

Composición y diversidad de peces del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México

Fish diversity and composition from San Pedro river, Balancán, Tabasco, Mexico

Alfonso Castillo-Domínguez¹, Carolina Esther Melgar-Valdes¹, Everardo Barba Macías², Rocío Rodiles-Hernández³, Alberto de Jesús Navarrete⁴, Martha Alicia Perera García¹, Carlos A. Cuenca Soria¹ y Raúl E. Hernández Gómez¹

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Km.1. Carretera Tenosique-Estapilla. Tenosique, Tabasco, 86901. México

²El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Unidad Villahermosa. Carretera Villahermosa-Reforma Km. 15.5. Ranchería Guineo 2ª Sección. Villahermosa, Tabasco, 86280. México

³El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Unidad San Cristóbal. 63. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, 29290. México

⁴El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Unidad Chetumal. C.P. 77900. Chetumal, Quintana Roo, 77900. México

e-mail: alfonso.castillo@ujat.mx.

Castillo-Domínguez A., C. E. Melgar Valdes, E. Barba Macías, R. Rodiles-Hernández, A. de J. Navarrete, M. A. Perera García, C. A. Cuenca Soria y R. E. Hernández Gómez. 2015. Composición y diversidad de peces del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Hidrobiológica*: 25 (2): 285-292.

RESUMEN

En la subcuenca del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México, se realizó un estudio ictiofaunístico en dos subsistemas; el cauce principal del río y la zona de inundación en la parte baja, durante los meses de marzo 2007 a febrero 2008. De un total de 1,035 peces capturados, se identificaron 33 especies, 25 géneros y 14 familias. La familia Cichlidae y Poeciliidae fueron las más diversas, cuatro especies son introducidas: *Pterygoplichthys pardalis*, *Ctenopharyngodon idella*, *Oreochromis niloticus*, *Parachromis managuensis*, dos son nuevos registros *Potamarius usumacintae* y *P. pardalis*. Las especies más abundantes fueron *Thorichthys affinis* y *T. helleri*, mientras que *P. usumacintae*, *Phallichthys fairweatheri*, "*Cichlasoma*" *Nandopsis urophthalmus*, *C. idella* y *Batrachoides goldmani*, fueron las menos abundantes. La diversidad y dominancia presentaron valores altos en los sitios I ($H' = 2.52$ bits) y el sitio II ($\lambda = 0.38$ sp/ind), mientras que los sitios III ($J' = 0.86$) y IV ($J' = 0.99$) fueron más equitativos. La especie más abundante ($N_{\max} = 353$) se mostró en el sitio II. Se encontró diferencias significativas ($p < 0.5$) entre la comparación de la diversidad y sitios. El análisis de correspondencia canónica, mostró que la temperatura, el oxígeno disuelto y la profundidad son los factores más importantes en la distribución de las especies. Finalmente, se encontró que las abundancias relativas de las especies presentes en las dos épocas estuvo representadas por dos familias; Cichlidae (*T. affinis*, *T. helleri*, *Petenia splendida*) y Characidae con (*Astyanax aeneus*).

Palabras clave: Diversidad, equidad, río, riqueza.

ABSTRACT

In the San Pedro river sub-basin, Balancán, Tabasco, Mexico, an ichthyofauna study was carried out in two subsystems; the main stream and the floodplain during the months of March 2007 to February 2008. From a total of 1035 fish were collected, 33 species, 25 genera and 14 families were identified. The Cichlidae and Poeciliidae family were the most species; four species are introduced *Pterygoplichthys pardalis*, *Ctenopharyngodon idella*, *Oreochromis niloticus*, *Parachromis managuensis* and two new records were found: *P. pardalis* and *Potamarius usumacintae*. The most abundance species were *Thorichthys affinis* and *T. helleri* and five species were least abundant: *P. usumacintae*, *Phallichthys fairweatheri*, "*Cichlasoma*" *Nandopsis urophthalmus*, *C. idella* and *Batrachoides goldmani*. The higher values of diversity and abundance showed in sites I ($H' = 2.52$ bits) and II ($\lambda = 0.38$ sp/ind). The higher values of evenness were in sites III ($J' = 0.86$) and IV ($J' = 0.99$). The abundance ($N_{\max} = 353$) species was showed in the site II. Significant differences ($p < 0.05$) were found between the diversity and sites comparison. Canonical correspondence analysis showed that the temperature, dissolved oxygen and depth are the most important factors in the distribution of species. Finally, the relative abundance of species in the two seasons was representative by two families; Cichlidae *T. affinis*, (*T. helleri* and *Petenia splendida*) and Characidae (*Astyanax aeneus*).

Key words: Diversity, evenness, richness, river.

INTRODUCCIÓN

La distribución de los seres vivos depende de factores de diversa índole que abarcan escalas espaciales y temporales muy distintas, desde globales hasta locales, o debido a interacciones biológicas. Las comunidades ecológicas son inherentemente complejas por la permanente existencia de un número importante de variables del hábitat que influyen sobre las especies, y la gran cantidad de especies que coexisten e interactúan. En general, las interacciones son amplias y diversas, involucrando a gremios multispecíficos de competidores que, en conjunto, son un mecanismo importante que estructura a las comunidades naturales (Albrecht & Gotelli, 2001; Palmer *et al.*, 2003). Los peces son vertebrados acuáticos de sangre fría, dotados de respiración branquial y provisto de aletas (Pérez-Hernández & Torres-Orozco, 2006). En el mundo se han descrito cerca de 21,700 especies de peces (Moyle & Cech, 2000), pero se estima que esta cifra podría ascender a 28,000 (Nelson *et al.*, 2004). Información reciente en México estima que los peces constituyen el grupo más numeroso, con aproximadamente 2,763 especies (Espinosa-Pérez, 2013). En aguas epicontinentales estas comunidades de peces se encuentran representadas por 47 Familias que agrupan cerca de 507 especies, de las cuales 375 están virtualmente confinadas a las aguas dulces; del total, 145 son especies primarias o exclusivamente dulceacuáticas; 350 son secundarias, capaces de tolerar cierta salinidad y 57 son vicarias; nombre que reciben aquellas especies que muestran una gran afinidad con las formas marinas, pero curso de su evolución se han adaptado únicamente al agua dulce (Espinosa *et al.*, 2011). Para el sureste Mexicano, Rodiles-Hernández (2005) registra 207 especies para el estado de Chiapas, mientras que Martínez & Gómez (2006) reportan 129 especies en las cuencas hidrológicas de Oaxaca. Chumba y Barrientos (2010) reportan 419 especies, de las cuales 23 son nativas para la península de Yucatán. Para el estado de Tabasco, Espinosa-Pérez y Daza-Zepeda (2005), registran 14 órdenes, 28 familias, 58 géneros y 95 especies, de las cuales, nueve son endémicas de la cuenca Grijalva-Usumacinta y seis son introducidas. No obstante la cantidad de antecedentes, la diversidad de peces en el mundo podría ser mayor debido a las recientes modificaciones en la identidad taxonómica de algunas taxa (Bockmann & Guazzeli, 2003; Rodiles-Hernández, 2005; Miller *et al.*, 2005).

Por lo tanto, el presente trabajo plantea: I). Evaluar los posibles cambios espaciales y temporales de la comunidad íctica en la subcuenca del río San Pedro durante dos épocas climáticas. II). Actualizar el inventario de la composición de las especies III). Determinar las principales variables ambientales asociadas a la distribución de las especies en los sitios de la zona baja de la subcuenca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El río San Pedro se localiza entre las coordenadas 17° 16' 46.69" N, 90° 59' 15.71" W del estado de Tabasco. Se realizaron cinco salidas de muestreo a los sitios I, II y III (zona de inundación) y en los sitios IV y V (del cauce principal del río), durante la época de estiaje o seca (marzo-agosto 2007) y la época húmeda o mayor precipitación (septiembre 2007- febrero 2008), según Velazquez (1994) estos últimos están ubicados en la parte baja de la subcuenca del río San Pedro (Fig. 1). En cada sitio se determinó el oxígeno disuelto (mg l⁻¹), la temperatura (°C) y el pH con un medidor de calidad de agua HAN-

NA, HI-9828; asimismo se midió la transparencia (cm) y la profundidad (cm). Para la captura de los peces se utilizó una red tipo camaronera de 7.25 m de largo con 5.20 m de abertura de boca, con tamaño de poro de malla 1.9 cm. Cada arrastre tuvo una duración de 6 minutos. Se calculó el área de barrido del arte de pesca según la metodología de Stevenson (1982), cubriéndose un área de arrastre de 1,404 m². Los organismos capturados fueron fotografiados y posteriormente fijados en formol 10%. Las muestras fueron lavadas con agua de la llave y conservadas en alcohol etílico al 70%. Para la identificación se utilizaron las claves de peces dulceacuáticos Álvarez, (1970); Schmitter-Soto, (1998) y Miller *et al.* (2005) Los organismos fueron validados con el material ictiológico de la Colección de peces de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal (ECOSC).

Análisis de la composición taxonómica y riqueza. Para observar los cambios espaciales y temporales en la comunidad de peces se utilizaron los índices de riqueza de especies y equidad. La diversidad de especies en cada muestra se estimó por medio del índice de Shannon-Wiener:

$$H'(\text{bits}/\text{ind}) = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \log \frac{N_i}{N}$$

donde,

S = número total de especies en cada muestra;

N_i = número de individuos de la especie *i*;

N = número total de individuos.

Para determinar si la abundancia de las especies era semejante en los diferentes sitios, se empleó el índice de equidad de Pielou (1975) utilizando la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{\log^2 S}$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

log² S = es la diversidad máxima (H' max).

La dominancia (λ) de especies se estimó según el índice no sesgado de Simpson:

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Los valores de riqueza y abundancia corresponden al número de especies encontradas e individuos recolectados. Respecto a la diversidad de las especies, equidad y dominancia se analizaron con el Índice de Shannon, usando el logaritmo natural. Estos valores se obtuvieron con el programa Past (Hammer *et al.*, 2001).

Finalmente, se empleó el Coeficiente de Similitud de Jaccard para expresar el grado en el que dos muestras eran semejantes por su composición de especies, por el cual es una medida inversa de la diversidad, que se refiere al cambio de especies entre dos estaciones (Pielou, 1975; Magurran, 1989). El intervalo de valores para el índice de

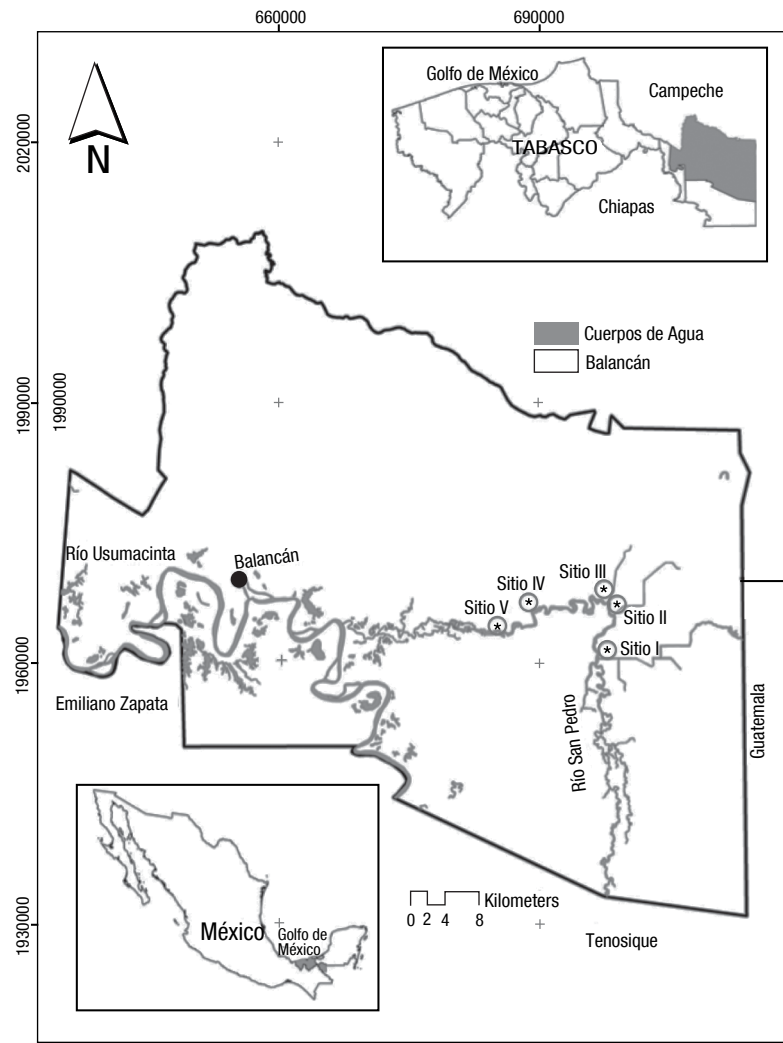


Figura 1. Area de estudio. Sitios de muestras del subsistema; zona de inundación (I, II y III) y el subsistema; cauce principal del río (IV y V) de la zona baja del río San Pedro, Balancán, Tabasco.

Jaccard va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambas estaciones, hasta 1, cuando dos estaciones tienen la misma composición de especies. Este coeficiente se obtuvo según la siguiente expresión:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

donde a = número de especies presentes en el sitio A,

b = número de especies presentes en el sitio B y

C = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Este análisis fue realizado con el programa Multivariate Statistical Package 3.2 (Kovach, 2002)

Análisis estadísticos. Debido a que no se cumplió con los supuestos del ANDEVA (normalidad y homogeneidad de varianza) entre la diversidad y los sitios, se procedió a utilizar un análisis de varianza no

paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 1999). Para detectar las posibles diferencias entre sitios, se utilizó la prueba de Mann-Whitney (Wackerly *et al.*, 2002). Asimismo para determinar la correlación existente entre las variables ambientales y la composición de especies en el río San Pedro en función de los sitios, se utilizó un análisis de correspondencia canónica (ACC) (Ter Braak, 1995). Los datos fueron transformados aplicándose $\text{Log}_{10}(x + 1)$ (Underwood, 1997) previo a su análisis. El análisis se realizó con el programa STATISTICA 8.0 (StatSoft, 2007).

RESULTADOS

Composición taxonómica y riqueza de las especies. Se capturó un total de 1,035 individuos, pertenecientes a 14 familias, 25 géneros y 33 especies (Tabla 1). La familia Cichlidae estuvo representada por ocho géneros y 12 especies, seguida de la familia Poeciliidae con tres géneros y cuatro especies. Se identificaron dos nuevos registros de espe-

Tabla 1. Listado de peces dulceacuícolas de la subcuenca del río San Pedro durante el periodo marzo-agosto 2007 y septiembre 2007- febrero 2008. += Presencia. Abreviaturas: sitio I= Dren Capulín; sitio III= Dren López Zamora; sitio III= Dren Naranjito; sitio IV= San Miguelito; sitio V= Torno Largo

Familia	Especie	Categoría	Sitios				
			DC	DLZ	DN	SM	TL
Ariidae	<i>Cathorops aguadulce</i> (Meek, 1904)	Ep	x	x	x		x
	<i>Potamarius nelsoni</i> (Evermann & Goldsborough, 1902) (Pr).	Vi	x		x		x
	<i>Potamarius usumacintae</i> (Betancur-R. & Willink, 2007)	Vi					x
Ictaluridae	<i>Ictalurus meridionalis</i> (Günther, 1864)	Dp	x	x		x	x
Heptapteridae	<i>Rhamdia guatemalensis</i> (Günther, 1864) (Pr).	Dp	x				
Loricariidae	<i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Castelnuau, 1855)	Ei	x	x			
Batrachoididae	<i>Batrachoides goldmani</i> (Evermann & Goldsborough, 1902)	Vi	x				
Characidae	<i>Astyanax aeneus</i> (Günther, 1860)	Dp	x	x	x		
	<i>Hyphessobrycon compresus</i> (Meek, 1904)	Dp	x				
	<i>Brycon guatemalensis</i> (Regan, 1908)	Dp				x	x
Cyprinidae	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)*	Dp				x	
Cichlidae	<i>Amphilophus robertsoni</i> (Reagan, 1905)	Ds	x	x	x		
	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)*	Ds	x	x	x		
	<i>Parachromis managuensis</i> (Günther, 1867)*	Ds	x	x	x		
	<i>Petenia splendida</i> (Günther, 1862)	Ds	x	x	x	x	
	<i>Thorichthys affinis</i> (Günther, 1862)	Ds	x	x	x		
	<i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner, 1864)	Ds	x	x	x		
	<i>Thorichthys pasionis</i> (Rivas, 1962)	Ds	x	x	x		
	<i>Paraneetroplus argenteus</i> (Allgayer, 1991)	Ds	x				x
	<i>Paraneetroplus bifasciatus</i> (Steindachner, 1864)	Ds	x	x			
	<i>Theraps heterospilus</i> (Hubbs, 1936)	Ds	x	x	x		
	<i>Paraneetroplus synspilus</i> (Hubbs, 1935)	Ds		x	x		
	<i>"Cichlasoma" (Nandopsis) urophthalmus</i> (Günther, 1862)	Ds			x		
Gerreidae	<i>Eugerres mexicanus</i> (Steindachner, 1863)	Vi	x	x	x		
Clupeidae	<i>Dorosoma anale</i> (Meek, 1904)	Vi	x				x
	<i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867)	Vi	x	x	x	x	x
Lepisosteidae	<i>Atractosteus tropicus</i> (Gill, 1863)	Dp	x		x	x	x
Poeciliidae	<i>Carlhubbsia kidderi</i> (Hubbs, 1936)	Ds	x	x			
	<i>Phallichthys fairweatheri</i> (Rosen & Bailey, 1959)	Ds	x				
	<i>Poecilia mexicana</i> (Steindachner, 1863)	Ds	x	x			
	<i>Poecilia petenensis</i> (Günther, 1866)	Ds		x			
Scianidae	<i>Aplodinotus grunniens</i> (Rafinesque, 1819)	Vi				x	x
Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i> (Valenciennes, 1847)	Eh	x			x	x

Distribución ecótica: Dp = Dulceacuícola primaria; Ds = Dulceacuícola secundaria; Ep = Estuarina permanente; Eh = Estenohalina; Vi = Vicaria *= Especie introducida; Pr= Protección especial.

cies; *P. usumacintae* y *P. pardalis*. Cuatro especies fueron identificadas como introducidas; *P. pardalis*, *C. idella*, *O. niloticus* y *P. managuensis*. La mayor abundancia numérica estuvo representada por *T. affinis* ($n=445$) y *T. helleri* ($n=95$), mientras que *P. usumacintae*, *Phallichthys fairweatheri*, "*Cichlasoma*" *Nandopsis urophthalmus*, *C. idella* y *B. goldmani*, fueron los menos abundantes, representados con la captura de un sólo organismo por especie.

Variación espacio-temporal: Con relación a la comparación espacial; el sitio I presentó mayor número de especies (26 especies) mientras que el sitio IV, sólo mostró 7 especies. El número total de individuos (N)

estuvo representado en el sitio II ($n=592$) y ahí también se encontró la especie más abundante ($N_{max}=353$), representado por una dominancia ($\lambda=0.38$). La mayor diversidad de especies estuvo representada en los sitios I ($H'=2.52$ bits) y III ($H'=2.49$ bits), mientras que el sitio II ($H'=1.56$ bits) fue el menos diverso (Tabla 2). La mayor equidad o igualdad de especies se presentó en los sitios IV ($J'=0.99$) y III ($J'=0.86$), mientras que el sitio II ($J'=0.57$) fue el menos equitativo (Tabla 2). La comparación de la diversidad entre los sitios mostró diferencia significativa (Kruskal-Wallis $H=15.58$, $p<0.05$). Estas diferencias se evidenciaron en su comparación entre los sitios I y IV (U de Mann-Whitney = -3.68

Tabla 2. Diversidad especies (H'), Número total de Individuos (N), Número de individuos de la especie más abundante (Nmax) e índice de equidad (J) y Dominancia (λ) para la comunidad de peces del río San Pedro.

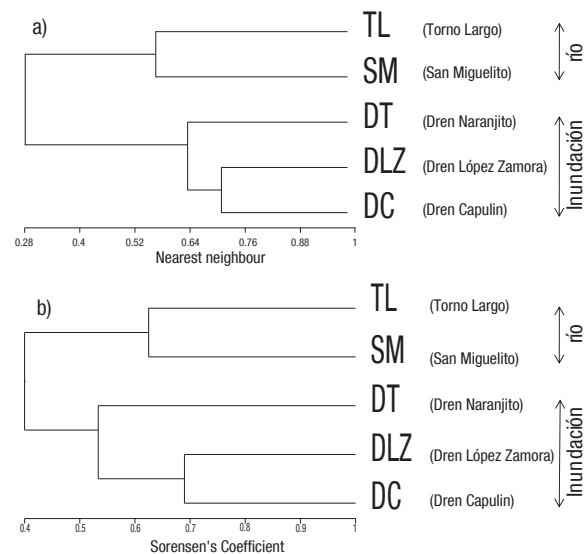
Índice	sitio I	sitio II	sitio III	sitio IV	sitio V
(H')	2.52	1.56	2.49	1.90	2.02
(N)	174	592	163	43	63
(Nmax)	53	353	39	9	22
(J)	0.76	0.57	0.86	0.99	0.85
(λ)	0.13	0.38	0.11	0.15	0.18

$p < 0.05$), I y V (U de Mann-Whitney = -3.15 $p < 0.05$), los sitios II y IV (U de Mann-Whitney = -2.83 $p < 0.05$) y los sitios III y IV (U de Mann-Whitney = -2.70 $p < 0.05$). La comparación temporal, mostró que la época I (estiaje o secas), presentó el mayor número de especies (31), mientras que la época II (húmeda o mayor precipitación) mostró menor número de especies (24). El análisis de la amplitud de las épocas, mostró que las especies con mayor abundancia relativa fueron: *T. affinis* (0.41), *T. helleri* (0.10), *Astyanax aeneus* (0.07) y *Petenia splendida* (0.06), mismas que estuvieron presentes en ambas épocas. La comparación de la riqueza de especies entre ambas épocas no presentó diferencias significativas (Kruskal-Wallis $H = 2.75$, $p > 0.05$). La similitud entre los sitios o heterogeneidad ambiental, mostró dos agrupamientos según las distancias de conexión de similitud de Jaccard. El subsistema (zona de inundación) representados por los sitios I, III y II (0.55) y el subsistema (cauce principal del río) por los sitios V y IV (0.45) (Fig. 2). El índice de similitud de Jaccard indicó que existen sitios con similitud entre las épocas.

Relación entre las variables ambientales y la distribución de las especies en función de los sitios. En el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) se observó la relación de las variables ambientales y la diversidad de las especies en función de los sitios, la cual pudo ser explicada por dos funciones canónicas (Tabla 3). La segunda función extraída explicó la máxima cantidad de varianza con 100%, lo cual indica que las especies estuvieron asociadas con la temperatura, la profundidad y la transparencia. Sin embargo, la temperatura del agua fue el parámetro que determinó la distribución de la especies en esta función con una correlación negativa. De igual manera, la primera función contribuyó con 99%, observándose una mayor interrelación de los sitios con las variables de oxígeno disuelto y profundidad que fueron determinantes para la distribución de las especies. No obstante, el oxígeno disuelto fue el parámetro que representó la mayor variabilidad con una asociación negativa.

Tabla 3. Análisis de Correspondencia Canónica entre las variables ambientales y distribución de las especies en función de los sitios.

	Eigenvalores	Inercia (%)	Factor de Reductancia	R. canónico (Variables ambientales; especies sitios)
Primera función canónica	1.01	99%	0.52	1.01
Segunda función canónica	0.18	100%	0.64	0.42



Figuras 2a-b. Dendrograma de agrupación jerárquica de los sitios de muestreados en la dos épocas (a) época de secas o estiaje y (b) época húmeda o de mayor precipitación, en la zona baja del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México.

DISCUSIÓN

Composición taxonómica y riqueza de las especies. El elenco ictiofaunístico descrito en la presente investigación coincide con lo reportado en otros trabajos; enfatizando la considerable riqueza y diversidad de las familias Cichlidae y Poeciliidae en los ecosistemas neotropicales de México (Sparks, 2003; Miller *et al.* 2005; Rodiles-Hernández, 2005; Valdez-Moreno *et al.* 2005). El número de especies registradas en el presente estudio fue menor a lo reportado por Noiset & Hernández (1991). La diferencia del número de especies reportadas puede deberse al mayor tiempo de duración de la investigación, así como a la intensidad de los muestreos, mayor número de artes de captura y tamaño del área estudiada. En el último inventario de la ictiofauna del estado de Tabasco, Espinosa-Pérez y Daza-Zepeda (2005), reportaron un menor número de especie para la zona, de las cuales sólo dos especies se mencionan como introducidas *C. idella* (Valenciennes, 1844) y *O. aureus* (Steindachner, 1864). Caso contrario a lo reportado en la presente investigación donde se incrementó el número de especies introducidas: *O. niloticus* (Linnaeus, 1758), *C. idella* (Valenciennes, 1844), *P. managuensis* (Günther, 1867) y *P. pardalis* (Castelnau, 1855), asimismo se capturó el bagre *P. usumacintae*, como nuevo registro para la zona del río San Pedro en México, especie de reciente descripción según Betancurt & Willink (2007). La dominancia numérica de las especies estuvo

representada por el género *Thorichthys*, lo cual difiere por lo reportado por Noiset & Hernández (1991), donde mencionan que "*Cichlasoma*" fue el género más abundante. La amplia diversificación regional que presenta *Thorichthys*, así como; su estrategia reproductiva (desovador parcial) a través del año y con características de agrupación en grandes concentraciones, pueden explicar los altos valores de sus abundancias (Rodiles-Hernández & González-Díaz, 2006). Otro aspecto importante de esta familia es la tolerancia a las variaciones ambientales y su plasticidad genética (Urriola *et al.* 2004; Peña-Mendoza *et al.*, 2005; Sáenz *et al.*, 2006) que influyen para que este taxón sea el mejor representado, toda vez que tales atributos le confieren una mejor posición sobre otros componentes de la ictiofauna del río San Pedro.

Parámetros ecológicos. El índice de diversidad (H'), fue menor a lo estimado por Barrientos (1999) para varios taxones de la comunidad de peces de los ríos San Pedro y Sacluc en Guatemala. Los valores más alto del índice (H') se mostraron en los sitios I y III, esto podría explicarse por la similitud del hábitat, con respecto a la poca velocidad de la corriente, sin secuencia de rápidos y pozas (Habit & Parra, 2001); estos sitios mostraron ser propicios para el establecimiento de las familias; Cichlidae, Ariidae y Characidae. La baja riqueza en la época húmeda o de mayor precipitación, probablemente se debió al patrón de dispersión de las especies y a factores intrínsecos del medio ambiente, tales como: la calidad del hábitat y la disponibilidad recursos alimenticios, ya que en esta época disminuye la heterogeneidad debido a la relación directa entre la dinámica hidrológica presente en este tipo de ecosistemas (Okada *et al.*, 2003). La disimilitud entre los sitios o heterogeneidad ambiental mostró dos agrupamientos según las distancias de conexión. El subsistema: zona de inundación, con similitud de familias: Cichlidae, Poeciliidae y Characidae, mismas que influyeron en el grado de semejanza. El subsistema: cauce principal del río, con similitud de la dominancia de las familias: Scianidae, Megalopidae, Ariidae y Cyprinidae. Esto concuerda con lo mencionado por Welcome (1992), donde menciona que hábitats similares en los subsistemas están separados por distancias considerables de biotopo hostil, lo que da lugar a la formación de grupos distintos de especies adaptados a condiciones similares a lo largo del río.

Relación de las variables ambientales y la distribución de las especies. Diversos estudios han señalado la influencia de las variables ambientales en la composición de las asociaciones de peces (Gelwick *et al.*, 2001; Hoenighaus *et al.*, 2003; Kobza *et al.*, 2004). Otros autores atribuyen que estas variaciones en las comunidades de peces son causadas por las diversas interacciones biológicas, como la cobertura de microfitas, la complejidad del hábitat, las redes tróficas y las relaciones de competencia y depredación (Kupschus & Tremainm 2001; Torres-Castro, 2009; Petry *et al.*, 2003). Las fluctuaciones en el nivel de agua, estuvieron directamente relacionadas en los sitios y las épocas así como con la dinámica de escorrentía en la subcuenca, donde la disminución del nivel de agua está fuertemente relacionada con época de estiaje o seca. Las variaciones en la concentración de oxígeno disuelto puede deberse a la fluctuación de la temperatura del agua, el aporte de sedimentos alóctonos derivados de la escorrentía o a la generación de oxígeno dentro del cuerpo de agua por la actividad de organismos fotosintéticos. La temperatura del agua está influenciada por las condiciones de profundidad, transparencia en la zona y la incidencia de luz solar, ya que la energía luminosa es absorbida exponencialmente con respecto a la profundidad en el subsistemas tributarios, esto coincide con lo reportado por Quiroz *et al.* (2010), quienes

mencionan que la mayor parte del calor es retenido en la capa superior del sistema. La temperatura varió en ambas épocas, siendo la época de estiaje más cálida, lo cual se asocia a la ocurrencia de la canícula o sequía intraestival en la región (Pereyra *et al.*, 2004). No obstante, la relación inversa entre la temperatura del agua y la concentración de oxígeno disuelto, puede notarse alterada en estos ambientes naturales, por efecto de los procesos de fotosíntesis y respiración (Graham, 1995). Otro parámetro que mostró ligera variación fue la transparencia, la cual está en función de la incidencia de luz durante el día, y también está relacionada con la productividad primaria (Arredondo, 2007), donde los valores mínimos se presentaron en los sitios más cercanos (III y IV) en la época húmeda o de mayor precipitación, éstos valores están relacionados con la presencia de material orgánico e inorgánico. El pH es un parámetro relacionado con la concentración de protones en el agua, la mayoría de las aguas epicontinentales presentan intervalos de seis punto cinco a nueve, aunque pueden haber factores importantes que lo afecten (Boyd, 1998), este parámetro se mostró ligeramente alcalino en los sitios (IV y V) del subsistema cauce principal para ambas épocas, lo cual responde a las características típicas de sistemas carbonatados con aguas básicas en la superficie y una tendencia de neutralidad hacia el fondo (Schmitter-Soto *et al.*, 2002; Cervantes-Martínez *et al.*, 2009). Finalmente, se concluye que la comunidad de la subcuenca del río San Pedro está adaptada a dos subsistemas en escala espacial y temporal a las fluctuaciones en el nivel del agua en relación directa con la dinámica hidrológica en las épocas, determinando así la heterogeneidad de los hábitats y la composición y riqueza de las especies presentes.

AGRADECIMIENTOS

A Fondos Mixtos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –Gobierno del Estado de Tabasco TAB-C006-C02-34685 "INVENTARIO DE LAS MICROCUENCAS DEL MUNICIPIO DE BALANCÁN, TABASCO", a Rodimiro Ramos Reyes encargado del Laboratorio del Sistema de Información Geográfica de la Unidad Villahermosa, a Alfonso González Díaz, encargado de la Colección de Peces (ECOSC), Unidad San Cristóbal en Chiapas. A la Sociedad Cooperativa de Pescadores "Ribereños de San Pedro", por brindar las facilidades y apoyo con sus equipos de trabajo, mismos que fueron necesarios para la realización de la presente investigación.

REFERENCIAS

- ALBRECHT, M. & N. J. GOTTELLI. 2001. Spatial and temporal niche partitioning in grassland ants. *Oecologia* 126: 134-141.
- ÁLVAREZ, J. 1970. *Peces Mexicanos (claves)*. Secretaría de Industria y Comercio, México. 166 p.
- ARREDONDO, F. J. L. 2007. Caracterización limnológica. *In*: J. L. Arredondo-Figueroa, G. Díaz Zavaleta y J.T. Ponce Palafox (Compiladores). "*Limnología de presas mexicanas: aspectos teóricos y prácticos*". AGT Editor S.A. y Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, pp. 187-210.
- BARRIENTOS, C. C. 1999. Caracterización de la ictiofauna con importancia alimenticia de los ríos San Pedro y Sacluc en el área de influencia de la estación Biológica las Guacamayas. Tesis profesional. Universidad de San Carlos, el Petén, Guatemala. 35 p.

- BETANCURT, R. R. & W. P. WILLINK. 2007. A new freshwater Ariid (Otophysi: Siluriforme from the río Usumacinta. *Copeia* 4: 818-824.
- BOCKMANN, F. A. & G. M. GUAZZELI. 2003. Heptapteridae. In: Reis, R. E; Kullander, S. O. & Ferraris, C. J. (Eds.). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS, pp. 406-431.
- BOYD, C. E. 1998. *Pond aquaculture water quality management*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA. 700 p.
- CERVANTES-MARTÍNEZ, A. M., MEZETA-BARRERA & M. A. GUTIÉRREZ-AGUIRRE. 2009. Limnología básica del lago cárstico turístico Cenote Azul en Quintana Roo, México. *Hidrobiológica* 19: 177-180.
- CHUMBA, S. L. & M. R. BARRIENTOS. 2010. Peces dulceacuícolas. Cap. 4. In: Duran R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA pp.253-254.
- ESPINOSA-PÉREZ. H. 2013. Biodiversidad de peces en México. *Revista Biodiversidad Mexicana Supl.* (85) 450 -459.
- ESPINOSA-PÉREZ. H. & A. DAZA-ZEPEDA. 2005. Peces. Cap. 10, In: J. Bueno, F. Álvarez & Santiago, S. (Eds.). *Biodiversidad del estado de Tabasco*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional de Biodiversidad. México. D.F. México pp. 225-240.
- ESPINOSA, H., X. VALENCIA-DÍAZ & R. RODILES-HERNÁNDEZ. 2011. Peces dulceacuícolas de Chiapas. In: F. Álvarez (Ed.). *Chiapas: Estudios sobre su diversidad biológica*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 401-475.
- GRAHAM, J. B. 1995. *Air-Breathing Fishes: Evolution, Diversity and Adaptation*. Academic Press. Londres. Inglaterra. 299 p.
- GELWICK, F. P., S. AKIN, D. A. ARRINGTON & K.O. WINEMILLER. 2001. Fish assemblage structure in relation to environmental variation in a Texas Gulf coastal wetland. *Estuaries* 24: 285-296.
- HABIT, E. & O. PARRA. 2001. Impacto ambiental de los canales de riego sobre la fauna de peces. *Ambiente y Desarrollo* XVII: 50-56.
- HAMMER, Ø., D. A. T. HARPER & P. D. RYAN. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* 4: 9 p. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Consulta: marzo, 2014.
- HOEINGHAUS, D. J., C. A. LAYMAN, D. ALBREY & K. O. WINEMILLER. 2003. Spatiotemporal variation in fish assemblage structure in tropical floodplain creeks. *Environmental Biology of Fishes* 67: 379-387.
- KOVACH, W. 2002. Multivariate Statistical Package (VSP), Version 3.2. for Windows Software. Kovach Computing Services. Pentraeth, Wales, United Kingdom
- KOBZA, R. M., J. C. TREXLER, W. F. LOFTUS & S. A. PERRY. 2004. Community structure of fishes inhabiting aquatic refuges in a threatened karst wetland and its implications for ecosystem management. *Biological Conservation*. 116: 153-165.
- KUPSCHUS, S. & D. TREMAIN. 2001. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. *Journal of Fish Biology* 58: 1383-1403.
- MARTÍNEZ, E. & R. M. GÓMEZ. 2006. Los peces de las cuencas hidrológicas de Oaxaca, México. *Revista Cubana de Investigación Pesquera* 24: 46-50
- MAGURRAN, A. E. 1989. *Diversidad Ecología y su Medición*. Ediciones Vendra. Barcelona, España. 200 p.
- MILLER, R. R., W. L. MINCKLEY. & S. M. NORRIS. 2005. *Freshwater fishes of México*. The Chicago University Press, Chicago. 490 p.
- MOYLE, P. B. & J. J. CECH. 2000. *Fishes: an introduction to ichthyology*. 4th Ed., Prentice-Hall, New Jersey. 590 p.
- NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons. 4th Ed., Nueva York, 601 p.
- NOISET, J. L. & A. S. HERNÁNDEZ. 1991. *Valorisation des marais par le développement de la pêche dans la région de San Pedro, Tabasco, Mexique*. Belgique. 145 p.
- OKADA, E. K., A. AGOSTINHO., M. PETRERE. J. R. & T. PENCZAK. 2003. Factors affecting fish diversity and abundance in drying ponds and lagoons in the upper Paraná River basin, Brazil. *Ecohydrology & Hydrobiology* 3: 97- 110.
- PALMER, T. M., M. L. ATANTON & T. P. YOUNG. 2003. Competition and coexistence: exploring mechanisms that restrict and maintain diversity within mutualist guilds. *The American Naturalist* 162: S63-S79.
- PEÑA-MENDOZA, B., J. L. GÓMEZ-MARQUÉZ., I. H. SALGADO-UGARTE & D. RAMÍREZ-NOGUERA. 2005. Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata dam, Morelos, México. *Revista Biología Tropical* 53: 515-522.
- PEREYRA, D. D., B. MURRIETA. & M. A. N. BAIZABAL. 2004. Influencia de la niña y el niño sobre la precipitación de la ciudad de Villahermosa Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 20: 33-38.
- PETRY, P., P. B. BAYLEY & D. F. MARKLE. 2003. Relationships between fish assemblages, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River floodplain. *Journal Fishes Biology*. 63: 547-579 p.
- PÉREZ HERNÁNDEZ, M. A. Y R. E. TORRES-OROZCO BERMEO. 2006. Peces. pp: 9-22. In: Reyna Trujillo T. y R. López-Wilchis (Comps.). *Vertebrados de México*. UAM-UNAM. México, D.F.
- PIELOU E. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, New York. 165 p
- QUIROZ, C. H., G. J. RODRÍGUEZ., M. F. I. ASTUDILLO., D. M. VARGAS & T. P. JIMÉNEZ. 2010. Condiciones abióticas de la presa El Abrevadero utilizada para el cultivo extensivo de *Oreochromis niloticus* en Morelos, México. *Revista Electrónica Veterinaria* 11:1-12.
- RODILES-HERNÁNDEZ, R. 2005. Diversidad de peces continentales en Chiapas. In: M. González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N y Ruiz-Montoya, L (Eds). *Diversidad biológica de Chiapas*. Plaza y Valdés, ECOSUR, CONCYTECH, México, pp. 195-220.
- RODILES-HERNÁNDEZ, R & GONZÁLEZ-DÍAZ, A. 2006. Ficha técnica de *Thorichthys socolofi*. In: Schmitter-Soto, J. J (compilador). *Evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos y de los peces de*

- la frontera sur incluidos en la NOM-059.* El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK001. México.
- RODILES-HERNÁNDEZ, R., J. CRUZ-MORALES & S. DOMÍNGUEZ. 2002. El sistema lagunar de Playas de Catazajá, Chiapas, México. *In:* de la Lanza, G. y J.L. García-Calderón (Eds.). *Lagos y Presas de México*. AGT Editor. México, pp. 323-337.
- SÁENZ, S. I., M. Q. PROTTI & J. P. CABRERA. 2006. Composición de especies y diversidad de peces en un cuerpo de agua temporal en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 54: 639-645.
- SCHMITTER-SOTO, J. J. 1998. Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. Guías científicas ECOSUR. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México 239 p.
- SCHMITTER-SOTO, J. J., E. ESCOBAR-BRIONES., J. ALCOCER., E. SUÁREZ-MORALES., M. ELÍAS -GUTIÉRREZ & L. E. MARÍN. 2002. Los cenotes de la Península de Yucatán. *In:* De la Lanza-Espino, G. y J. L. García-Calderón (Comps.). *Lagos y Presas de México*. AGT. México, pp. 337-381.
- SPARKS, J. S. 2003. Molecular phylogeny and biogeography of the Malagasy and South Asian cichlids (Teleostei:Perciformes: Cichlidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 30: 599-614.
- STEVENSON, D. K. 1982. *Una revisión de los recursos marinos de la región de la Comisión de Pesca para el Atlántico Centro Occidental (CO-PACO)*. Documento. Técnico de Pesca. FAO 211. 146 p.
- STATSOFT. 2007. STATISTICA. Data analysis software system. Version 8. Tulsa, Oklahoma, USA. www.statsoft.com.
- TER BRAAK, C. J. F & F. M. VERDONSHOT. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in Aquatic Ecology. *Aquatic Science* 57: 255-286.
- TORRES-CASTRO, I. L., M. E. VEGA-CENDEJAS, J., J. SCHMITTER-SOTO., G. PALACIO-APONTE & R. RODILES-HERNÁNDEZ. 2009. Ictiofauna de sistemas cárstico-palustres con impacto antrópico: los Petenes de Campeche, México. *Revista Biología Tropical* 57: 141-157
- Underwood, A. J. 1997. Experiments in ecology: Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press. 504 p.
- URRIOLA, M. HERNÁNDEZ., J. C. PEÑA & M. Q. PROTTI. 2004. Fecundidad fertilidad e índice gonadosomático de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en un estanque en Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 52: 945-950.
- VALDEZ-MORENO, M. E., J. P. POOL-CANUL & S. CONTRERAS-BALDERAS. 2005. A checklist of the freshwater ichthyofauna from El Petén and Alta Verapaz, Guatemala, with notes for its conservation and management. *Zootaxa* 1072: 43-60.
- VELÁZQUEZ, V. G. 1994. *Los recursos hidráulicos del estado de Tabasco*. Universidad Juárez Autónoma del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 242 p.
- WACKERLY, D. D., W. MENDENHALL & R. L. SCHEAFFER. 2002. *Estadística matemática con aplicaciones* 6ta. Ed. México: Editorial Thomson International.
- WELCOME, R. L. 1992. *Pesca fluvial*. FAO. Documento Técnico de Pesca. No. 262. Roma, FAO. 303 p.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 3^{era} edición. Prentice Hall. New Jersey. 988 p.

Recibido: 13 mayo de 2014.

Aceptado: 22 de julio 2015.