

Riqueza de moluscos acuáticos en las Cuencas Hidrológicas Río Grijalva-Villahermosa y Río Tonalá, Lagunas del Carmen-Machona en Tabasco, México

Freshwater mollusk species richness in the Río Grijalva-Villahermosa and Río Tonalá, Lagunas del Carmen-Machona Watersheds from Tabasco, Mexico

Sujeidy Vianey Mellado Hernández, Luis José Rangel Ruíz, Jaquelina Gamboa Aguilar, Juan Armando Arévalo de la Cruz, Joel Montiel Moreno, Miguelina García Morales, Silvia Arias García, Rosa Martha Padrón López, Coral Jazvel Pacheco Figueroa y Lilia Gama Campillo

Laboratorio de Malacología, División Académica de Ciencias Biológicas. UJAT. km 0.5. Carretera Villahermosa - Cárdenas, Villahermosa Tabasco, 94250. México
e-mail: ljrangel@msn.com

Mellano Hernández S. V., L. J. Rangel Ruíz, J. Gamboa Aguilar, J. A. Arévalo de la Cruz, J. Montiel Moreno, M. García Morales, S. Arias García, R. M. Padrón López, C. J. Pacheco Figueroa y L. Gama Campillo. 2015. Riqueza de Moluscos Acuáticos en la Cuenca Hidrológica Río Grijalva-Villahermosa y Río Tonalá, Lagunas del Carmen-Machona en Tabasco, México. *Hidrobiológica* 25 (2): 239-247.

RESUMEN

En dos Cuencas del estado de Tabasco, se determinó la riqueza de moluscos acuáticos, los muestreos se realizaron en 23 localidades durante dos temporadas, lluvias (septiembre y octubre 2008) y estiaje (abril y mayo 2009). Los organismos fueron recolectados sobre las raíces de *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y adheridas a *Eichhornia crassipes* (lirio acuático). Se recolectaron, un total de 23 especies 13 gasterópodos y tres bivalvos asociados a lirio acuático y cinco gasterópodos y cuatro bivalvos en raíces de mangle. La mayor riqueza específica se presentó en la Cuenca Hidrológica Río Grijalva-Villahermosa con 21 especies y dentro de ella la Subcuenca Río Carrizal con 20 especies. El 52.17%, de las especies recolectadas fueron dulceacuícolas y recolectadas sobre lirio acuático; el 30.44% salobres y recolectadas en raíces de mangle; el 17.39% eurihalinas y recolectadas en ambos tipos de vegetación. En cuanto a la estimación de la riqueza, se observó una diferencia de una a cinco especies entre la riqueza específica observada y la estimada por S_{Chao2} . De las 23 especies registradas ninguna se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies dulceacuícolas más abundantes en las dos cuencas fueron *Pyrgophorus coronatus*, *Mexinauta impluviata*, *Littoridinops tenuipes*, *Mayabina polita* y *Pomacea flagellata*; y las salobres *Mytilopsis leucophaeata*, *Brachidontes exustus*, *Littorina angulifera*, *Neritina virginea* y *Musculium transversum*. La mayor riqueza y abundancia de moluscos asociados tanto a *E. crassipes* como a *R. mangle* se presentaron durante la temporada de lluvias.

Palabras clave: Abundancia, México, moluscos, riqueza.

ABSTRACT

The richness of aquatic snails was determined, on two basin of the state of Tabasco, samples were taken at 23 locations during two seasons, the rainy season (September and October 2008) and the dry season (April and May 2009). The organisms were collected from the roots of *Rhizophora mangle* (red mangrove) and those adhered to *Eichhornia crassipes* (water hyacinth). Thirteen gastropods and three bivalves associated with water hyacinth as well as four gastropods and four bivalves from mangrove roots were collected. The CH Grijalva River-Villahermosa present he highest species richness 21 and 20 species were within the Subc. Carrizal River 52.17% of the species were from freshwater and collected on water lily; 30.44% were collected were brackish and collected on mangrove roots; 17.39% on euryhaline and harvested on both vegetation types. As for the estimation of richness, a difference of one to five species was observed between then species richness estimated and that estimated with S_{Chao2} . Of the 23 species recorded in this study none are listed in the NOM-059-SEMARNAT-2010. The most abundant freshwater species on the two basins were *Pyrgophorus coronatus*, *Mexinauta impluviata*, *Littoridinops tenuipes*, *Mayabina polita* and *Pomacea flagellata*; and brackish *Mytilopsis leucophaeata*, *Brachidontes exustus*, *Littorina angulifera*, *Neritina virginea* and *Musculium transversum*. The greatest richness and abundance of molluscs associated with both *E. crassipes* as *R. mangle* were present during the rainy season.

Key words: Abundance, Mexico, mollusks, richness.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la contaminación por materia orgánica, el enriquecimiento de nutrientes, la eliminación o degradación del bosque de ribera, la rectificación y canalización de ríos, la regulación de cauces, la presencia de contaminantes inorgánicos y orgánicos persistentes inducen la degradación de la calidad del agua, afectando las comunidades biológicas provocando cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y a los propios organismos afectando su ciclo de vida, crecimiento y condición reproductiva (Prat & Ward, 1994; Allan, 1995; Bartram & Ballance, 1996; Wetzel, 2001).

Actualmente existe un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, desarrollando criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas (Norris & Hawkins, 2000). Por tal motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad (Laws, 1981).

Los macroinvertebrados y en particular los moluscos, constituyen una parte importante del componente biológico cumpliendo un rol de gran importancia en la estructura y funcionamiento de los cuerpos de agua. Los cambios en la calidad del agua ocasionan la desaparición de taxa intolerantes y provocan que se modifique la estructura de la comunidad en general, disminuyendo la diversidad y la eficiencia de purificación debido al enriquecimiento orgánico excesivo (Muñoz *et al.*, 2001).

En los últimos años se han desarrollado muchas investigaciones en las cuales se ha establecido la composición y estructura de las comunidades de macroinvertebrados (entre ellas los moluscos), asociadas a diversas plantas acuáticas (Petts & Callow, 1996; Poi de Neiff, 2003; Poi de Neiff & Neiff, 2006), ya que estas proporcionan varios factores ecológicos y de microhábitat favorables a estos invertebrados, entre las especies más importantes se encuentran las pertenecientes al género *Eichhornia* y algunas especies de mangle. En el estado de Tabasco se encuentran tres especies del *Eichhornia*: dos especies consideradas como hierbas enraizadas, con tallos postrados sobre el agua *E. heterosperma* Alexander, 1939 y *E. azurea* (Sw.) Kunth; y una considerada como hierba que flota libremente sobre la superficie del agua *E. crassipes* (Mart.) Solms. Esta última especie habita en las lagunas, lagos, ríos, charcas temporales, presas, canales y pantanos y se le conoce como jacinto, jacinto acuático, jacinto de agua o lirio acuático (Novelo, 2006). Para el caso de los manglares, en Tabasco se encuentran cuatro especies: *Conocarpus erectus* Linneo (mangle botoncillo), *Laguncularia racemosa* (Linneo) Gaerth (mangle blanco), *Avicennia germinans* Linneo (mangle prieto) y *Rhizophora mangle* Linneo (mangle rojo). Estas especies se encuentran distribuidas en la parte posterior del cordón litoral, bordeando las lagunas que se extienden paralelas a la costa y tienen conexión con el mar y su presencia está condicionada a las situaciones de inundación y concentración de sales disueltas en el agua (García & Palma, 1998; Moreno *et al.*, 2002). En particular *R. mangle* es la especie que se encuentra en la parte exterior de las lagunas y en los bordes de los canales y se caracteriza por sus raíces en forma de zancos (CONABIO, 2009).

La composición y distribución de las comunidades en los sistemas acuáticos es el resultado de la interacción entre el hábitat y las condiciones físico-químicas del medio (Merritt & Cummins, 1984; Resh & Rosenberg, 1984). En términos generales los moluscos acuáticos juegan un papel relevante en la dinámica de los sistemas fluviales como consumidores primarios y secundarios en el proceso de la degradación de la materia orgánica. A nivel mundial, las variables biológicas de las comunidades más utilizadas en la evaluación del estado de salud de los ecosistemas acuáticos son aquellas basadas en su composición y diversidad específica (Rosenberg *et al.*, 1986; Wrigth *et al.*, 2000). En tal sentido, se ha observado que en ambientes perturbados se produce una importante reducción en el número de taxa presentes y un incremento en la abundancia de aquellos más tolerantes (Margalef, 1983).

El objetivo principal de este trabajo, fue determinar la abundancia y riqueza específica de las comunidades de moluscos asociados a *Eichhornia crassipes* y *Rhizophora mangle* asentadas en cuerpos de agua dulceacuícolas y salobres en las Cuencas Hidrológicas Río Grijalva-Villahermosa y Río Tonalá y Laguna del Carmen y Machona en el estado de Tabasco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio estuvo localizada en la Cuenca Hidrológica (C.H.) Río Grijalva-Villahermosa, en seis Subcuencas (Subc.): Subc. Río Carrizal, Subc. Río Chilapilla, Subc. Río Cuxcuchapa, Subc. Río Grijalva, Subc. Río Samaria y Subc. Río Chilapa, la cuenca está localizada en la porción centro-sur del Estado, que corresponde a los municipios Centro, Paraíso, Nacajuca y Cárdenas, en la planicie costera tabasqueña cerca a la costa del Golfo de México y abarca una superficie de 359,211.50 Has. La segunda área de muestreo estuvo localizada en la C.H. Río Tonalá y Laguna del Carmen-Machona en dos subcuencas: Subc. Río Santana y Subc. Laguna del Carmen y Machona, abarcando una superficie de 302,392 Has (INEGI, 2000) (Tabla 1).

Los muestreos se realizaron en las temporadas de lluvias (septiembre y octubre de 2008) y estiaje (abril y mayo de 2009) en 23 localidades que comprendieron 16 lagunas (L.), un arroyo (A) y seis ríos (R.). Las muestras se tomaron al azar, para moluscos asociados a lirio acuático (*E. crassipes*) para cada localidad se tomaron diez muestras por unidad de tiempo (10 min) y para los asociados a raíces de mangle rojo (*R. mangle*) se tomaron al azar diez raíces terciarias de mangle a 40 cm de profundidad, cada raíz se introdujo en bolsas de polietileno y se procedió a raspar la raíz con un cuchillo, las muestras se fijaron en alcohol al 70% para su posterior identificación y cuantificación.

Con la información obtenida en cada localidad se determinó la Riqueza específica (S), Riqueza acumulada (Ra) o riqueza en las dos temporadas y se calculó el estimador de riqueza Chao 2 (S_{Chao2}) para predecir el número máximo de taxa de moluscos que pudiera tener cada localidad (Krebs, 1999; Magurran, 2006).

Para determinar las diferencias entre la abundancia y la riqueza específica por temporada del año y debido a la falta de normalidad y homocedasticidad de los datos, los datos fueron transformados ($\ln x + 1$) y se realizó análisis de Varianza.

Tabla 1. Localidades de muestreo en las Cuencas Hidrológicas Río Grijalva-Villahermosa, Río Tonalá y Laguna del Carmen y Machona.

Cuenca Hidrológica	Subcuenca	Localidad	Municipio	Coordenadas		Ambiente	
				X	Y		
Río Grijalva - Villahermosa	Río Carrizal	L. Mecoacán	Paraíso	18°24'12.94"N	93° 4'9.53" O	Sa	
		L. Santa Anita	Centla	18°22'33.27"N	92°52'30.80" O	Da	
		L. El Provecho	Centra	18°21'44.25"N	92°58'48.51" O	Da	
		L. Pucté	Centro	18°14'52.59"N	92°50'49.07" O	Da	
	Río Chilapilla	L. Smate-Chilapilla			17°56'37.76" N	92°37'0.16" O	Da
		L. Chilapa			17°57'19.02" N	92°32'57.33" O	Da
		L. Limón-Vernet	Macuspana		17°52'18.17" N	92°33'14.91" O	Da
		R. Chilapa/Chilapilla			17°55'39.73" N	92°28'47.54" O	Da
		A. San Cristobal			17°52'16.10" N	92°40'31.24" O	Da
	Río Cuxcuchapa	L. La Negra	Paraíso		18°21'16.79" N	93° 4'57.51" O	Da
		R. Cuxcuchapa-Buena Venutura	Cardenas		18° 6'0.03" N	92°20'33.53" O	Da
		R. Cuxcuchapa-Mecoacán			18°21'3.56" N	93° 4'23.50" O	Da
	Río Grijalva	L. La Ceiba	Centro		18°5'52.67" N	92°42'14.78" O	Da
	Río Samaria	R. El Mango	Nacajuca		18°5'48.02" N	92°59'27.30" O	Da
	Río Chilapa	L. El Bayo			17°51'31.56" N	92°28'22.78" O	Da
		L. Francisco Bates	Macuspana		17°51'38.66" N	92°24'59.06" O	Da
L. San Sebastian				17°52'30.90" N	92°25'35.01" O	Da	
L. Pajalar				17°53'36.78" N	92°26'50.38" O	Da	
Río Tonalá y Laguna del Carmen-Machona	Laguna del Carmen -Michona	L. Las Flores		18°24'44.16" N	93°16'49.53" O	Sa	
		L. Tupilco-Puente Ostión	Paraíso		18°25'13.55" N	93°23'29.63" O	Sa
		L. La Redonda			18°23'15.64" N	93°32'41.03" O	Sa
	Río Santana	R. Santana-Mecoacán	Paraíso		18°21'53.83" N	93°34'14.79" O	Da
	R. Santana-Santuario	Cardenas		18°15'26.01" N	93°31'55.56" O	Sa	

Sa= Salobre; Da= Dulceacuícola

RESULTADOS

La composición de moluscos estuvo integrada en las Clases Gastropoda con dos órdenes, 11 familias y 17 especies y para la Clase Bivalvia con dos órdenes, cuatro familias y seis especies.

Se presentaron 13 gasterópodos y tres bivalvos asociados a lirio acuático y cinco gasterópodos y cuatro bivalvos en raíces de mangle. Las familias con mayor Riqueza específica fueron Hydrobiidae con cuatro especies y con dos especies cada una Thiaridae, Physidae, Pisidiidae y Ostreidae (Tabla 2).

De las 23 especies recolectadas la mayoría fueron dulceacuícolas y recolectadas sobre lirio acuático (52.17%), seguidas por las salobres y recolectadas en raíces de mangle (30.44%) y por las eurihalinas y recolectadas en ambos tipos de vegetación (17.39%) (Tabla 2).

La mayor Riqueza específica se presentó en la C.H. Río Grijalva-Villahermosa (21 especies) seguida por la C.H. Río Tonalá y Laguna del Carmen y Machona (14). De la C.H. Río Grijalva-Villahermosa, la Subc. Río Carrizal presentó la mayor riqueza (20 especies), seguida por la Subc. Río Cuxcuchapa (11) y la Subc. Río Chilapa (9). En la C.H. Río

Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona, la Subcuenca con la mayor riqueza fue en la Subc. Río Santana (12 especies), seguida de la Subc. Laguna del Carmen-Machona (7).

Las especies que presentaron la mayor distribución en el área de estudio fueron: *Mexinauta impluviata* (10 localidades), *Pyrgophorus coronatus* (9), *Hebetancylus excentricus* (9), *Mayabina polita* (8), *Mytilopsis leucophaeata* (8) y *Pomacea flagellata* (8), y las de menor distribución encontrándose solo en una localidad: *Aroapyrgus clenchi*, *Crassostrea virginica*, *Nassarius vibex*, *Odosomia impressa*, *Sphaerium partumeius* y *Tarebia granifera*.

Los moluscos se encontraron distribuidos en 16 localidades de las 23 muestreadas, en siete cuerpos de agua no se encontraron moluscos en las dos temporadas (R. Chilapa - Chilapilla, R. El Mango, A. San Cristóbal, L. El Bayo, L. Francisco Bates, L. San Sebastián y L. Pajalar) y en la época de estiaje en cuatro localidades (L. Smate - Chilapilla, L. Chilapa, L. La Ceiba y R. Santana).

Se recolectó un total de 18,166 organismos asociados a lirio acuático y raíces de mangle, 10,251 organismos en la temporada de lluvia y 7,915 en estiaje.

Tabla 2.- Moluscos asociados a dos tipos de vegetación en las Cuencas Hidrológicas Río Grijalva-Villahermosa, Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona, Tabasco, México.

Clase	Especie	Asociados		Ambiente		
		<i>Eichhornia crassipes</i>	<i>R. mangie</i>	Dulceacuicolas	Salobre	Eurihalinas
Bivalvia	<i>Musculium transversum</i> (Say, 1829)	X		X		
	<i>Musculium partumelum</i> (Say, 1822)	X		X		
	<i>Mytilopsis leucophaeata</i> (Conrad, 1831)	X	X			X
	<i>Brachidontes exustus</i> (Linnaeus, 1758)		X		X	
	<i>Crassostrea virginica</i> (Gmelin, 1791)		X		X	
	<i>Crassostrea rhizophoras</i> (Guilding, 1828)		X		X	
Gastropoda	<i>Boonea impressa</i> (Say, 18822)	X		X		
	<i>Planorbella duryi</i> (Wetherby, 1879)	X		X		
	<i>Hebetancylus excentricus</i> (Morelest, 1851)	X		X		
	<i>Pomacea flagellata</i> (Say, 1827)	X		X		
	<i>Melanooides tuberculeta</i> (Müller, 1774)	X		X		
	<i>Tarebia granifera</i> (Lamarck, 1822)	X		X		
	<i>Mayabina polita</i> (Taylor, 2003)	X		X		
	<i>Mexinauta impluviata</i> (Morelet, 1849)	X		X		
	<i>Pyrgophoru coronatus</i> (Pfeiffer, 1849)	X		X		
	<i>Aroapyrgus clenchi</i> (Goodrich & Schalie 1937)	X		X		
	<i>Aphaostracom theicrenetus</i> (Thompson, 1968)	X		X		
	<i>Littoridinops tenuipes</i> (Couper, 1944)	X				X
	<i>Neritina reclivata</i> (Say, 1822)	X	X			X
	<i>Neritina virginea</i> (Linnaeus, 1758)		X		X	
	<i>Cerithideopsis pliculosa</i> (Menke, 1829)		X		X	
	<i>Littorina angulifera</i> (Lamarck, 1822)		X		X	
	<i>Nassarius vibex</i> (Say, 1822)		X		X	

Durante las épocas de lluvias las especies con mayor abundancia total fueron *P. coronatus* (4,163 org), *B. exustus* (2,184) y *M. impluviata* (1,112) y para el estiaje *P. coronatus* (3,635), *M. leucophaeata* (2,483) y *L. angulifera* (491).

Las localidades con mayor abundancia total durante la época de lluvias fueron L. Mecoacán (2,114 org), L. Santa Anita (1,721), R. Santana-Santuario (1,452) y L. Pucté (1,169), y para el estiaje L. Santa Anita (2,236 org), L. Las Flores (1,638), L. El Provecho (1,002) y L. Pucté (988) (Fig. 1).

En general la riqueza específica varió de una a doce especies, con un promedio de 5.81 para lluvias y de 3.50 para el estiaje. Las localidades que presentaron la riqueza acumulada más alta fueron: R. Cuxcuchapa-Mecoacán (12), L. Pucté (11) y L. Ismate-Chilapilla (9) y con la más baja L. La Negrita (3), R. Cuxcuchapa-Buena Ventura (3) y L. La Redonda (5) (Tabla 3).

En cuanto a la estimación de la riqueza, se observó una diferencia de una a cinco especies entre la riqueza específica observada y la riqueza esperada, mediante el estimador de S_{Chao2} , logrando de acuerdo a este indicador recolectar una representatividad potencial en promedio del 91.68 % de las especies existentes en las dos Cuencas Hidrológicas. A nivel regional para la Cuenca Río Tonalá y Laguna del Carmen y Machona, se recolectó el 87.73% y para la Cuenca Río Grijalva - Villa-

hermosa el 93.47%. Por localidad la mayor diferencia entre la riqueza observada y esperada se presentó en los ríos R. Santana-Ma (75.0%) y R. Santana-S (77.8%) estos dos localizados en la Cuenca Río Tonalá y Laguna del Carmen-Machona, y la L. El Provecho (78.00%) localizada en la C.H. Río Grijalva-Villahermosa (Tabla 3). Como se observa en la tabla 3 las diferencias observadas en la riqueza de especies por temporada (lluvias y estiaje) respecto a los datos unificados (lluvias + estiaje) los valores de las estimaciones esperadas por S_{Chao2} disminuyen, alcanzando un alto porcentaje de especies recolectadas en relación a las estimadas por S_{Chao2} .

DISCUSIÓN

En México al igual que en todo el continente americano la información sobre la composición de comunidades de macroinvertebrados acuáticos y en especial de moluscos es escasa (Perea et al., 2011; Naranjo, 2003; Rangel-Ruiz & Gamboa-Aguilar, 2005).

En las últimas décadas se ha demostrado la importancia que tienen diversas especies de plantas como sustrato para el establecimiento de comunidades de macroinvertebrados, entre ellos los moluscos (Petts & Callow, 1996; Poi de Neiff, 2003; Poi de Neiff & Neiff, 2006; Cedeño et al., 2010; Quiceno & Palacio, 2008).

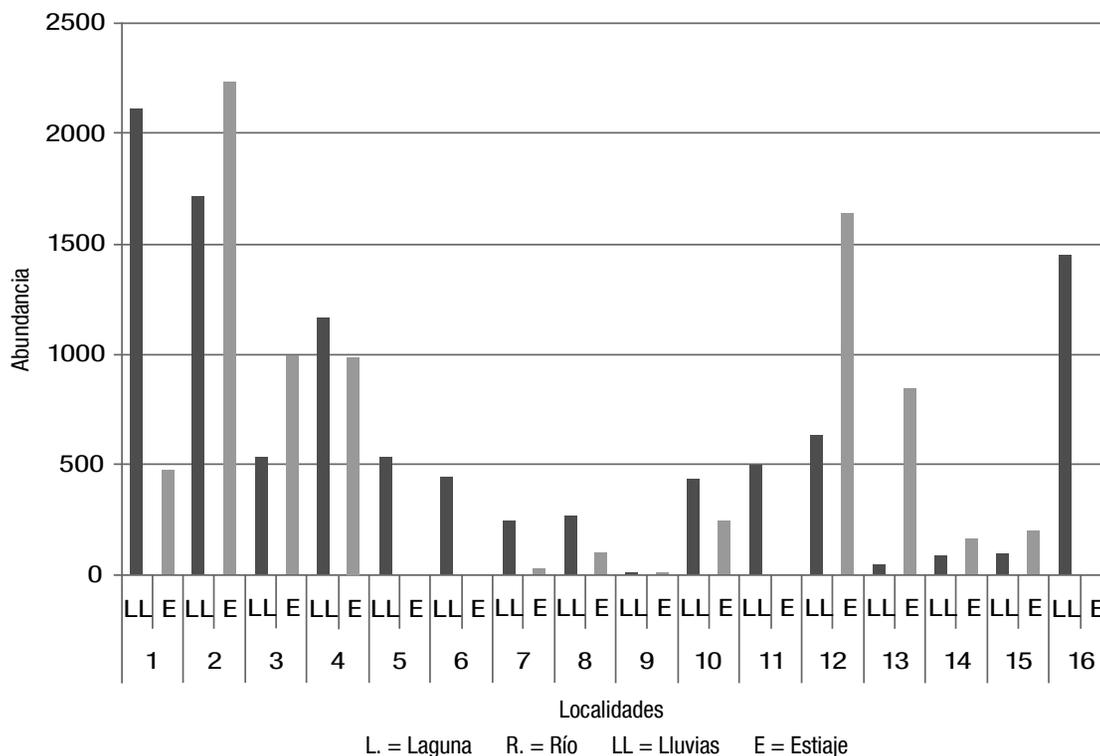


Figura 1. Abundancia por temporada en las Cuencas Hidrológicas Río Grijalva-Villahermosa y Río Tonalá y Laguna del Carmen-Machona. 1.- L. Mecoacán, 2.- L. Santa Anita, 3.- L. El Provecho, 4.- L. Pucté, 5.- L. Ismate-Chilapilla, 6.- L. Chilapa, 7.- L. Limón- Vernet, 8.- L. La Negrita, 9.- R. Cuxcuchapa-Buena Ventura, 10.- R. Cuxcuchapa-Mecoacán, 11.- L. La Ceiba, 12.- L. Las Flores, 13.- L. Tupilco-Pte. Ostión, 14.- L. La Redonda, 15.- R. Santana-Mecoacán, 16.- R. Santana-Santuario.

Tabla 3.- Riqueza específica y estimador de S_{Chao2} de moluscos acuáticos durante las temporadas de lluvias y estiaje en lagunas y ríos de las Cuencas Hidrológicas Río Grijalva - Villahermosa, Río Tonalá y Laguna del Carmen-Machona, Tabasco, México.

Localidad	LL2008		E2009		LL2008 + E2009		% de especies recolectadas
	S	S_{Chao2}	S	S_{Chao2}	S	S_{Chao2}	
L. Mecoacán	7	7	6	6	8	8	100
L. Santa Anita	6	6.5	5	5	7	7.5	93.3
L. El provecho	5	5	5	5.3	8	10.3	78.0
L. Pucté	11	24.5	10	10.5	11	11	100
L. Ismate - Chilapilla	9	11	0	0	9	11	81.8
L. Chilapa	8	9	0	0	8	8	100
L. Limón - Vernet	6	6	3	3.5	6	6	100
L. La Negrita	2	2	3	3	3	3	100
L. La Celba	5	8	0	0	5	5.5	90.9
L. Las Flores	4	4	4	4	6	6	100
L. Tupilco - Puente Ostión	6	6	4	4	6	6	100
L. La Redonda	3	3	3	3	5	5	100
R. Cuxcuchapa - Buena Ventura	3	5	1	1	3	3	100
R. Cuxcuchapa - Mecoacán	9	9	7	7	12	12	100
R. Santa - Mecoacán	8	3.5	5	5	6	8	75.0
R. Santa - Santuario	6	9	0	0	7	9	77.8

LL = Lluvias, E = Estiaje

Los ambientes más ricos en especies fueron los dulceacuícolas, seguidos por los salobres y los eurihalinos; la mayor proporción de especies se presentó en los gasterópodos, esto es debido a que en la mayoría de las especies de bivalvos (almejas) su hábitat natural es el bentónico y solo en algunas ocasiones se logran encontrar de forma temporal (etapas juveniles) sobre las raíces, además de que los gasterópodos epicontinentales han tenido una mayor radiación adaptativa en sistemas dulceacuícolas. Los registros sobre comunidades de moluscos asociados a lirio acuático lo confirman (Cedeño *et al.*, 2010; Quinceno & Palacio, 2008).

Todas las especies de moluscos dulceacuícolas, salobres y eurihalinas están registradas para el estado de Tabasco (Rangel-Ruiz & Gamboa-Aguilar, 2005; García-Cubas *et al.*, 1990; García-Cubas & Reguero, 1990). Las especies mejor distribuidas fueron los gasterópodos: *M. impluviata*, *P. coronatus*, *H. excentricus*, *M. polita*, y *P. flagellata*, todas dulceacuícolas, y sólo un bivalvo: *M. leucophaeata*, considerado como eurihalino. Tal distribución probablemente se debió a que el mayor número y distribución de localidades fueron ambientes dulceacuícolas y a la facilidad de dispersión que han tenido estos moluscos debido al arrastre del lirio acuático durante las grandes inundaciones que se han presentado en la historia del estado de Tabasco (Gama *et al.*, 2008).

De las 23 especies registradas en este trabajo, ninguna se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en ninguna a categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010).

En cuanto a la estimación de la riqueza, se observó una diferencia de una a cinco especies entre la riqueza específica observada y la estimada por S_{Chao2} . Por localidad, el estimador de S_{Chao2} presentó un porcentaje de eficiencia que varió del 75 al 100%, presentándose los valores más bajos en R. Santana-Mecoacán, R. Santana-Santuario y L. El Provecho, evidenciando que probablemente existen dos especies más en cada una de estas localidades que no se recolectaron, el porcentaje de especies que faltan por recolectar puede obtenerse cubriendo un área mayor de muestreo o incrementando el número de muestras.

La estimación de la riqueza de moluscos mediante S_{Chao2} reveló que a nivel regional, se recolectó un porcentaje muy alto de especies en este estudio, logrando en promedio el 91.68% de las especies existentes en las dos cuencas hidrológicas. El análisis por cuenca hidrológica mostró una diferencia del 5.75% a favor de la C.H. Río Grijalva-Villahermosa, por lo que será necesario incrementar el número de localidades para la C.H. Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona.

Los moluscos dulceacuícolas asociados a *E. crassipes* presentaron el doble de especies que los salobres asociados a *R. mangle*, siendo las lagunas Pucté e Ismate-Chilapilla las de mayor riqueza específica, así como la mayor abundancia en particular en las lagunas Santa Anita, Pucté y El Provecho, esta abundancia es atribuida principalmente al hidróbido *P. coronatus*. Este comportamiento se atribuye a varios factores ecológicos y de microhábitat favorables de *E. crassipes* como son: 1) su amplia distribución geográfica y estabilidad al hábitat debido a su adaptación (flotabilidad) a las fluctuaciones del nivel del agua entre los periodos de alta y baja inundación; 2) por ser la macrófita flotante con mayor biomasa en los cuerpos de agua dulceacuícolas estudiados y en general para los del estado de Tabasco; 3) a su capacidad de retención de sedimentos y materia orgánica particulada en sus raíces, lo que permite crear un microhábitat favorable para el establecimiento de co-

munidades de microorganismos que conforman el perifiton (bacterias, algas, hongos y protozoarios), que sirven como recursos alimenticios para la comunidad de macroinvertebrados en general y para los moluscos en particular (Petts & Callow, 1996; Poi de Neiff, 2003; Poi de Neiff & Neiff, 2006); 4) a la protección y refugio que ofrecen sus raíces contra depredadores como peces y crustáceos; 5) al sustrato de fijación de sus raíces para bivalvos pequeños como *M. partumeium* y *M. transversum*.

Al parecer es una generalidad que las especies de lirio acuático *E. crassipes* y *E. azurea*, resultan tener el mejor sustrato para las comunidades de moluscos entre otras especies de plantas acuáticas. Poi de Neiff y Neiff (2006) en un estudio sobre la riqueza y similitud de macroinvertebrados que viven asociados a siete especies de plantas acuáticas en la planicie de inundación del Río Paraná en Argentina, encontraron el siguiente rango de riqueza: *E. azurea* (Sw.) Kunth > *E. crassipes* (Mart.) Solms > *Paspalum repens* P. J. Bergius > *Pistia stratiotes* Linnaeus > *Salvinia biloba* Raddi > *Azolla caroliniana* Willd > *Lemna* sp. La riqueza de estos cuerpos de agua es atribuida principalmente a los moluscos gasterópodos, ésto debido a que el sistema radicular de *E. crassipes* y las raíces de *R. mangle*, son nichos ecológicos que proporcionan un sustrato además de un lugar de refugio y son sitios de desove en los periodos de reproducción de estos organismos (Quiros *et al.*, 2010).

La abundancia de las especies de moluscos asociados a *E. crassipes* en la C.H. Río Grijalva-Villahermosa en orden decreciente fue: *P. coronatus* > *M. impluviata* > *M. polita* > *P. flagellata* > *M. leucophaeata* > *P. duryi* > *L. tenuipes* > *H. excentricus* > *M. transversum* > *A. theiocrenetus* > *N. reclivata* > *M. tuberculata* > *B. impressa* > *T. granifera* > *A. clenchi* > *N. virginea* > *M. partumeium*, y en la C.H. Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona: *P. coronatus* > *L. tenuipes* > *H. excentricus* > *M. impluviata* > *P. duryi* > *M. leucophaeata*. De lo anterior se desprender que las especies dominantes y por lo tanto las más importantes en su comunidad por su abundancia en los sistemas dulceacuícolas de las dos cuencas son: *P. coronatus*, *M. impluviata*, *L. tenuipes*, *M. polita* y *P. flagellata flagellata*.

Destaca que para los moluscos asociados a las raíces de *R. mangle* en la C.H. Río Grijalva-Villahermosa la abundancia de las especies en orden decreciente fue: *B. exustus* > *L. angulifera* > *N. virginea* > *N. reclivata* > *M. leucophaeata* > *C. rhizophorae* > *C. virginica* > *L. tenuipe*, y en la C.H. Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona: *M. leucophaeata* > *B. exustus* > *L. angulifera* > *M. transversum* > *N. virginea* > *C. rhizophorae* > *N. reclivata* > *C. pliculosa pliculosa* > *L. tenuipes* > *N. vibex*, y por lo cual las especies más importantes por su abundancia en los sistemas salobres y asociados a *R. mangle* fueron: *M. leucophaeata*, *B. exustus*, *L. angulifera*, *N. virginea* y *M. transversum*.

De acuerdo al tipo de ecosistema (lénticos o lóuticos), la mayor distribución de moluscos, se presentó en las lagunas dulceacuícolas por ser cuerpos de agua en donde existe una gran disponibilidad de vegetación acuática (Perera *et al.*, 1995), y con menor distribución los encontramos en los ríos salobres, con menor disponibilidad de vegetación en sus márgenes. En general en los sistemas loticos, debido a que son sistemas muy dinámicos, existe poca disponibilidad de vegetación y la fauna de moluscos asociados a la vegetación libre flotadora es considerada como fauna de paso que es arrastrada por la corriente (Rangel-Ruiz & Gamboa-Aguilar, 2005).

La mayor riqueza y abundancia de moluscos asociados tanto a *E. crassipes* como a *R. mangle* presentaron sus mayores abundancias durante la temporada de lluvias; En particular el incremento de *P. coronatus* se debió a la oferta alimenticia que ofrecen las raíces del lirio acuático durante el periodo de mayor precipitación, este fenómeno también fue observado en la Ciénega de Purísima en Colombia, y su presencia, junto con otras especies de moluscos, significa que las aguas donde se desarrollan poseen una alta concentración de carbonato de calcio, indicando de esta forma altas concentraciones de alcalinidad y dureza (Quirós, 2010).

De las especies dulceacuícolas por ser especies exóticas al estado de Tabasco, destacan *M. tuberculata* (Contreras-Arquieta *et al.*, 1995; Rangel-Ruiz & Gamboa-Aguilar, 2001; Cruz-Ascencio *et al.*, 2003; Albarran-Melze, 2009) y *T. granifera* (Rangel-Ruiz *et al.*, 2011), estas dos especies presentan las mismas estrategias reproductivas, como son un alto potencial biótico por ser especies ovovivíparas y partenogénicas, con desarrollo rápido y madurez precoz, por lo que las hace altamente competitivas contra otras especies de gasterópodos provocando el desplazamiento de sus poblaciones (Pointier *et al.*, 1994). Por su importancia alimenticia destaca *P. flagellata flagellata* mejor conocido en Tabasco como "Tote", esta especie es consumida en algunas comunidades de los estados de Veracruz, Tabasco y Chiapas (Rangel-Ruiz *et al.*, 2003).

Entre las especies salobres y registradas para la Laguna de Meacoacán se colectó a *C. virginica* (ostión de placer), que aunque su hábitat natural no es el de vivir sobre las raíces de mangle, sino formando grandes bancos en el fondo de las lagunas, esta especie es trascendental por su importancia alimenticia y pesquera, ya que es generadora de recursos y empleo para muchas personas, porque su captura es la mayor en las entidades con litoral en el Golfo de México y el Caribe, con un promedio de 14,711 toneladas en la década de 1990 al 2000 y una captura máxima de 24,823 toneladas en el 2000, que representó el 51.30% de la producción anual de este litoral (Sagarpa-Conapesca, 2000).

Entre las especies eurihalinas destaca *M. leucophaeata*, que es un bivalvo conocido como mejillón falso oscuro, endémico de la costa Atlántica de los Estados Unidos y Golfo de México, que puede adherirse a estructuras naturales o artificiales y que cuando se acumula en grandes cantidades se convierte en un problema, porque se adhiere a jaulas, barcos, cuerdas y en los sistemas de refrigeración industrial, causa oclusión de los conductos. Esta especie ha sido considerada como invasora en varias localidades de América del norte y Europa (Rajagopal *et al.*, 2002).

Desde el punto de vista espacial, la mayor riqueza específica total, así como la mayor abundancia se presentó en la C.H. Río Grijalva-Villahermosa y en particular en la Subc. R. Carrizal en las localidades L. Santa Anita, L. Pucté y L. El Provecho, por lo que se presenta como el área de mayor interés para el establecimiento de programas de conservación y monitoreo de comunidades acuáticas. El desarrollo de estos programas es de vital importancia para el estado de Tabasco, debido a la fragilidad de sus ecosistemas por sufrir una continua modificación ocasionada principalmente por actividades antropogénicas como: la conversión de la cobertura vegetal y la fragmentación de hábitats; la contaminación ocasionada por la agricultura, ganadería e industria petrolera; la construcción de infraestructura de comunicaciones; y por

último el vertido de aguas residuales por comunidades humanas asentadas a orillas de estos cuerpos de agua que vierten sin un tratamiento adecuado sus aguas (Zavala & Castillo, 2002; Zavala *et al.*, 2003; Salazar-Conde *et al.*, 2004; SEDESPA, 2006).

Nuestros resultados confirman las observaciones realizadas por las autoridades ambientales de México y por la comunidad científica internacional, quienes señalan que la región Hidrológica Grijalva-Usumacinta es considerada como una región prioritaria por su enorme biodiversidad, alta productividad, y por sus funciones ecológicas y servicios ambientales que presta (Aguilar *et al.*, 2010; Toledo, 2003). La utilización de las comunidades de macroinvertebrados y entre ellos las comunidades de moluscos como comunidades indicadoras ofrece ventajas respecto a otros componentes de la biota acuática. Entre estas ventajas destacan: su presencia en prácticamente todos los sistemas acuáticos, lo cual posibilita realizar estudios comparativos; su naturaleza sedentaria, lo que permite un análisis espacial de los efectos de las perturbaciones en el ambiente; los muestreos cuantitativos y el análisis de las muestras, que pueden ser realizados con equipos simples y de bajo costo, y la disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos (Rosenberg & Resh, 1993).

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por su apoyo técnico e infraestructura, al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por la beca otorgada a la tésista y a PEMEX (Petróleos Mexicanos) por haber financiado el proyecto SAR (Sistema Ambiental Regional), del cual forma parte esta publicación.

REFERENCIAS

- AGUILAR, V., M. KOLB, P. KOLEFF & T. URQUIZA. 2010. Las cuencas de México y su biodiversidad: una visión integral de las prioridades de conservación. In: Cotler, H. (Ed.). *Las cuencas hidrográficas de México*. pp. 138-141.
- ALBARRAN-MELZE, N. C., L. J. RANGEL-RUIZ & J. GAMBOA-AGUILAR. 2009. Distribución y abundancia de *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana. (nueva serie)* 25 (1): 93-104.
- ALLAN, J. D. 1995. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Chapman & Hall, Londres, Great Britain. 400 p.
- BARTRAM, J. & R. BALLANCE. 1996. *Water Quality Monitoring: A practical Guide to the Design of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. Chapman Hill. Londres. 383 p.
- CEDEÑO, J. M., JIMÉNEZ, L., PEREDA, T., ALLEN. 2010. Abundancia y riqueza de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Bocaripo, Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 58 (suppl.3): 213-226.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2009. *Manglares de México: Extensión y distribución*. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 p.

- CONTRERAS-ARQUIETA, A., G. GUAJARDO-MARTÍNEZ & S. CONTRERAS-BALDERAS. 1995. Redescrípción de caracol exógeno *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) y su distribución en México. *Publicaciones Biológicas – F.C.B./U.A.N.L.* México. 8 (1-2), pp. 1-16.
- CRUZ-ASCENCIO, M., R. FLORIDO, A. CONTRERAS & A. SÁNCHEZ. 2003. Registro del caracol exótico *Thiara (Melanoides) tuberculata* (MÜLLER, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Laboratorio de Hidrobiología. Revista Universidad y Ciencia* 19 (38): 101-103.
- GAMA L., C. VILLANUEVA, M. E. MACÍAS-VALADEZ, E. J. MOGUEL & B. BENÍTES. 2008. *Inundaciones y lluvias extremas en Tabasco*. Semana de Divulgación y Video Científico. pp. 160-166.
- GARCÍA, L. E. & D. J. PALMA. 1998. Asociación suelo-vegetación en tres zonas fisiográficas de Tabasco. In: Magaña, P. (Ed.). Libro de resúmenes del VII Congreso Latinoamericano de Botánica y XIV Congreso Mexicano de Botánica. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 68 p.
- GARCÍA-CUBAS, A. & M. REGUERO. 1990. Moluscos del sistema lagunar Tupilco-Ostión, Tabasco, México: Sistemática y Ecología. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 17 (2): 309-343.
- GARCÍA-CUBAS, A., F. ESCOBAR, L. V. GONZÁLEZ Y M. REGUERO. 1990. Moluscos de la laguna Mecoacán, Tabasco, México: Sistemática y Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 17 (1): 1- 30.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2000. Información Geográfica de Tabasco, México. Disponible en línea en: <http://www.inegi.org.mx/>. (Consultado en Febrero 2014.).
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological Methodology, 2nd ed.* Addison-Wesley Educational. 620 p.
- LAWS, A. E. 1981. *Aquatic Pollution*. Wiley Interscience Publication. E.U.A. 482 p.
- MAGURRAN, A. E. 2006. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts. 256 p.
- MARGALEF, R. 1983. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 p.
- MERRIT, R. W. & K. W. CUMMINS. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 2da. Edición. Kendall/hunt, Dubuque. 722 p.
- MORENO C., E. A. GUERRERO, M. C. GUTIÉRREZ, C. A. ORTÍZ & D. J. PALMA. 2002. Los manglares de Tabasco: una reserva natural de carbono. *Madera y Bosques* 1: 115-128.
- MUÑOZ, E., G. MENDOZA & C. VALDOVINOS. 2001. Evaluación rápida de la Biodiversidad en cinco sistemas lenticos de Chile Central: Macroinvertebrados Bentónicos. *Universidad de Concepción. Facultad de ciencias Naturales y Oceanográfica* 65 (2): 1-3.
- NARANJO, G. E. 2003. Moluscos continentales de México: Dulceacuícolas. *Revista de Biología Tropical* 51 (Suppl. 3): 495-505.
- NORRIS, R. H. & C. P. HAWKINS. 2000. Monitoring river health. *Hydrobiology* (435): 5-17.
- NOVELO, R. A. 2006. *Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Espacios Naturales y desarrollo Sustentable A. C. 260 p.
- PEREA, S. Z., I. C. BOCANEGRA & M. A. ALVAN. 2011. Evaluación de comunidades de macroinvertebrados asociados a tres especies de macrofitas acuáticas en la Laguna de Moronachocha, Iquitos. *Ciencia Amazónica* 1 (2): 96-103.
- PERERA, G., M. YONG., J. FERRER., A. GUTIÉRREZ & J. SANCHEZ. 1995. Ecological structure and factors regulating the population dynamics of the freshwater snail populations in Habanilla Lake, Cuba. *Malacological Review* (28): 63-69.
- PETTS, G. & P. CALOW. 1996. *River Biota, diversity and dynamics*. Blackwell, Oxford. 257 p.
- POI DE NEIFF, A. 2003. Macroinvertebrates living on *Eichhornia azurea* Kunth in the Paraguay River. *Acta de Limnología Brasileña* 15 (1): 55-63.
- POI DE NEIFF, A. S. G. & J. J. NEIFF. 2006. Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del Río Paraná (Argentina). *Interciencia* 31 (3): 220-225.
- POINTIER J. P., R. N. INCANI, C. BALZAN, P. CHROSCIECHOWSKI & S. PRYPCHAN. 1994. Invasion of the rivers of the Littoral Central Region of Venezuela by *Thiara granifera* and *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Prosobranchia: Thiaridae) and the absence of *Biomphalaria glabrata*, snail host of *Schistosoma mansoni*. *The Nautilus* 17 (4):124-128.
- PRAT, N. & J. V. WARD. 1994. The tamed river. In *Limnology now: a paradigm of planetary problems* (ed Margalef, R.). Elsevier Science. pp. 219-236.
- QUICENO P. & J. PALACIO. 2008. Aporte al conocimiento de los macroinvertebrados asociados a las raíces del mangle (*Rhizophora mangle*) en la ciénaga La Boquilla, municipio de San Onofre, sucre. *Gestión y Ambiente* 11 (3):67-78.
- QUIRÓS R. J. A., R. P. R. DUEÑAS & C. J. BALLESTEROS. 2010. Macroinvertebrados asociados a las raíces de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, en dos sectores del complejo cenagoso del bajo Sinú, Departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Asóc. Colombiana de Ciencias*. 22: 147-157.
- RAJAGOPAL, S., M. VAN DER GAAG, G. VAN DER VELDE & H.A. JENNER. 2002. Control of Brackish Water Fouling Mussel, *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad), with Sodium Hypochlorite. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 43:296-30.
- RANGEL RUIZ, L. J., J. GAMBOA AGUILAR, M. GARCÍA MORALES & O. M. ORTÍZ LEZAMA. 2011. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 27 (1): 103-114.
- RANGEL-RUIZ, L. J. & J. GAMBOA-AGUILAR. 2005. Moluscos gasterópodos. Cap. (7):167-176. En: Bueno, J., F. Álvarez, y S. Santiago. (Eds.) *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. 386p. Instituto de Biología. UNAM-CONABIO. 2005.
- RANGEL-RUIZ, L. J. & J. GAMBOA-AGUILAR. 2001. Diversidad Malacológica en la Región Maya. I. Parque Estatal de la Sierra”, Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 82: 1-12.

- RANGEL-RUIZ, L. J., J. GAMBOA-AGUILAR & R. U. MEDINA. 2003. *Pomacea flagellata* (Say, 1827) un gigante desconocido en México. *Kukulkab'* 9 (17): 5-9.
- RANGEL-RUIZ, L. J., J. GAMBOA-AGUILAR, M. G. MORALES & O. M. ORTÍZ-LEZAMA. 2011. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 27 (1): 103-114.
- RESH, V. H. & D. M. ROSENBERG. 1984. *The ecology of the aquatic insects*. 1ra. Ed. Praeger Publishers. New York, 625 p.
- ROSENBERG, D. M. & V. H. RESH. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York, New York, USA. 488 p.
- ROSENBERG, D. M., H. DANKS V. & D. LEHMKUHL M. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management* (10): 773-783
- SAGARPA-CONAPESCA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca). 2000. *Anuario estadístico de pesca 2000*. 268 p.
- SALAZAR-CONDE E., J. ZAVALA-CRUZ, O. CASTILLO-ACOSTA, R. CÁMARA-ARTIGAS. 2004. Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Investigaciones Geográficas* 54: 7-23.
- SEDESPA (Secretaría de Desarrollo Social y Protección al Ambiente). 2006. *Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco*. Gobierno de Tabasco, Villahermosa, Tabasco. 99 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Toledo, A. 2003. *Ríos, costas, mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México*, SEMARNAT-INE, Colegio de México. 114 p.
- WETZEL, R. G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems*. Academic Press, Third Edition. San Diego. California.
- WRIGTH, J. F., D. SUTCLIFFE W. & M. FURSE T. 2000. Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. *Fresh Biological Association, Ambleside* (21): 54-59.
- ZAVALA, C. J. & O. A. CASTILLO. 2002. Cambios de uso de la tierra en el estado de Tabasco. In: Palma-López, D. J. & S. Triano (Eds.), *Plan de uso sustentable de los suelos del Estado de Tabasco*, vol. II, ISPRO-TAB, Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados, Villahermosa, Tabasco. pp. 38-56.
- ZAVALA, C. J., R. RAMOS R., O. CASTILLO A. & A. I. ORTIZ C. 2003. Cambio de usos del suelo. In: Zavala, C. J., C. Gutiérrez & D. J. Palma-López (Eds.). *Impacto ambiental en las tierras del campo petrolero Samaria*. Tabasco. Campus Tabasco-Colegio de Postgraduados-CONACYT-CCYTET, Villahermosa, Tabasco, pp. 33-52.

Recibido: 24 de octubre de 2014.

Aceptado: 29 de abril de 2015.