **1695-7504**. Revista Electrónica editada en España. Disponible en: <http://revista.veterinaria.org> ; <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B.html>

Pérez JB, González R, **Fimia R** .Comportamiento entomoepidemiológico del mosquito *Stegomyia aegypti* (Linnaeus, 1762) en el policlínico Capitán Roberto Fleites del municipio Santa Clara, provincia Villa Clara. **REDVET** 2010; 11(03B) ISSN: **1695-7504**. Revista Electrónica editada en España. Disponible en: <http://revista.veterinaria.org> ; <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B.html>

Fimia DR, Menéndez ZD, Quiñones RR, Reid JW, Corona ES. En torno a la depredación experimental de larvas de mosquitos por el copépodo *Mesocyclops aspericornis* (Copepoda: Cyclopoida). **REDVET** 2010; 11(03B) ISSN: **1695-7504**. Revista Electrónica editada en España. Disponible en: <http://revista.veterinaria.org> ; <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310B.html>

Fimia DR, Vázquez AP, Luis YR, Cepero OR, Pereira CM. Malacofauna fluvial con importancia médica del municipio Yaguajay, Sancti Spiritus. *Rev Cubana Med Trop* 2010; 62(1).

Fimia DR, Pérez JB, Osés RR, Cepero OR, González RG, Silveira EP. Comportamiento epidemiológico de la leptospirosis en el área de salud “Capitán Roberto Fleites” del municipio Santa Clara. *REDVET* 2011; 12(9).

Diéguez LF, Vázquez RC, Mentor VS, Díaz IM, **Fimia R**. Culicidos de relevancia médico-veterinaria presentes en criaderos naturales de tres áreas de Camagüey, Cuba. *Rev Cubana Med Trop* 2012; 64(2).

Fimia DR, Osés RR, Otero MM, Diéguez LF, Cepero OR, González RG, Silveira EP, Corona ES. El control de mosquitos (Diptera: Culicidae) utilizando métodos biomatemáticos en la provincia Villa Clara. *REDVET* 2012; 13(3).

Osés RR, **Fimia DR**, Silveira EP, Hernández WV, Saura GG, Pedraza AM, González RG. Modelación matemática hasta el año 2020 de la densidad larvaria anofelínica de mosquitos (Diptera: Culicidae) en Caibarién, provincia Villa Clara, Cuba. *REDVET* 2012; 13(3).

Fimia DR, Alegret MR, Villavicencio NC, Cardoso MC, Hernández CN, Berovidez ÁV, Corona ES. Estudio taxonómico de los mosquitos (Diptera: Culicidae) y peces (Actinopterygii) en ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spiritus, Cuba. *REDVET* 2012; 13(7).

Fimia DR, Alegret MR, Villavicencio NC, Cardoso MC, Hernández CN, Berovidez ÁV, Corona ES. Listado de los mosquitos (Diptera: Culicidae) y peces (Osteichthyes: Actinopterygii) en ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spiritus, Cuba. *Journal of Biodiversity and Conservation. BRENESIA* 2012; 78: 100-103.

Diéguez FL, Aalarcón EP, Mantecón BM, Acao FL, **Fimia DR**, Rodríguez VR. Entomological Remarks on *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in Camaguey, Cuba. *Journal of Mosquito Research*, 2012; 2(3): 19-24.

Participación en eventos relacionados con el tema de tesis

1. Curso «Avances en el conocimiento del Dengue y Dengue Hemorrágico» (Como alumno). Impartido desde el 18 al 29 de Agosto de 1997 en el Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK)
2. I Jornada Científica Territorial de Entomología Médica y Lucha Antivectorial. Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba 1998.
3. I Jornada Científica Provincial «Manuel Romero Falcó» de la Sociedad Espeleológica de Cuba. Sancti Spíritus 1998.
4. I Jornada Nacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial. Matanzas, Cuba. Noviembre 1998.
5. XII FORUM de Ciencia y Técnica. Nivel Municipal y Provincial. Sancti Spíritus 1998.
6. I Simposio Internacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial. Varadero, Cuba. 8 al 10 de Septiembre de 1999.
7. XIII FORUM de Ciencia y Técnica. Ediciones del año 1999 y 2000. A Nivel de Base y Municipal.
8. 6th International Congress on Medical and Applied Malacology. Havana, Cuba 4 – 8 September 2000.
9. Curso Internacional sobre Control Biológico. Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK). La Habana, Cuba 5 – 16 Febrero 2001.
10. XIV FORUM de Ciencia y Técnica del municipio La Lisa. Ponencia Relevante de conjunto con investigadores del Instituto «Pedro Kourí» (IPK). La Habana, diciembre de 2001.
11. II Simposio Internacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial. Varadero, Cuba. 11 – 13 de Septiembre de 2001.
12. II Taller Provincial sobre Biodiversidad, auspiciado por la Fundación del Hombre y la Naturaleza y la Unidad de Medio Ambiente. Sancti Spíritus. Junio 2001.

13. XVI Congreso Latinoamericano de Microbiología. VI Congreso Cubano de Microbiología y Parasitología y III Congreso Cubano de Medicina Tropical, celebrados en el Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK), del 11 – 15 de noviembre de 2002, La Habana, Cuba.
14. Taller Internacional «Mosquitos, enfermedades que transmiten y su control con peces larvífagos» del 23 – 26 de Mayo de 2003 en el Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK) (Como Profesor).
15. Curso Internacional «El Dengue y la Fiebre Hemorrágica del Dengue, todavía una amenaza para la salud pública en las Américas» La Habana, Cuba. 11 – 22 de Agosto del 2003. Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK).
16. International Congress on Dengue and Yellow Fever. May 31st – June 3rd, 2004, Havana, Cuba.
17. XV FORUM de Ciencia y Técnica en sus dos ediciones (Año 2004 - 2005), con las condiciones de Mención y Relevante a Nivel de Base y Municipio.
18. VI Simposio Internacional de Zoología. Topes de Collantes, Sancti Spíritus, Cuba. 18 – 21 de Noviembre de 2004.
19. Resultados de Trabajo del año 2004 del Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK) con Resultados Relevantes de los trabajos: «Uso de los peces larvífagos en el municipio Boyeros. Dos años después de la ofensiva contra el *Aedes aegypti* y otros culícidos» y «Copéodos, una alternativa para el control integrado de mosquitos de importancia médica en Cuba», en ambos como uno de los autores principales.
20. I Taller Nacional de Roedores Plaga. La Habana, Cuba. 8 de Abril de 2005. Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí» (IPK).
21. II Congreso Interamericano de Salud Ambiental. La Habana, Cuba. 19 – 23 de Septiembre de 2005.

22. V Taller de Biodiversidad (BIOECO). Santiago de Cuba, Cuba. 9 – 11 de Noviembre de 2005.
23. I Jornada Científica «Juan Berdayes in Memoriam». Sancti Spíritus 2005.
24. III Simposio Internacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial. Varadero, Cuba, 2006 (Presenté dos trabajos sobre Copépodos, y fungí como presidente del salón B de Póster).
25. Taller Municipal sobre Dengue/FHD. Santa Clara 4/Agosto/2006. participación como profesor con la conferencia «Conocimientos sobre el vector primario del Dengue en Cuba. Situación actual del Dengue/FHD en las Américas. Biología y Control» dirigido a clínicos, pediatras, epidemiólogos y personal de enfermería vinculados a la asistencia médica y la atención primaria.
26. II Taller Provincial de Salud Pública Veterinaria. Santa Clara, 13 al 15 de diciembre de 2006. Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas.
27. IV Encuentro Científico – Técnico Juvenil. CENTROMED 2007. Premio al trabajo «Eficiencia de diferentes métodos de control para larvas de mosquito en pruebas de campo y de laboratorio en la provincia de Villa Clara». 12 de enero del 2007.
28. VI Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias y II Seminario Internacional de Salud Animal. Palacio de las Convenciones de la Habana, Cuba, del 10 al 13 de Abril de 2007.
29. III Congreso Internacional sobre Medicina Veterinaria de Desastres. Palacio de las Convenciones de la Habana, Cuba. 11 al 13 de 2007.
30. VI Taller Nacional de Ecología y Medio Ambiente. Instituto de Biotecnología de las Plantas. IBP, Santa Clara, Villa Clara, 12 al 13 de abril del 2007.
31. VII Congreso Latinoamericano de Entomología y XLII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Entomología. Hotel Crowne, Plaza Acapulco, Acapulco, Guerrero, México. Del 17 al 21 de junio de 2007.

32. Participación en el Consejo Científico de la Facultad de Agropecuaria de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas defendiendo el trabajo «**Vigilancia y control en criaderos temporales y permanentes de culícidos en Villa Clara**», el cual fue seleccionado por unanimidad para ser presentado en el Consejo Científico a nivel de institución para optar por el premio CITMA Provincial. 6 de septiembre de 2007.
33. II Taller Provincial de Vigilancia y Lucha Antivectorial, Camajuaní, Villa Clara. Del 12 al 14 de noviembre de 2008.
34. I Taller de Zoonosis celebrado en la Universidad Central de Las Villas, 25 de noviembre de 2008. Disertando en la Mesa Redonda «La lucha antivectorial en tiempos de emergencia de enfermedades zoonóticas».
35. Congreso 70 Aniversario del IPK. VII Congreso Cubano de Microbiología y Parasitología. IV Congreso Nacional de Medicina Tropical. 1 al 4 de junio de 2009. Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba. Con tres Trabajos Científicos, dos como Póster y una Exposición Oral.
36. VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 6 al 10 de julio de 2009. Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba. Con un trabajo expuesto oralmente.
37. V Taller Territorial de Vigilancia y Lucha Antivectorial. Guinia de Miranda, Manicaragua, Villa Clara. Del 20 al 22 de abril de 2010.
38. II Encuentro Nacional «Meteorología, Economía y Sociedad». Santa Clara, 4 y 5 de junio de 2010.
39. I Congreso Internacional LABIOFAM 2010 y I Simposio de Producción Natural en la Terapia contra el Cáncer. 28 de septiembre al 1 de octubre de 2010. Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba.
40. VI Taller Territorial de Vigilancia y Lucha Antivectorial. Cartaganas, Rodas, Cienfuegos. 16 al 18 de noviembre de 2010.

41. VII Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias. 11 al 14 de abril de 2011. Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba. Con dos trabajos presentados en la modalidad de Póster.
42. XII Curso Internacional de Dengue. 8 al 19 de agosto de 2011. Con dos trabajos presentados en la modalidad de Póster.
43. VII Taller Nacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial y I Simposio Internacional sobre Manejo y Control integrado de Vectores Transmisores de Enfermedades al Hombre y Los Animales. Cayo Coco, Ciego de Ávila, 15 al 18 de noviembre de 2011.
44. II Congreso Internacional LABIOFAM 2012 y Simposio de Productos Naturales en la Terapia contra el Cáncer. La Habana, Cuba. 24 al 28 de septiembre de 2012.
45. VIII Taller Nacional de Vigilancia y Lucha Antivectorial y II Simposio Internacional sobre Manejo y Control integrado de Vectores Transmisores de Enfermedades al Hombre y Los Animales. Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba. 20 al 23 de noviembre de 2012.
46. XVII Congreso Mesoamericano de Biología y Conservación y VIII Simposio de Zoología. La Habana, Cuba, 16-20 septiembre 2013.

TUTORÍA DE TESIS DE MAESTRÍAS

1. «Evaluación del Programa de Erradicación del mosquito *Stegomyia aegypti* en el municipio Santa Clara, Villa Clara. Año 2007» Autora: Dra. Irén de la Caridad González Rodríguez, Tutor: Lic. Rigoberto Fimia Duarte, M.Sc; Asesora: Dra. Marisela García Pérez, M.Sc. Con calificación de **Excelente**. Curso: 2007-2008.
2. «Culícidos, roedores y moluscos de importancia medicoveterinaria en ecosistemas fluviales del municipio Placetas». Autora. Lic. Nerely Dorta Espinosa; Tutor: Lic. Rigoberto Fimia Duarte, M.Sc. Con calificación de **Excelente**. Defendida en septiembre de 2008.
3. «Malacofauna con interés médico epidemiológico en el municipio de Sagua la Grande». Autora. Lic. María Francisca Pérez Abreu, optando por el título de Master en Enfermedades Infecciosas. Tutor. Lic. Rigoberto Fimia Duarte M.Sc., con calificación de **Bien**. Tesis defendida el 24 de julio de 2008.
4. «Comportamiento de la Leptospirosis en el Policlínico Capitán Roberto Fleites». Autor. Dr.MV. Jorge A. Pérez Bastida, optando por el título de Master en Enfermedades Infecciosas. Tutor. Lic. Rigoberto Fimia Duarte M.Sc., con calificación de **Excelente**. Tesis defendida el 25 de junio de 2010.
5. «Caracterización de la situación entomológica relacionada con el mosquito *Aedes aegypti*. Santa Clara 2009». Autor. Lic. Miguel Sap Harb, optando por el título de Master en Enfermedades Infecciosas. Tutor. Lic. Rigoberto Fimia Duarte MSc., con calificación de **Excelente**. Tesis defendida el 16 de noviembre de 2011.

Resultados relevantes relacionados con el tema de tesis

- Software de avanzada para el sistema de vigilancia en vectores. **Premio Relevante**. XIII FORUM de Ciencia y Técnica. Sancti Spíritus 1999.
- Peligro que representa para el control biológico la introducción de peces ornamentales en criaderos potenciales de mosquitos. **Premio Relevante**. XIV FORUM de Ciencia y Técnica. La Lisa, Ciudad Habana 2001.

- Uso de peces larvífagos en el municipio Boyeros. Dos años después de la ofensiva contra el *Aedes aegypti* y otros culícidos. **Resultado Relevante Institucional**. Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí». Año 2004.
- Copéodos, una alternativa para el control integrado de mosquitos con importancia médica en Cuba. **Resultado Relevante Institucional**. Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí». Año 2004.
- Uso de peces larvífagos en el municipio Boyeros. Dos años después de la ofensiva contra el *Aedes aegypti* y otros culícidos. **Premio Relevante** en el XVI FORUM de Ciencia y Técnica Provincial. Ciudad de La Habana, 30 de noviembre de 2005.
- Vigilancia y control en criaderos temporales y permanentes de culícidos en Villa Clara. **Premio CITMA Provincial**. Año 2007.
- Factores climáticos y antropogénicos que han influido en la conducta del mosquito *Aedes aegypti*. Plaza de La Revolución 1996- 2009. **Resultado Relevante Institucional**. Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí». Año 2009.
- Posibles alternativas utilizadas por *Aedes aegypti* para la cría y permanencia en el medio. **Resultado Relevante Institucional**. Instituto de Medicina Tropical «Pedro Kourí». Año 2010.

1. Jamo empleado para la colecta de peces fluviales.



Figura III. 2 Jamo empleado en la realización de los muestreos.

Fuente: Foto tomada en el muestreo de marzo del 2005, municipio Cabaiguán.

2. Especies de peces fluviales relacionadas en la investigación



Poecilia reticulata (macho)

Fuente: Fish Base, 2004.



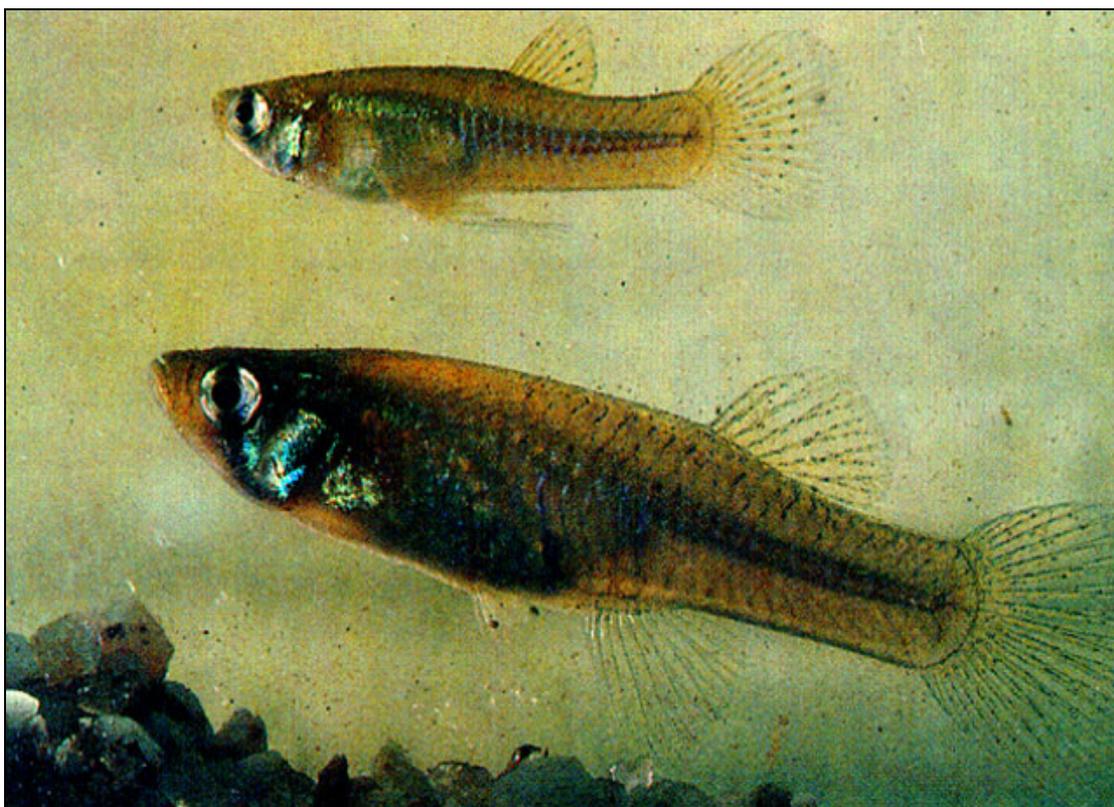
Poecilia reticulata (hembra)

Fuente: Fish Base, 2004.



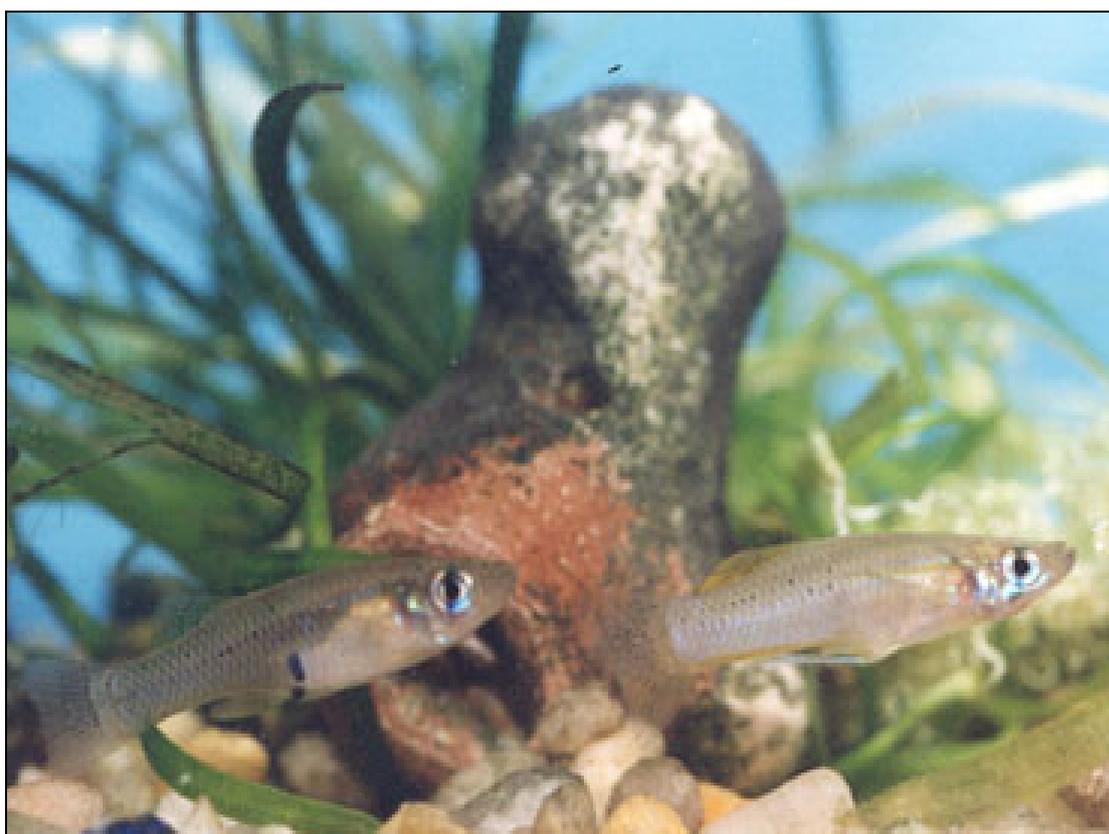
***Girardinus metallicus* (hembra y macho)**

Fuente: Fish Base, 2004.



***Gambusia holbrooki* (hembra y macho)**

Fuente: Fish Base, 2004



***Gambusia puncticulata* (hembra y macho)**

**Fuente: muestreo realizado en ecosistemas fluviales del municipio Yaguajay.
Año 2000.**



Xiphophorus maculatus

**Fuente: muestreo realizado en ecosistemas fluviales del municipio Yaguajay.
Año 2000.**



***Clarias gariepinus* en posición dorsal**



***Clarias gariepinus* en posición ventral**

Fuente: muestreos realizados en ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus. Años 2005 y 2011.