

Distribución y densidad de moluscos invasores de la familia Thiaridae en diferentes ambientes dulceacuícolas de Tabasco, México

Distribution and density of invasive mollusks of the Thiaridae family in freshwater environments of Tabasco, Mexico

Cinthia Trinidad-Ocaña, José F. Miranda-Vidal, Juan Juárez-Flores y Everardo Barba-Macías

Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad. Manejo Sustentable de Cuencas y Zonas Costeras.
El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Villahermosa. Km 15.5 Carretera a Reforma s/n, R/a Guineo Segunda Secc.
Villahermosa Centro, Tabasco, 86280. México
email: ebarba@ecosur.mx

Recibido: 19 de mayo de 2015.

Aceptado: 02 de julio de 2016.

Trinidad-Ocaña C., J. F. Miranda-Vidal, J. Juárez-Flores y E. Barba-Macías. 2016. Distribución y densidad de moluscos invasores de la familia Thiaridae en diferentes ambientes dulceacuícolas de Tabasco, México. *Hidrobiológica* 26 (3): 59-68. DOI: 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2017v27n1/Barba

RESUMEN

Antecedentes. *Melanooides tuberculata* y *Tarebia granifera* son especies invasoras que se caracterizan por colonizar y establecerse fácilmente en nuevas áreas, además de desplazar a las especies nativas. **Objetivos.** Determinar la distribución y densidad de las especies invasoras de Thiaridos en ambientes dulceacuícolas (arroyos, ríos y lagunas) de Tabasco, México. **Métodos.** Se realizó el registro de variables físico-químicas de la columna de agua y sedimento y recolecta de organismos en 40 localidades durante los años 2011 y 2012, utilizando un nucleador, draga Petite Ponar y una red de arrastre tipo D. **Resultados.** Las lagunas presentaron los máximos valores de pH (8.8), oxígeno disuelto (9.6 mg/l), temperatura (33.9 °C), conductividad (664 mS cm⁻¹) y materia orgánica (9.6%). En los ríos se registraron los máximos valores de coliformes fecales (790,000 UFC) y coliformes totales (781,000 UFC). Un total de 4,689 individuos de *M. tuberculata* y 20,408 individuos de *T. granifera* fueron capturados, la distribución de la densidad por ambientes determinó que el 84% de *M. tuberculata* se registró en las lagunas, seguido de los ríos y arroyos con 10 y 6% respectivamente, mientras que *T. granifera* dominó en los ríos con un 50% de la densidad seguido de las lagunas con 43 y 7% en arroyos. **Conclusiones.** Se corrobora la presencia de estas especies invasoras que presentan una amplia distribución en los ambientes dulceacuícolas del estado de Tabasco, mostrando una preferencia por ambientes lagunares y ribereños. Hasta el momento se desconoce el posible impacto que estas especies ocasionan en estos ambientes.

Palabras clave: Gasterópodos, invasores, lóticos, registros, sureste de México.

ABSTRACT

Background. *Melanooides tuberculata* and *Tarebia granifera* invasive species are characterized by easily colonize and settle in new areas; in addition to displace native species. **Goals.** To determine the distribution and density of invasive Thiarid species in freshwater environments (streams, rivers and lakes) of Tabasco. **Methods.** Samples were taken at 40 locations during 2011 and 2012 through several macroinvertebrate methods: corer, Petite Ponar dredge and a pushnet, physicochemical variables were also recorded in water and sediment. **Results.** Physicochemical water parameters registered maximum values of pH (8.8), OD (9.6 mg/l), temperature (33.9 °C), Conductivity (664 mS cm⁻¹) and organic matter (9.6%) in lakes, and fecal coliform (790,000 UFC) and total coliforms (781,000 UFC) in rivers. A total of 4,689 individuals of *M. tuberculata* and *T. granifera* 20,408 individuals were captured, density distribution of *M. tuberculata* results in 84% in lagoons, 10% in rivers and 6% in streams, while *T. granifera* was registered with 50% in rivers, 43% in lagoons and 7% in streams. **Conclusions.** Presence of these invasive species is confirmed with a wide distribution in most of the freshwater environments of Tabasco State, with preference for lagoon and river environments, the impact of these invasive species in the environment is still unknown.

Key words: Gastropods, invasive, lotic, register, southern of Mexico.

INTRODUCCIÓN

Las especies invasoras son aquellos organismos transportados por medios naturales o actividades humanas, que llegan a establecerse fuera de su área de distribución natural. El impacto de estas especies sobre los ecosistemas radica en el desplazamiento de las especies nativas de flora y fauna por competencia directa, depredación, transmisión de enfermedades, modificaciones del hábitat, alteración de la estructura de los niveles tróficos y sus condiciones biofísicas (CONABIO, 2006).

Los ambientes acuáticos han demostrado ser extremadamente sensibles; aproximadamente el 40% de las extinciones de especies en estos ambientes han sido relacionadas con la depredación, el parasitismo o la competencia de especies invasoras (Pimentel *et al.*, 2001). Se estima que la tasa de extinción en los ambientes acuáticos, particularmente en los dulceacuícolas, es cinco veces mayor que en los ambientes terrestres (Ricciardi & Rasmussen, 1999).

Actualmente en México se han registrado tres especies de moluscos dulceacuícolas introducidos e invasores que provienen del oriente, estas son: *Melanoides tuberculata* Müller, 1774, *Tarebia granifera* Lamarck, 1822 y *Corbicula fluminea* Müller, 1774 (Naranjo-García & Olivera-Carrasco, 2014).

De estas especies *M. tuberculata* y *T. granifera* poseen características que definen su potencial como especies invasoras y la competencia entre ellas se relaciona con: 1) partenogénesis; 2) viviparidad; 3) alta tasa reproductiva; 4) capacidad de dispersión amplia en cursos de agua; 5) adaptación a hábitats modificados por el hombre y 6) alta tasa de longevidad (Pointier & McCullough, 1989; Lodge, 1993; Facon *et al.*, 2003; Mainka & Howard, 2010).

Los primeros registros de estas especies provienen del estado de Veracruz, México, donde *M. tuberculata* fue reportada por Abbott (1973) en una localidad cercana al puerto de Veracruz, y *T. granifera* en el lago de Catemaco (Naranjo-García *et al.*, 2005), y más recientemente en los ríos Tuxpan y Tecolutla (Tapia-Vega & Oliveros-Jiménez, 2008; López-López *et al.*, 2009).

En Tabasco los primeros registros corresponden al río Grijalva, cerca de la ciudad de Villahermosa, en el "Parque Estatal la Sierra" y en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (Contreras-Arquieta, 1995; Rangel-Ruiz *et al.*, 2001; Cruz-Ascencio *et al.*, 2003; Albarrán-Melze, 2009). *M. tuberculata* y *T. granifera* se reportaron en ambientes lacustres de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (Cruz-Ascencio *et al.*, 2003; Rangel-Ruiz *et al.*, 2011). Debido a la alarmante expansión y abundancia de estas especies en el sureste mexicano, este estudio tiene como objetivo principal contribuir con información sobre la distribución y densidad de las especies invasoras *M. tuberculata* y *T. granifera* en ambientes dulceacuícolas del estado de Tabasco, con lo cual se ampliarán los registros y sus abundancias, con la finalidad de conformar la línea base para comenzar a evaluar el impacto de estas especies sobre la comunidad de moluscos nativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estado de Tabasco se localiza en el sureste de México, con una superficie de 24,661 km², representa el 1.3% del territorio nacional, se divide en cinco subregiones: Chontalpa, Ríos, Sierra, Centro y Pantanos. Predominan los climas cálido-húmedo con lluvias

todo el año, cálido-húmedo con abundantes lluvias de monzón y cálido-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 26 °C y máxima de 42 °C (SEDESPA, 2006).

Se realizaron muestreos puntuales en 40 localidades pertenecientes a arroyos, ríos y lagunas epicontinentales de Tabasco durante los años 2011 (meses de abril a julio) y 2012 (meses de junio y julio) (Fig. 1).

Evaluación de parámetros fisicoquímicos. En cada localidad se registraron los datos correspondientes a las variables físico-químicas del agua como: pH, temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l) y conductividad (mS/cm), mediante una sonda multiparamétrica de la marca HANNA, modelo HI-9828 y las muestras de sedimento se tomaron con una draga Petite Ponar. La materia orgánica se cuantificó mediante el método propuesto por Walkley y Black (Sparks *et al.*, 1996), la textura mediante el hidrómetro de Bouyoucos (Klute, 1986).

Análisis microbiológico. Este análisis se llevó a cabo diluyendo las muestras (10⁻¹ a 10⁻³) mediante la técnica de filtración a través de membrana (APHA *et al.*, 2005), utilizando filtros de membrana Millipore de 0.45 µm de poro y cuadrículados. Los filtros se colocaron en cajas de Petri con los medios de cultivo específicos para los grupos bacterianos: medio M-FC para los coliformes fecales. La temperatura de incubación para los grupos microbianos fue de 44.5 °C. El tiempo de incubación fue de 24 h. Al término de la incubación se contaron las unidades formadoras de colonias (UFC). Cabe señalar que cada muestra se inoculó por duplicado, con los controles respectivos.

Recolecta de organismos. La recolecta de organismos se realizó mediante diversas artes de colecta, se realizaron tres réplicas para cada arte por localidad: nucleador (0.003 m²), draga Petite Ponar (0.024 m²) y una red de arrastre tipo D (0.87 m²) con luz de malla de 500 micras. Los organismos recolectados se fijaron y se preservaron en alcohol al 96% para su posterior procesamiento. En laboratorio se realizó la separación de los organismos por medio de un tamiz de 500 micras de luz de malla. La identificación se realizó mediante claves taxonómicas propuestas por Thompson (1957), Hershler & Thompson (2004) y Thompson (2004).

Análisis de datos: La abundancia de los organismos fue estandarizada a densidad (número de individuos/ área de colecta), con el fin de poder comparar el número de organismos recolectados entre las diversas artes. Las localidades de recolecta fueron agrupadas mediante un análisis de componentes principales (ACP) para conocer la correlación existente entre las variables ambientales (McGarigal *et al.*, 2000). La matriz ambiental fue previamente estandarizada con la transformación de los datos ambientales (físicoquímicos de agua y sedimento y bacterias a log (x+1)). El análisis multivariado se realizó mediante el programa MVSP versión 3.1.

RESULTADOS

Caracterización ambiental. Los parámetros fisicoquímicos registrados en las localidades estudiadas, fueron: temperaturas de 22 °C a 33 °C, pH de 6 a 9 y concentraciones de oxígeno disuelto (OD) de 4.0 a 9.6 mg/l, con excepción de las localidades Arroyo Adolfo López y Arroyo Seco, donde el OD fue menor (2.1 - 3.7 mg/l). En cuanto a la textura del sedimento predominaron las arenas (56.9% a 97.4%). La materia orgánica (MO) fluctuó entre 0.3 y 13.4%. Las mayores concentraciones de MO correspondieron a los ambientes lagunares.

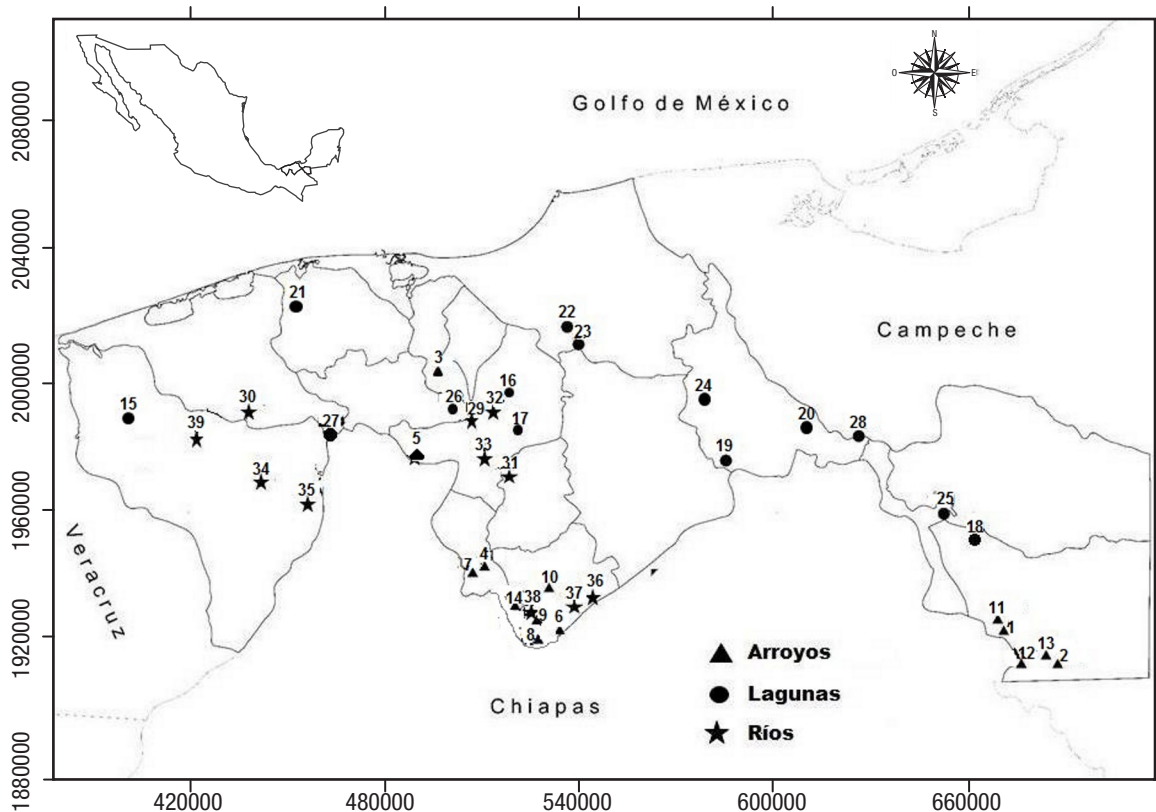


Figura 1. Localidades de muestreo en ambientes dulceacuícolas en el estado de Tabasco. Para conocer los nombres de las localidades, ver tabla 1 y tablas 3 y 4.

Resultados bacteriológicos. Las bacterias coliformes fecales y totales registraron su mayor densidad en arroyos y ríos de la región estudiada, y la menor en las lagunas (Tabla 1).

Agrupación de localidades. Las 40 localidades fueron agrupadas por el tipo de ambiente en: 14 arroyos, 12 ríos y 14 lagunas epicontinentales.

La ordenación de las localidades mediante el ACP determinó que los dos primeros componentes explicaron el 47.92% de la variación total; el primer componente con 25.21% de la variación agrupó a las localidades de Arroyos y Ríos las cuales estuvieron relacionadas negativamente, las principales variables que determinaron la ordenación de las localidades fueron la arcilla, la conductividad, la materia orgánica, los coliformes totales y el oxígeno disuelto, mientras que para el segundo componente, que representó el 22.72%, en este se agruparon las localidades de las lagunas (Tabla 2, Fig. 2).

Registros y abundancia de especies invasoras. *M. tuberculata* se registró en 31 localidades de las cuales 15 corresponden a arroyos, 10 a ríos y a seis lagunas. Mientras que *T. granifera* se registró en 17 localidades correspondientes, dos a arroyos, ocho a ríos y siete a lagunas (Fig. 3)

Se registraron un total de 4,698 individuos de *M. tuberculata* y 20,408 de *T. granifera*. El máximo valor de abundancia de *M. tuberculata*

se presentó en las lagunas con 3,820 individuos; mientras que para *T. granifera* fue en los ríos con 10,781 individuos, los mínimos registros se presentaron en ambientes de arroyos para ambas especies 327 *M. tuberculata* y 514 *T. granifera* (Fig. 4).

En cuanto a la densidad registrada espacialmente el mayor dato se presentó en arroyos para *M. tuberculata* en las localidades: Arroyo Seco (1,901.90 ind/m²), seguido de Arroyo Dos Ceibas (805.55 ind/m²) y Arroyo Tutuliha (723.94 ind/m²) y los mínimos en Arroyo Zunu y Pastatal (3.10 ind/m²), Arroyo Santo Tomas (3.83 ind/m²). *T. granifera* fue recolectado en solo dos localidades de arroyos, con máximo valor en Arroyo Dos Ceibas (7,125 ind/m²) y mínimo en Arroyo Seco (13.33 ind/m²) (Tabla 3). En el ambiente lagunar, el valor máximo de *M. tuberculata* se presentó en Laguna el Camarón (44,027.44 ind/m²) y el mínimo en Laguna Las Pozas (0.03 ind/m²). Para *T. granifera* los máximos valores fueron en Laguna el Camarón (41,013.44 ind/m²) y mínimo en Laguna El Pitaya (158.61 ind/m²) (Tabla 4).

Para los ríos la mayor densidad de *M. tuberculata* se presentó en el Río Tacubaya (4,733.47 ind/m²) y el mínimo en el Río Puxcatán (0.38 ind/m²). Mientras que para *T. granifera* se registraron los valores máximos en Río Carrizal (15,729.67 ind/m²) seguido de Río Grijalva-Casa Blanca (8,638.88 ind/m²) y Río Zamapa (7,130.01 ind/m²), estos ríos se encuentra en el centro de la ciudad de Villahermosa, Tabasco y el mínimo valor en Río de la Sierra Santa Maria (166.687 ind/m²) (Tabla 4).

Tabla 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos del agua, sedimento y bacterias por localidad de ambientes dulceacuícolas del estado de Tabasco, México.

No. Localidad	Agua				Sedimento				Bacterias		
	pH	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Conductividad (mS cm ⁻¹)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Materia orgánica (%)	Fósforo (mg/l)	Coliformes fecales (UFC)	Coliformes totales (UFC)
1 Arroyo Adolfo López	7.8	26.4	3.7	540	11.4	28.2	60.4	5.6	15.9	137666.7	83.3
2 Arroyo Bejucal	8.2	26.9	5	517	32.8	3.8	65	1.3	3.7	170308.3	83.3
3 Arroyo Dos Ceibas	7.8	29.3	4	0.4	23.6	54.8	21.6	3.1	-	89533.3	4333.3
4 Arroyo Eureka y Belén	7.9	24.2	7.4	0.2	-	-	-	-	-	205000	419000
5 Arroyo La Raya	8	26.3	9.2	-	0.3	11	65.1	2	-	203333.3	160133.3
6 Arroyo Los Mogotes	7.2	22.2	4.5	0.3	1	7.3	91.6	2.3	-	67000	3500
7 Arroyo Méxicquito	7.9	26.7	5.9	417.5	15.8	16	68.2	0.6	6.7	9916.7	366.7
8 Arroyo Noypac	8.2	25.9	4.9	264	14.3	11.4	74.3	1.5	44.5	6266.7	183.3
9 Arroyo San Agustín	7.9	27	6.3	0.3	-	-	-	-	-	60000	22000
10 Arroyo San José	8.1	28.2	5.2	332.5	19	6.4	74.7	1.8	7.6	22816.7	283.3
11 Arroyo Santo Tomas	7.9	24.7	4.1	522	-	-	-	-	-	32066.7	8.3
12 Arroyo Seco	8.1	26.2	2.1	383	11.8	1.7	86.7	1.7	5.3	30175	375
13 Arroyo Tutulilha	8.1	26.1	5.2	622	28.9	21.8	49.3	3	10.9	6566.7	1441.7
14 Arroyo Zunu y Patastal	8.4	26.3	5.4	290.5	43.4	12.2	46.2	13.4	168.5	13600	1366.7
15 Laguna El Rosario	7.6	32.4	4.7	115.5	6.8	4.4	89.3	1.8	4.3	32700	0
16 Laguna Colosio	8.3	30	8.2	0.4	1.4	10.5	88.2	7.7	-	17666.7	0
17 Laguna El Camarón	8	29.5	6.3	0.9	1.9	10.6	76.8	2.9	-	104000	30000
18 Laguna El Guanal	-	33.9	8.3	564	-	-	-	-	-	-	-
19 Laguna El Maíz	6.6	30.9	8	1.7	0.5	20.1	56.9	2.5	-	1266.7	550000
20 Laguna El Pitaya	9.5	23.5	8.2	0.2	58.2	28.7	1.1	-	314000	19600	-
21 Laguna El Retorno	7.9	29.9	6.3	67.3	0	25.4	72.4	1.9	-	0	133.3
22 Laguna El Viento	8.2	31.4	9.6	4.4	1.5	63.8	33.1	1.1	-	61600	266000
23 Laguna La Tronconada	8.1	31.52	8.04	664	-	-	-	-	-	-	-
24 Laguna Las Pozas	8.6	32.3	7.6	0.2	0.5	42.3	0.9	-	1000	130000	-

Tabla 1 (continuación).

No. Localidad	Agua				Sedimento					Bacterias		
	pH	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Conductividad (mS cm ⁻¹)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Materia orgánica (%)	Fósforo (mg/l)	Coliformes fecales (UFC)	Coliformes totales (UFC)	
25 Laguna Leona Vicario	7.2	29.7	9.4	95.3	0.1	0.1	2.1	96.6	0.8	-	-	
26 Laguna Loma de Caballo	8.4	22.5	6.6	0.8	1.8	12.1	86.1	9.1	-	88333.3	0	
27 Laguna Nueva Zelanda	7.5	28.2	4.7	0.4	0	0.8	83	1.1	-	121466.7	178500	
28 Laguna Playa Larga	7.9	31.2	8.3	66.5	0.5	14.3	81.9	4.2	-	3050	78500	
29 Río Carrizal	8.8	30	8.2	0.7	1.7	9.4	88.8	1.5	-	790000	121333.3	
30 Río Claro	7.8	29.2	6.4	0.6	0	0.3	5.9	0.3	-	33.3	-	
31 Río Comuapa	7.5	28.2	5.5	0.4	15.5	60	24.6	2.2	-	7100	15966.7	
32 Río de la Sierra	7.3	24.6	8.8	0.3	19.3	47.1	33.6	1	-	9700	28500	
33 Río Grijalva Casa Blanca	8.5	25.1	7.9	0.3	3.1	19.1	77.9	0.9	-	420000	96000	
34 Río Grijalva Náutica	8	24	7.3	0.3	0.5	2.1	97.4	1	-	86000	24000	
35 Río Mezcalapa	7.1	26.1	9.4	0.4	0	14.3	83.1	0.6	-	11000	224000	
36 Río Paredón	6.8	26.6	5.3	0.4	15	67.3	17.8	1.4	-	533.3	82500	
37 Río Pomoca	7.5	25.6	8.6	0.3	23.6	44.3	32.1	1.8	-	96133.3	49366.7	
38 Río Puxcatán	7.7	24.4	8.3	0.3	17.7	34.1	48.2	1.4	-	245666.7	781000	
39 Río Tacubaya	8.1	27	4.2	276.5	11.8	9.2	81	1.2	5.5	7850	316.7	
40 Río Zamapa	7.2	32.8	4.4	157	41.6	26.8	31.6	3.5	32.6	2791.7	0	

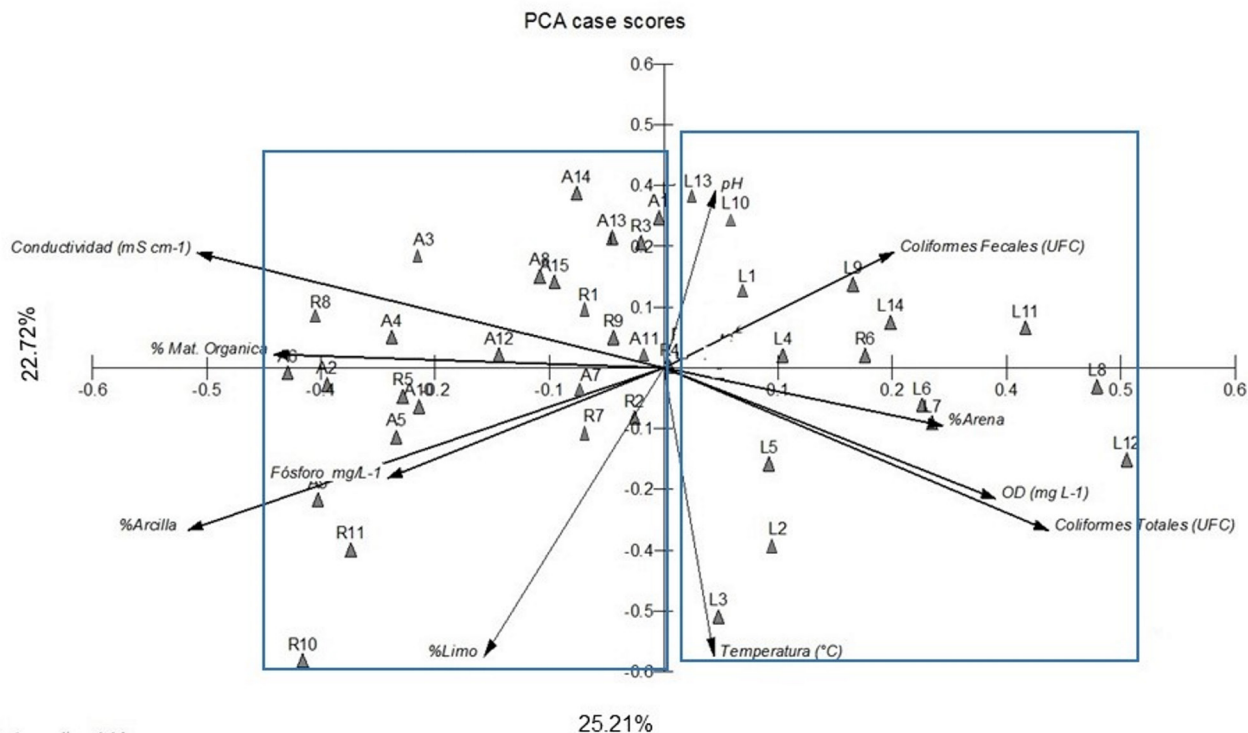


Figura 2. ACP de las localidades de colecta basada en las variables ambientales.

Tabla 2. Matriz factorial ambiental del ACP para los dos primeros componentes.

Parámetros fisicoquímicos	Eje 1	Eje 2
pH	0.05	0.319
T (°C)	0.048	-0.518
OD (mg/l)	0.317	-0.235
Conductividad (mS/cm)	-0.445	0.206
MO (%)	-0.372	0.024
Arcilla (%)	-0.454	-0.291
Limo (%)	-0.171	-0.519
Arena (%)	0.266	-0.104
P (mg/l)	-0.264	-0.198
Coliformes fecales (UFC)	0.219	0.207
Coliformes totales (UFC)	0.367	-0.292

T = temperatura, OD = oxígeno disuelto, Conduct. = conductividad, MO = materia orgánica, P = fósforo. Los valores en negritas representan las variables que determinaron el ordenamiento de los dos primeros componentes.

De acuerdo con las densidades totales obtenidas por tipo de ambiente, se observó a *M. tuberculata* con 58,427.41 ind/m² en lagunas epicontinentales y representó el 84% de la densidad total, mientras que

los ríos y arroyos estuvieron representados con 10 y 6% de la densidad total registrada (Fig. 5). *T. granifera* representó el 50% de la densidad con 50,474.55 ind/m² en lagunas epicontinentales, seguido de los ríos que representaron un 43% con 43,823.44 ind/m² y arroyos con 7,138.33 ind/m² que representaron el siete por ciento del total (Fig. 6).

DISCUSIÓN

Las localidades de muestreo presentaron de manera general, temperaturas mayores a 22°C, lo cual es característico de ambientes tropicales (De la Lanza & Lozano, 1999); mientras que los valores de pH tienden a ser mayores a siete, lo cual sugiere que se trata de aguas básicas, con excepción de la laguna el Maíz la cual presentó un pH ligeramente ácido (De la Lanza, 1998).

Las localidades en general presentaron buenas condiciones de oxígeno, con excepción de Arroyo Adolfo López Mateos y Arroyo Seco, las cuales presentaron valores por debajo del mínimo requerido para la protección de la vida acuática (DOF, 2015). Krebs (1985) menciona que el oxígeno restringe la distribución local de algunos organismos en los sistemas dulceacuícolas; sin embargo, cuando se trata de especies invasoras como *M. tuberculata* y *T. granifera*, éstas cuentan con un amplio intervalo de 2.1 a 9.4 mg/l; sin embargo, su densidad aumenta en zonas con buena concentración de oxígeno disuelto (López-López, 2009), esto coincide con el rango de tolerancia reportado para la especie *M. tuberculata* por Dudgeon (1986).

Por otro lado, los valores de coliformes fecales registrados fueron altos y presentaron una distribución amplia en los humedales analiza-

dos, lo cual evidencia un grave problema de contaminación fecal en la zonas estudiadas, esto se atribuye al aporte de aguas residuales de fuentes puntuales y difusas principalmente a excretas humanas de las localidades. Los niveles determinados superan los Límites Máximos Permisibles lo cual representa un riesgo potencial para la vida acuática y la salud humana que altera la calidad de los sistemas (DOF, 2015).

Las especies invasoras se registraron en los tres tipos de ambientes estudiados, presentando las mayores abundancias en los ríos con el 58%, seguido de lagunas con el 35%, estas localidades se encuentran cercanas a centros urbanos y/o modificaciones en las márgenes de ríos principalmente, debido a obras hidráulicas contra inundación efectuadas en los márgenes de los ríos, lo cual incrementa la presencia de sustratos duros y así mismo favoreciendo la invasión de estas especies (Juana *et al.*, 2010).

En cuanto a la abundancia total, *M. tuberculata* dominó con 66% en arroyos y *T. granifera* en lagunas y ríos con 74% y 81% respectivamente, con lo cual podemos llegar a concluir que esta especie es la mejor competidora de las dos; sin embargo a pesar de que comparten las mismas estrategias reproductivas, con un alto potencial biótico por ser especies ovovivíparas y partenogenéticas, con un desarrollo rápido y una madurez precoz (Perera, 1990).

Las abundancias máximas de *M. tuberculata* se presentaron en lagunas con 3,820 individuos, lo cual coincide con estudios realiza-

Tabla 3. Densidad espacial (ind/m²) de moluscos en arroyos de Tabasco, México.

Clave	Localidades	<i>M. tuberculata</i> (ind/m ²)	<i>T. granifera</i> (ind/m ²)
1	Arroyo Adolfo López	48.31	
2	Arroyo Bejucal	101.01	
3	Arroyo Dos Ceibas	805.55	7,125.00
4	Arroyo Eureka y Belén	4.98	
5	Arroyo La Raya	5.75	
6	Arroyo Los Mogotes	13.35	
7	Arroyo Mexiquito	4.6	
8	Arroyo Noypac	15.33	
9	Arroyo San Agustín	9.57	
10	Arroyo San José	200.2	
11	Arroyo Santo Tomas	3.83	
12	Arroyo Seco	1,901.90	13.33
13	Arroyo Tutuliha	723.94	
14	Arroyo Zunu y Patastal	3.1	

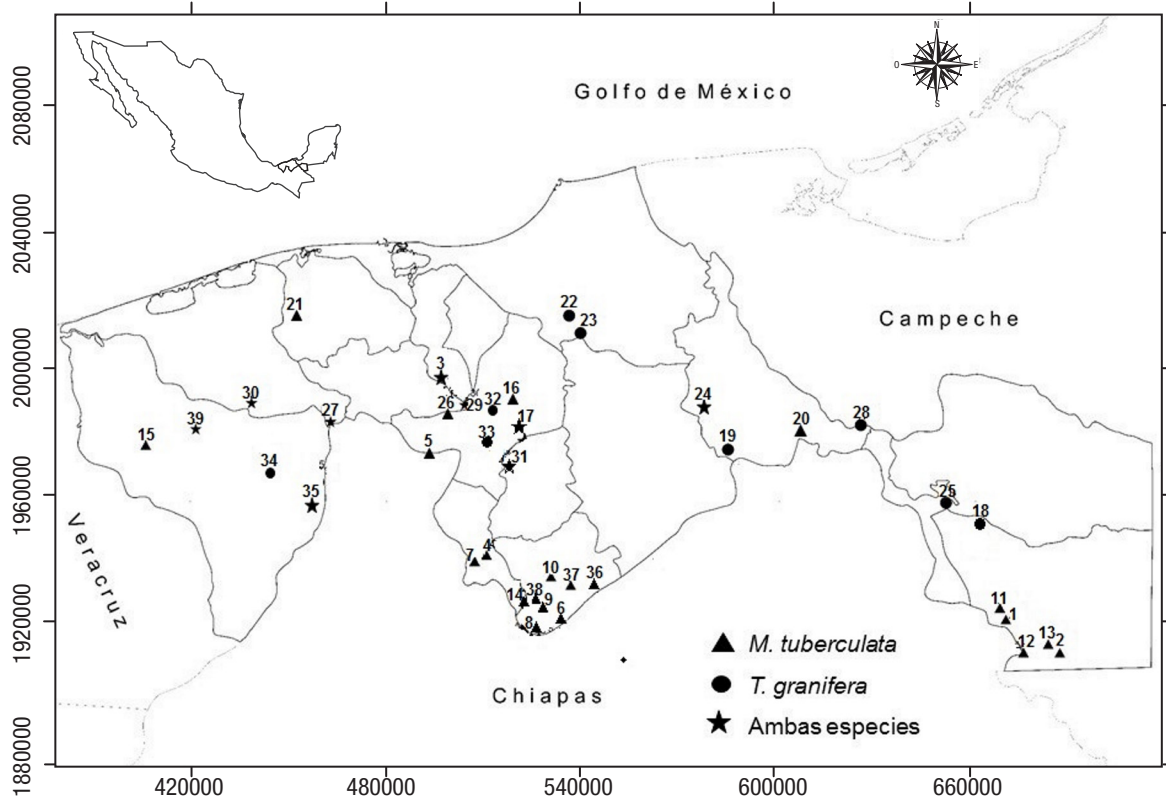


Figura 3. Distribución de *T. granifera* y *M. tuberculata* en diferentes ambientes dulceacuícolas de Tabasco, México.

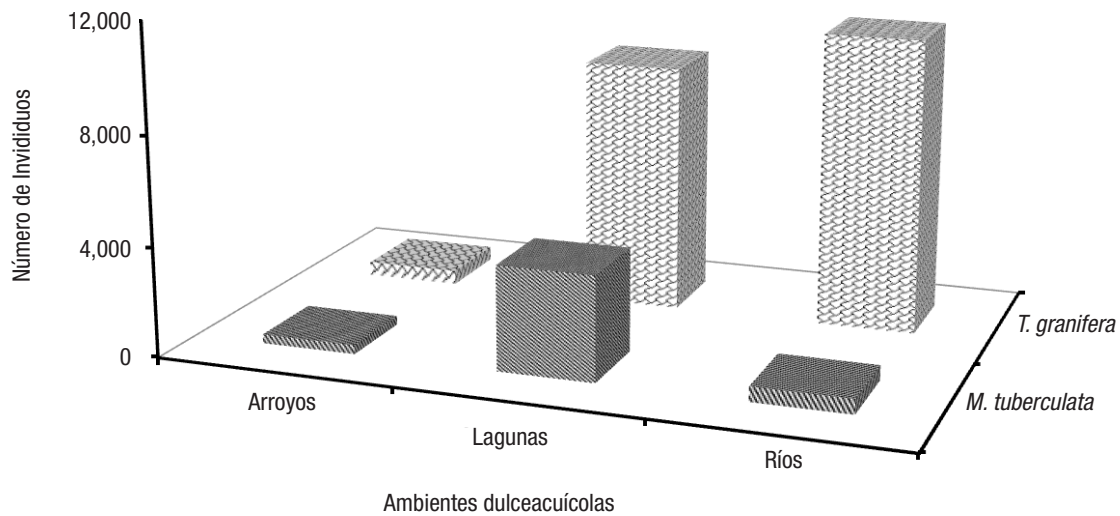


Figura 4. Abundancia de *T. granifera* y *M. tuberculata* en los diversos ambientes de Tabasco.

dos en este mismo estado en lagunas de la región hidrológica del río Grijalva-Usumacinta, donde se presentaron valores similares a los aquí registrados (Barba *et al.*, 2014). Con respecto a *T. granifera*, su abundancia fue homogénea en lagunas y ríos, en sitios con poca corriente y con presencia de vegetación flotante, a diferencia de otros estudios donde registran una marcada preferencia por ambientes ribereños para regiones templadas (Contreras-Arquieta *et al.*, 1995), y para sistemas lénticos con diferentes sustratos en localidades tropicales de Tabasco (Rangel-Ruiz *et al.*, 2011).

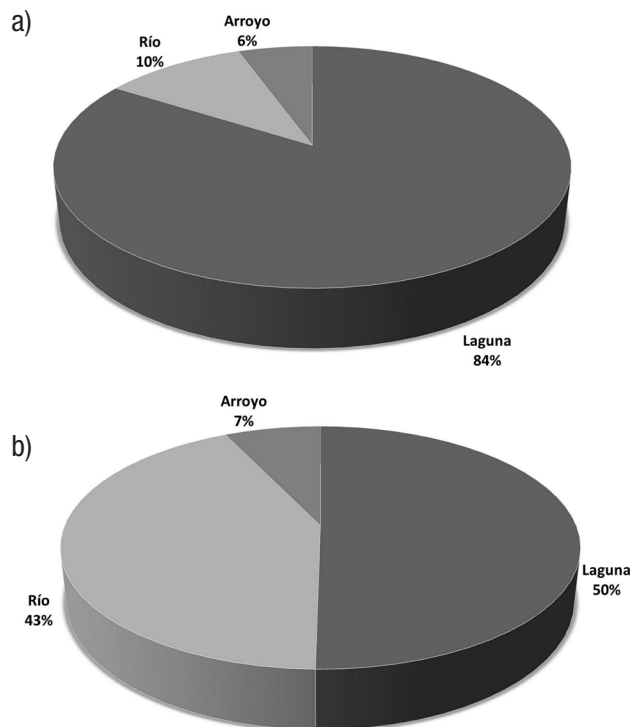
El valor máximo de la densidad de *M. tuberculata* se presentó en ambientes lagunares con el 84% de la densidad total, la localidad que

presentó el valor máximo fue la Laguna El Camarón (44,027.44 ind/m²), este valor es mayor a las densidades presentadas por Contreras-Arquieta *et al.* (1995) en tres lagunas de la Reserva de la Biosfera de Pantanos de Centla, quienes reportan un valor máximo en Laguna El Sauzo con 230 ind/m². Con respecto a *T. granifera*, los máximos valores se registraron en lagunas con el 50%, seguido de los ríos 43%, lo cual coincide con los resultados de otros autores sobre la presencia de esta especie en sistemas lénticos, donde se encuentra una mayor diversidad de sustratos (Pointier *et al.*, 1994, Rangel-Ruiz *et al.*, 2011).

Estas dos especies han demostrado su eficiencia como agentes de control biológico sobre hospederos intermediarios de parásitos de im-

Tabla 4. Densidad espacial (ind/m²) de moluscos en las lagunas epicontinentales y ríos de Tabasco, México.

Clave	Localidades	<i>M. tuberculata</i> (ind/m ²)	<i>T. granifera</i> (ind/m ²)	Clave	Localidades	<i>M. tuberculata</i> (ind/m ²)	<i>T. granifera</i> (ind/m ²)
15	Laguna El Rosario	55.55		29	Río Carrizal		15,729.67
16	Laguna Colosio	13.89		30	Río Claro	979.59	2,685.15
17	Laguna El Camarón	44,027.44	41,013.44	31	Río Comuapa	375	
18	Laguna El Guanál	5,236.11		32	Río de la Sierra		166.67
19	Laguna El Maíz		670.49	33	Río Grijalva Casa Blanca		8,638.88
20	Laguna El Pitaya	4.4	158.61	34	Río Grijalva Náutica		2,146.67
21	Laguna El Retorno	5,444.86		35	Río Mezcalapa		5,073.71
22	Laguna El Viento		2,506.67	36	Río Paredón	652.77	1,252.68
23	Laguna La Tronconada		3,528.73	37	Río Pomoca	18.29	
24	Laguna Las Pozas	0.03		38	Río Puxcatán	0.38	
25	Laguna Leona Vicario	41.08		39	Río Tacubaya	4,733.47	
26	Laguna Loma de Caballo	4.07		40	Río Zamapa	555.96	7,130.01
27	Laguna Nueva Zelanda	3,600.00	1,195.18				
28	Laguna Playa Larga		1,402.44				



Figuras 5a-b. a) Distribución de la densidad de *Melanoides tuberculata* por ambientes dulceacuicolas en Tabasco. b) Distribución de la densidad de *Tarebia granifera* por ambientes dulceacuicolas en Tabasco.

portancia médica en diversos sitios (Perera *et al.*, 1990, Pointier *et al.*, 1994). En otros estudios, *M. tuberculata* ha sido encontrada en mayor proporción en ambientes lacustres, lo cual coincide con los resultados de este estudio (Contreras-Arquieta *et al.*, 1995; Cruz-Ascencio *et al.*, 2003; Albarrán-Melze *et al.*, 2009).

Estos thiaridos, así como otras especies invasoras han generado un desequilibrio en la biodiversidad de los ambientes donde se encuentran (Pointer *et al.*, 1998; Naranjo-García y Olivera-Carrasco, 2014). La forma en la cual fueron introducidas sigue siendo desconocida; sin embargo, se atribuye al acuarismo, donde algunas especies de gasterópodos, frecuentemente se encuentran entre la vegetación acuática que se vende en acuarios, y se pueden encontrar en diferentes estados de desarrollo o de igual forma pueden ser liberados de manera voluntaria o accidental con el agua de desecho, teniendo como efecto alteración en los ecosistemas y así mismo provocando la invasión de dichas especies (Rangel-Ruiz *et al.*, 2011). La invasión de estas especies acuáticas se ha identificado como uno de los riesgos ambientales más críticos a los que se enfrentan las especies nativas actualmente, debido a los alarmantes valores de densidad y posible desplazamiento de las especies nativas (López-López *et al.*, 2009), así como a la biodiversidad dulceacuícola en general, además del desconocimiento de los efectos que causan en la ecología trófica de estos ambientes (Barba *et al.*, 2014). Entre los moluscos invasores más importantes para el país

se encuentran estos thiaridos, *M. tuberculata* y *T. granifera*, además de la almeja asiática *Corbicula fluminea* como lo reportan otros estudios para el país y en el sureste de México (López-López *et al.*, 2009; Naranjo-García y Olivera-Carrasco, 2014; Barba *et al.*, 2014; Barba y Ocaña, en prensa). En este estudio se ampliaron los registros de las especies invasoras *M. tuberculata* y *T. granifera*, así como los valores de densidad en ambientes dulceacuicolas del estado de Tabasco, con una marcada distribución en ambientes lagunares.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos los apoyos otorgados por el proyecto: "Indicadores ecológicos de humedales en sistemas agroforestales para su manejo y conservación en Tabasco" financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

REFERENCIAS

- ABBOTT, R. T. 1973. Spread of *Melanoides tuberculata*. *The Nautilus* 87 (1): 29.
- ALBARRÁN-MELZE, N. C., L. J. RANGEL-RUIZ & J. GAMBOA AGUILAR. 2009. Distribution and abundance of *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae) in the Biosphere reserve of Pantanos de Centla, Tabasco, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* 25 (1): 93-104.
- APHA (American Public Health Association), WEF (Water Environment Federation), & AWWA (American Water Works Association y Water Environment Federation). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. Washington, D. C. 989 p.
- BARBA, M. E., MAGAÑA-VÁZQUEZ, M. & JUÁREZ-FLORES, J. 2014. Nuevos registros de los gasterópodos *Melanoides tuberculata* (Muller, 1974) y *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en las cuencas Grijalva, Usumacinta y Tonalá, Pajonal-Machona, Tabasco. In: Low Pfeng, M.A., P.A. Quijón & E. M. Peters Recagno (Eds.). *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México*. Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático) y UPEI (University of Prince Edward Island). México, D.F., pp. 359-379.
- CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD), ARIDAMÉRICA, GECI (GRUPO DE ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE ISLAS) & TNC (THE NATURE CONSERVANCY). 2006 *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México*. Ciudad de México, Mayo, 42 p.
- CONTRERAS-ARQUIETA, A., G. GUAJARDO-MARTÍNEZ & S. CONTRERAS-BALDERAS. 1995. *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae), su probable impacto ecológico en México. *Publicaciones Biológicas- F.C.B. /U.A.N.L.*, México 8 (1-2): 17-24.
- CRUZ-ASCENCIO, M., R. FLORIDO, A. CONTRERAS-ARQUIETA & A. J. SÁNCHEZ. 2003. Registro del caracol exótico *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiaridae) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia* 19 (38): 101-103.

- DE LA LANZA, E. G. 1998. Aspectos fisicoquímicos que determinan la calidad del agua. In: Martínez, C. L. R. (Eds.). *Ecología de los Sistemas Acuícolas*. AGT Editor, S. A. México, pp. 1-26.
- DE LA LANZA, E. G. & M. H. LOZANO. 1999. Comparación fisicoquímica de las Lagunas de Alvarado y Términos. *Hidrobiológica* 9 (1): 15-30.
- DUDGEON, D. 1986. The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoidea tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in Hong Kong. *Journal of Zoology London* (208): 37-53.
- FACON, B., J. P. POINTIER, M. GLAUBRECHT, C. POUX, P. JARNE & P. DAVID. 2003. A molecular phylogeography approach to biological invasions of the New World by parthenogenetic Thiarid snails. *Molecular Ecology* 12 (11): 3027-3039. DOI: 10.1046/j.1365-294X.2003.01972.x
- HERSHLER, R & F. G. THOMPSON. 2004. A review of the aquatic gastropod subfamily Cochliopinae (Prosobranchia: Hydrobiidae). *Malacological Review* (Supplement 5): 1-140.
- JUANA, G. P., R. VOGLER & N. D. PIVIDORI. 2010. Primer registro del gasterópodo invasor *Melanoidea tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) en el río Uruguay (Argentina-Brasil). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 9 (93): 231-236.
- KREBS, C. J. 1985. *Ecología, estudio de la distribución la abundancia*. 2da edición. Harla. México. 253 p.
- LODGE, D. M. 1993. Biological invasions—lessons for ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 8:133-137. DOI: 10.1016/0169-5347(93)90025-K
- LÓPEZ-LÓPEZ, E., J. E. SEDEÑO-DÍAZ, P. TAPIA VEGA & E. OLIVEROS. 2009. Invasive mollusks *Tarebia granifera* Lamarck, 1822 and *Corbicula fluminea* Müller, 1774 in the Tuxpan and Tecolutla rivers, Mexico: spatial and seasonal distribution patterns. *Aquatic Invasions* 4 (3): 435-450. DOI 10.3391/ai.2009.4.3.2
- MAINKA, S. A. & G. W. HOWARD. 2010. Climate change and invasive species: double jeopardy. *Integrative Zoology* 5: 102-111. DOI: 10.1111/j.1749-4877.2010.00193.x
- MCGARIGAL, K., S. A. CUSHMAN & S. G. STAFFORD. 2000. *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. New York: Springer-Verlag. 283 p. DOI: 10.1007/978-1-4612-1288-1
- NARANJO-GARCÍA, E. & M. T. OLIVERA-CARRASCO. 2014. Moluscos dulceacuícolas introducidos e invasores. In: Mendoza, R. & P. Koleff (Eds.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 337-345.
- NARANJO-GARCÍA, E., M. E. DIJOPTEX-CHONG & G. R. FAMILIAR. 2005. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) (Gastropoda: Prosobranchia: Pachychilidae) en el Lago de Catemaco, Veracruz, México. VI Congreso Latinoamericano de Malacología. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, p. 101.
- PERERA, G., M. YONG, J. R. FERRER, C. ARRINDA & O. AMADOR. 1990. Effectiveness of three biological control agents against intermediate host of snail-mediated parasites in Cuba. *Malacological Review* 23: 47-52.
- PIMENTEL, D., S. McNAIR, J. JANECKA, J. WIGHTMAN, C. SIMMONDS, C. O'CONNELL, E. WONG, L. RUSSEL, J. ZERN, T. AQUINO & T. TSOMONDO. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84: 1-20. DOI: 10.1016/S0167-8809(00)00178-X
- 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 *Melanoidea tuberculata* (Mollusca: Prosobranchia: Thiaridae) and the absence of *Biomphalaria glabrata*, snail host of *Schistosoma mansoni*. *The Nautilus* 107 (4): 124-128.
- POINTIER, J. P. & F. McCULLOUGH. 1989. Biological control of the snail hosts of *Schistosoma mansoni* in the Caribbean area using *Thiara* spp. *Acta Tropical* 46: 147-155. DOI:10.1016/0001-706X(89)90031-4
- POINTIER, J.P., S. SAMADI, P. JARNE Y B. DELAY. 1998. Introduction and spread of *Thiara granifera* (Lamarck, 1822) in Martinique, French West Indies. *Biodiversity Conservation* 7:1277-1290.
- RANGEL, R. L. J. & J. A. GAMBOA. 2001. Diversidad malacológica en la Región Maya. I. "Parque Estatal de la Sierra", Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 82: 1-12.
- RANGEL-RUIZ, L. J., J. GAMBOA AGUILAR, M. GARCÍA MORALES & O. M. ORTIZ LEZAMA. 2011. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 27 (1): 103-114.
- RICCIARDI, A., & J. B. RASMUSSEN. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology* 13 (5): 1220-1222.
- SEDESPA (SECRETARÍA DE DESARROLLO DE LA PESCA Y ACUICULTURA). 2006. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tabasco. Tabasco. 391 p. También disponible en la línea en web :http://sernapam.tabasco.gob.mx/sites/all/files/sites/sernapam.tabasco.gob.mx/files/POET2013.pdf
- SPARKS, D. L., A. L. PAGE, P. A. HELMKE, R. H. LOEPPERT, P. N. SOLTANPOUR, M. A. TABATABAI, C. T. JOHNSTON & M. E. SUMNER. 1996. *Methods of Soil Analysis. Part 3 Chemical Methods*. Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A. 2005 p.
- TAPIA-VEGA, P. & J. E. OLIVEROS-JIMÉNEZ. 2008. Estructura poblacional de *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) en la parte alta de los ríos Tuxpan y Tecolutla, Veracruz. In: Sánchez A. J., M. M. G. Hidalgo, W. S. L. Arriaga & S. W. M. Contreras. (Eds). *Perspectivas en Zoología Mexicana*, pp. 43-53.
- THOMPSON, E. G. 1957. A collection on land and freshwater mollusks from Tabasco, México. *Nautilus* 70: 97-102.
- THOMPSON, F. G. 2004. *Freshwater Snails of Florida: A Manual for Identification*. 2nd ed. University of Florida, Gainesville, 92 p.