

IMPACTO DE LOS PECES ALÓCTONOS INTRODUCIDOS EN ECOSISTEMAS FLUVIALES DE LA PROVINCIA SANCTI SPÍRITUS, CUBA

IMPACT OF INTRODUCED NON-NATIVE FISH IN FRESHWATER ECOSYSTEMS OF THE PROVINCE OF SANCTI SPÍRITUS, CUBA

Rigoberto Fimia Duarte ¹, Natividad Hernández Contreras ², George Argota Pérez ³, Lorenzo Diéguez Fernández & ⁴Miriam Ramírez López ⁵

¹Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Villa Clara, Cuba.

²Departamento de Control de Vectores del Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kouri". La Habana, Cuba.

³Laboratorio de Ecotoxicología, Centro de Toxicología y Biomedicina. Santiago de Cuba, Cuba.

⁴Departamento de Control de Vectores, Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología. Camagüey, Cuba.

⁵Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba.

C.E. capacitacionvec@capiro.vcl.sld.cu

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue identificar los posibles impactos que están provocando las especies de peces exóticas introducidas en ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus. La investigación se realizó en la provincia Sancti Spíritus, en el período comprendido del año 2000 al 2011. Se muestrearon 70 ecosistemas fluviales, incluida las cuatro presas de mayor extensión en la provincia, con destaque para la presa Zaza (mayor embalse de Cuba). La distribución de los ecosistemas fluviales por municipios fue la siguiente: Sancti Spíritus (20%), Yaguajay (11), para un 15.7%, Jatibonico (9/12.8%), Taguasco (8/11.4%), Cabaiguán (7/10.0%), Fomento (7), Trinidad (4/5.7%) y La Sierpe (4). Para la colecta de los peces en los ríos, arroyos, zanjas, cañadas y lagunas empleamos un jamo creado para tales fines, con las siguientes dimensiones: 70 cm de largo, 50 cm de ancho, 50 cm de profundidad, con luz de malla de 0.5 mm y un mango, de 200 cm), además de redes para muestrear los embalses de mayor dimensión (presas y micropresas). Se colectaron en total, 15 especies de peces alóctonas, distribuidas en 11 géneros, pudiéndose identificar nueve mecanismos de impactos, donde las especies con mayores cuantías de impactos fueron: *Clarias gariepinus*, *Cyprinus Carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*, *Lepomis macrochirus* y *Oncorhynchus mykiss*. Se concluyó que las introducciones de especies exóticas en ecosistemas fluviales pueden traer consecuencias negativas para los ecosistemas y en especial, para las especies autóctonas de cada país.

Palabras clave: Ecosistemas fluviales, especies exóticas, peces alóctonos, Sancti Spíritus.

ABSTRACT

The aim of the research was at identifying the potential impacts that are causing the introduced exotic fish species in river ecosystems Sancti Spiritus province. The research was conducted in the province of Sancti Spiritus, in the period from 2000 to 2011. We sampled 70 river ecosystems, including the four largest dams in the province extension, especially for Zaza (largest reservoir in Cuba). The distribution of river ecosystems by municipalities was: Sancti Spiritus (20%), Yaguajay (11) to 15.7%, Jatibonico (9/12.8 %), Taguasco (8/11.4 %), Cabaiguán (7 / 10.0 %), Development (7), Trinidad (4/5.7 %) and The Serpent (4). For the collection of fish in the rivers, streams, ditches, streams and ponds used a jamo created for such purposes, with the following dimensions: 70 cm long, 50 cm wide, 50 cm deep, with mesh size 0.5 mm and a handle 200 cm) in addition to sample networks larger reservoirs (dams and micropresas). We collected a total of 15 non-native fish species, distributed in 11 genera, being able to identify nine mechanisms impacts, where species with higher amounts of impacts were: *Clarias gariepinus*, *Cyprinus Carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*, and *Oncorhynchus mykiss Bluegill*. Conclude that the introduction of exotic species in freshwater ecosystems can have negative consequences for ecosystems and especially for native species in each country.

Key words: River ecosystems, alien species, non-native fish, Sancti Spiritus.

INTRODUCCIÓN

La humanidad ha sufrido, a lo largo de la historia, el azote de enfermedades virales y parasitarias, entre las que resaltan; la fiebre amarilla, dengue y malaria, en su ciclo biológico media un mosquito. Estas entidades han evitado la colonización y población de áreas vastas de los trópicos, derribado imperios, retardado el desarrollo de los trópicos americanos por siglos y extendido la muerte y la incapacidad entre millones de habitantes del planeta (Metcalf, 1975; Gore, 2007 & Troyo *et al.*, 2008).

En las últimas décadas la humanidad ha tenido que enfrentarse a la emergencia o reemergencia de varias enfermedades infecciosas que han venido incrementándose en el mundo (WHO, 2009), a lo que se unen cambios ambientales drásticos, crecimiento acelerado de la población mundial (cada día llegan más de 270 000 “pasajeros” más), aumento de migraciones humanas y viajes aéreos, todo lo cual está trayendo consigo un crecimiento desproporcionado de las ciudades (Cohen, 2000; Mayor, 2000; Gore, 2007 & Carlton *et al.*, 2008).

A pesar de los esfuerzos y recursos que se han puesto en función del control de especies de mosquitos implicadas en la transmisión de enfermedades, aún no se logra el control de las mismas e incluso, cada vez es más manifiesta la aparición de la resistencia y desarrollo de mecanismos de defensa frente al uso creciente de

insecticidas utilizados para su control (Lima *et al.*, 2003; Bisset *et al.*, 2005 & Rodríguez *et al.*, 2007). Teniendo en cuenta todos estos aspectos, los que sin lugar a dudas, han conllevado a un incremento de dicho enfrentamiento, se hace necesario el empleo del control integrado de vectores, donde el control biológico y específicamente, la utilización de peces larvívoros nativos de cada país es una alternativa a retomar muy en serio (Kumar, 2006; Agostinho *et al.*, 2010 & Aditya *et al.*, 2012).

También en las alternativas de control biológico, específicamente en la utilización de peces larvívoros, hay que tener muy en cuenta los problemas que están trayendo consigo las introducciones de especies exóticas, así como la traslocación de especies (Vitousek *et al.*, 2002; Fimia *et al.*, 2003 & Fimia *et al.*, 2012; Ponce de León 2012), fenómeno de los cuales Cuba no está exenta. El objetivo del presente trabajo fue identificar posibles impactos dado las especies de peces exóticos introducidos en los ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Objeto de la investigación y periodo de estudio.

Se analizaron los cuerpos de aguas superficiales pertenecientes a la provincia de Sancti Spíritus, la cual está ubicada en la parte central de la isla de Cuba y donde

limita al oeste con la provincia de Villa Clara, al este con la provincia de Ciego de Ávila, al sur tiene límites geográficos con la provincia de Cienfuegos y gran parte del territorio está bañado por el Mar Caribe. Al norte, comparte límites con el municipio de Chambas (Ciego de Ávila) y también está bañado por las aguas saladas del Océano Atlántico.

El periodo de estudio correspondió a dos muestreos durante los meses marzo y junio de los años 2000, 2005 y 2011 respectivamente, correspondiendo los meses a los dos periodos estacionales existentes en Cuba (lluvioso: mayo - octubre y poco lluvioso: noviembre - abril).

Población y muestra.

Se muestrearon 70 reservorios distribuidos en los ocho municipios con que cuenta la provincia, los cuales se distribuyen de la siguiente manera, municipio Sancti Spíritus (20 ecosistemas fluviales), Yaguajay (11/15.7%), municipio Jatibonico (9/12.8%), Taguasco (8/11.4%), Cabaiguán y Fomento (7/10.0%) y finalmente, los municipios de Trinidad y La Sierpe (4/5.7%).

En cuanto al tipo de reservorio muestreado, el mayor número correspondió a las zanjas (25), seguidamente los arroyos (16), ríos (12), cañadas (8), presas (4), micro-presas (3) y las lagunas (2).

Para la realización de los muestreos y colecta de los peces en los reservorios se utilizó un jamo profesional de malla

plástica milimétrica (1.5mm de diámetro) con dimensiones de: 70x50x50cm, con 200cm, además de redes/tarrayas para tales fines, con 1.5cm de diámetro.

Análisis de variables.

Se caracterizó el contenido del tracto digestivo de dos especies de peces introducidas, con el fin de evaluar el tipo de interacción existente, al menos en dos de las especies alóctonas introducidas en los ecosistemas fluviales espirituanos.

Análisis de los datos.

Para el análisis fue considerado la prueba de homogeneidad de grupos independientes utilizando el estadístico *chi cuadrado*, estableciendo la estabilidad de los resultados de diferentes muestreos y la bondad de ajuste bajo una hipótesis de uniformidad para sí identificar, las preferencias alimenticias de los peces analizados por medio de su contenido gástrico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Relación de peces fluviales introducidos y su mecanismo de impacto.

En el caso de Cuba, la más antigua flora y fauna se estima que se debe a la "Garlandia" de Iturralde y MacPhee (1999) durante el Mioceno, donde 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

IMPACTO DE LOS PECES ALÓCTONOS INTRODUCIDOS EN ECOSISTEMAS

Enero - Junio 2009

de Sudamérica. La otra teoría sería que hubiese dispersiones en otras fechas por islas flotantes que fueron llegando. 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), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de especies de peces fluviales introducidos en Cuba.

Especies	Año	País de Procedencia	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, 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, 2000).

En Cuba 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 casi todos los embalses (Vergara, 1980 & Cádiz, 2005), pero aún 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 varios factores, donde 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).

Los resultados referidos a las especies de peces exóticos colectados durante los seis muestreos realizados durante los 11 años que duró la investigación, donde incluso se muestran los mecanismos de impactos, el número de especies implicadas en cada mecanismo de impacto, así como el número de municipios de la provincia donde están establecidas dichas especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies fluviales introducidas y sus correspondientes mecanismos de impacto

Especies	MID										
	NME	P	TE	CB	AHE	CH	CA	C	IA	H	NIDE
<i>Betta splendens</i>	2						X	X	X		3
<i>Clarias gariepinus</i>	4	X	X			X	X	X		X	6
<i>Cyprinus carpio</i>	5	X	X		X	X	X			X	6
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	5		X		X	X	X	X	X		6
<i>H. nobilis</i>	5		X		X	X	X	X	X		6
<i>Lepomis macrochirus</i>	3	X	X		X		X	X	X		6
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	4	X	X			X	X		X	X	6
<i>Oreochromis aureus</i>	5		X			X		X			3
<i>O. hornorum</i>	2	X	X			X		X			4
<i>O. mossambicus</i>	4	X				X					2
<i>O. niloticus</i>	3				X	X		X			3
<i>Oryzias latipes</i>	3				X	X		X			3
<i>Poecilia reticulata</i>	8	X	X	X							3
<i>Tilapia rendalli</i>	8	X	X			X		X			4
<i>Xiphophorus maculatus</i>	3				X		X	X			3
No. especies implicadas por MID	--	8	10	1	7	11	8	11	5	3	--

Leyenda: MID: Mecanismos de Impactos Descritos, NME: Número de Municipios donde están Establecidas, NIDE: Número de Impactos Descritos por Especies, P: Predación, TE: Transmisión de Enfermedades, CB: Control Biológico, AHE: Alteración del Hábitat y el Ecosistema, CH: Competición por el Hábitat, CA: Competición por el Alimento, C: Competencia, IA: Interacción por Agresividad (Conducta Agresiva), H: Hibridización.

En el caso de 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, mostrando marcadas diferencias, así como preferencias muy significativas hacia la

ingestión de detrito y restos de peces, ambas categorías de alimentos se encontraron por encima de las frecuencias esperadas, cuando se utiliza como contraste una distribución uniforme. Estas diferencias muestran la selectividad de dicha especie sobre algunas fuentes de alimentos, además

IMPACTO DE LOS PECES ALÓCTONOS INTRODUCIDOS EN ECOSISTEMAS

Enero - Junio 2009

de cierto carácter predador sobre otras especies que cohabitan con ella (Cuadro 3)

Cuadro 3. Contenido estomacal de *X. maculatu*.

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 grupo muestreo. $X^2 = 2,42$

$p = 0.964$

Bondad de ajuste para distribución de alimentos. $X^2 = 26,54$ $p = 0.0099$

La comparación de grupos indica la repetitividad de los resultados del muestreo, mientras que la bondad de ajuste, con resultados muy significativos ($p=0,0099$) demuestra la presencia de alimentos preferenciales (detrito y restos de peces) que están por encima de las frecuencias esperadas.

Otra de las especies exóticas introducidas en los cuerpos de agua dulce de Sancti Spíritus fue el pez gato africano (*C. gariepinus*), que mostró mayor carácter omnívoro en sus requerimientos alimenticios, aunque presentó ligeramente por encima de las frecuencias esperadas, la presencia de restos de peces, pero también de insectos; estas diferencias ante una prueba de hipótesis de distribución uniforme, no llegan a ser estadísticamente significativas ($p= 0.705$), por lo que se trata de una especie menos selectiva que *X*.

maculatus, es decir, mayor carácter omnívoro (Cuadro 4).

De las 15 especies de peces que se identificaron durante los 11 años de investigación, solo tres (*Betta splendens*, *Poecilia reticulata* y *Xiphophorus maculatus*) resultaron ser típicas de ecosistemas fluviales donde ovipositan y crían los mosquitos, nos referimos a los arroyos, ríos, zanjas, cañadas y lagunas; el resto, crían y se desarrollan en embalses artificiales creados por el hombre (presas y micropresas) y no son recomendables para el control biológico (Valero *et al.*, 2006; Gupta, 2009 & Pino *et al.*, 2010), aunque existen algunos autores que recomiendan a varias especies con tales fines, fundamentalmente en el control de las poblaciones larvales de mosquitos transmisores de la malaria (Mohamed, 2003; Singh, 2005 & Chandra *et al.*, 2008).

Cuadro 4. 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 microcustráceos (copépodos)	2	(16, 6)	5	(27, 7)	5	(16,6)

Comparación grupo muestreo. $X^2 = 5,48$

$p = 0.705$

Bondad de ajuste para distribución de alimentos. $X^2 = 9.38$ $p = 0.052$

En total se describieron nueve mecanismos de impactos en el estudio realizado, donde resultaron ser la competencia, la competición por el hábitat y la transmisión de enfermedades, los de mayor impacto y repercusión, resultados que coinciden con los obtenidos por otros autores en países y regiones diferentes a las de Cuba (Ishikawa *et al.*, 2010; Pino *et al.*, 2010). Las especies mejor representadas y distribuidas por municipios fueron *Poecilia reticulata* y *Tilapia rendalli*, seguidas de *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis* y *Oreochromis aureus*, mientras que las especies con mayores números de impactos descritos resultaron ser *Clarias gariepinus*, *Cyprinus Carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *H. nobilis*, *Lepomis macrochirus* y *Oncorhynchus mykiss*.

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 contra 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 *et al.*, 2010) convirtiéndose 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,

IMPACTO DE LOS PECES ALÓCTONOS INTRODUCIDOS EN ECOSISTEMAS

Enero - Junio 2009

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 (Bodenheimer, 1938; Clarke, 1946; Alcaraz *et al.*, 2008 & Pino *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), (Valero *et al.*, 2006 & Gupta, 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 (Prasad *et al.*, 1993 & Chandra *et al.*, 2008) las cuales son utilizadas en el control de mosquitos de la malaria no son extrapolables para *Tilapia rendalli* especie introducida y colectada en la provincia.

En nuestro Cuba, 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 (García, 1986; Hernández, 2000; Hernández *et al.*, 2005 & Hernández *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

Se observó el carácter omnívoro de los peces exóticos introducidos, lo que constituye una amenaza para la ictiofauna autóctona de la provincia Sancti Spíritus.

Las introducciones de especies de peces dulceacuícolas alóctonas están trayendo consigo consecuencias negativas para los ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Higiene, Epidemiología y Microbiología de la provincia Santi Spíritus por su apoyo y gestión durante el control y vigilancia ambiental sanitaria de los ecosistemas y reservorios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adytia G., Santanu P., Nabaneeta S. & Goutam KS. 2012. Efficacy of indigenous larvivorous fishes against *Culex quinquefasciatus* in the presence of alternative prey: Implication for biological control. J Vector Borne Dis; 49: 217-225.

- Agostinho A.A., Pelicice F.M., Gomes L.C. & Júlio H.F. 2010. Estocagem de peixes: quando um mais um pode ser menos que dois. Boletim Sociedade Brasileira de Ictiología; (100): 49-53.
- Alcaraz C., Bisazza A. & Garcia B.E. 2008. Salinity mediates the competitive interactions between invasive mosquitofish and an endangered fish. Oecología; 155: 205-213.
- Bisset J.A., Rodríguez M.M. & De armas Y. 2004. Comparación de dos poblaciones de mosquitos *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba con diferentes comportamientos de reposo. Rev Cubana Med Trop; 56 (1): 54-60.
- Bodenheimer FS. 1938. Problems of animal ecology. Oxford University Press, New York.
- Cádiz T.L. 2005. Especies en peligro de extinción. Mar y Pesca; 349: 30-31.
- Camacho A., Rivalta V., Villaescusa A. & Caballero R. 1984. Las isoenzimas en el estudio de Tilapia y géneros afines existentes en Cuba. Características electroforéticas de seis sistemas proteicos. Ciencias Biológicas; 12:11-22.
- Carlton J.M., Escalante A.A., Neafsey D. & Volkman S.K. 2008. Comparative evolutionary genetic of human malaria parasites. Trends Parasitol; 24: 545-550.
- Chandra G., Bhattacharjee I., Chatterjee S.N. & Ghosh A. 2008. Mosquito control by larvivorous fishes. Indian J Med Res; 127:13-27.
- Cohen M.L. 2000. Changing patterns of infectious diseases. Nature; 406: 762-766.
- Clarke G. 1946. Dynamics of production in a marine area. Ecology Monograph; 16: 321- 335.
- Díaz G., Vázquez J. & Marí A. 2005. Desarrollo de la acuicultura en Cuba. Manejo de estaciones y pesquerías en aguas interiores. COPESCAL. Doc. Téc; (6). pp.69.
- Fimia D.R., Hernández N.C., Berovides V.A. & Gutiérrez A.A. 2003. Afectaciones a la ictiofauna larvívora causada por peces exóticos introducidos en criaderos de mosquitos del municipio Yaguajay. [INFOCIENCIA. Revista en Internet] julio-septiembre; 7 (3).
- Fimia D.R., Alegret R.M., Villavicencio C.N., Cardoso L.M., Hernández C.N. & Berovides Á.V. 2012. Listado de mosquitos (Díptera: Culicidae) y peces (Osteichthyes: Actinopterygii) em ecosistemas fluviales de la provincia Sancti Spíritus, Cuba. BRENESIA; 78: 100-103.

IMPACTO DE LOS PECES ALÓCTONOS INTRODUCIDOS EN ECOSISTEMAS

Enero - Junio 2009

- Fonticiella D.W. & Arboleya Z. 1994. 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; 12-20.
- Fonticiella D.W. & Sonesten W. 2000. Tilapia aquaculture in Cuba. In: Costa BA, Rakocy JE, eds. Tilapia Aquaculture in the Americas. 2ª ed. Louisiana, United States: Baton Rouge; 2: 184-203.
- García A.I. & González B.R. 1986. Principales especies de peces larvívoros de la familia Poeciliidae y su efectividad en las condiciones naturales de Cuba. Rev Cubana Med Trop; 38 (2): 197-202.
- Gore A. 2007. An inconvenient truth [videocinta] EUA: Paramount Classic and Participant Productions.
- Gupta S. & Banerjee S. 2009. Food preference of goldfish (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) and its potential in mosquito control. Journal of Ictiology; 2: 47- 58.
- Hernández, C.N. 2000. Peces útiles para el control de larvas de mosquitos y primeros reportes de su localización. Torreia; (45):39-43.
- Hernández C.N., Fimia D.R., Rojas J. & García A.I. 2005. Metodología para valorar el potencial y la capacidad depredadora de los peces larvívoros mediante observaciones directas en el laboratorio. Rev Cubana Med Trop; 57 (2): 156-8.
- Hernández C.N., Doadrio V.I., Sostoa F.A.; Fimia D.R. & Odio P.N. 2006. Determinación de la ictiofauna que participa en el control de culícidos en sistemas acuáticos del municipio Guamá, Santiago de Cuba. Rev Cubana Med Trop; 58 (1).
- Ishikawa T. & Tachihara K. 2010. Life history of the nonnative convict cichlid *Amatitlania nigrofasciata* in the Haebaru Reservoir on Okinawa-jima Island, Japan. Environ Biol Fishes; 88: 283-292.
- Iturralde V.M. & Macphee R.D.E. 1999. Paleogeography of the Caribbean Region: Implication for Cenozoic Biogeography. Bulletin of the American Museum of Natural History. New York; (238).
- Kumar R. & Hwang J.S. 2006. Larvicidal efficiency of aquatic predators: a perspective for mosquito biocontrol. Zool Stud; 45(4): 447-466.
- Lima J.B.P., Cunha M.P. & Júnior R.C.S. 2003. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the state of Río de Janeiro and Espírito Santo,

- Brasil. Am J Trop Med Hyg; 68: 329-333.
- Mayor F. 2002. Prólogo al libro “Ciencia, innovación y futuro” de Fidel Castro Díaz- Balart. 1ª ed. Barcelona: Random House Mondadori, S.L. Grijalbo.
- Metcalf C.L. & Flint R.L. 1975. Insectos destructivos e insectos útiles. 2ª ed. La Habana: Pueblo y Educación.
- Mohamed A.A. 2003. Study of larvivorous fish for malaria vector control in Somalia 2002. Eastern Mediterranean Health J; 9(4): 618-626
- Pino D.C.A., Miranda R. & Puig J.2 010. Non-Native freshwater fish management in Biosphere Reserves. Manag Biolog Invasions; 1: 13-33.
- Ponce de león G.J.L. 2012. Estrategias de historia de vida relacionadas con la reproducción de la familia Poeciliidae (Actinopterygii: Cyprinodontiformes) en Cuba: patrones opuestos en ambientes lóticos y lénticos [tesis doctoral]. La Habana: Universidad de La Habana.
- Prasad H., Prasad R.N. & Haq S. 1993. Role of biological agents for the control of mosquito breeding through *Gambusia affinis* in rice fields. Indians J malarial; 30: 57-65.
- Rodríguez M.M., Bisset J.A. & Fernández D. 2007. Levels of insecticide resistance and resistance mechanisms in *Aedes aegypti* from some Latin American countries. J Am Mosq Control Assoc; 23: 420-9.
- Singh A.K. & Ahmed S.H. 2005. Ornamental Fish Culture in Bihar: Prospects as a Cottage Industry. Fishing Chimes: 25(6): 9-18.
- Troyo A., Calderón A.O., Fuller D.O., Solano M.E., Avedaño A. & Arheart K.L.; et al. 2008. 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; 33:76-88.
- Valero N., Meleán E., Maldonado M., Montiel M., LARREAL Y. & ESPINA L. 2006. 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; 16(4): 414- 419.
- Vergara R.R. 1980. Principales características de la ictiofauna dulceacuícola cubana. Cien Biológicas; 5: 95-106.
- Vitousek P.M. 2002. Beyond global warming: ecology and global change. Ecology; 75: 1861-1876.

IMPACTO DE LOS PECES ALÓCTONOS INTRODUCIDOS EN ECOSISTEMAS

Enero - Junio 2009

Who 2009. Dengue y dengue hemorrágico.

Nota descriptiva N- 117. Revisión
de mayo 2008. WHO media
centre.