



## The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### SEASONAL BEHAVIOR OF THE ICHTHYOFAUNA IN COMMUNICATION AREAS OF THE RIVERS ASSOCIATED TO ALVARADO LAGOON, VERACRUZ, MÉXICO

### COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE LA ICTIOFAUNA EN BOCAS DE COMUNICACIÓN DE LOS RÍOS ASOCIADOS A LA LAGUNA DE ALVARADO, VERACRUZ, MÉXICO

Jonathan Franco López<sup>1\*</sup>; Laura Escobedo Báez<sup>1</sup>; Luís Gerardo Abarca Arenas<sup>2</sup>;  
Carlos Bedía Sánchez<sup>1</sup>; Gilberto Silva López<sup>2</sup> & Horacio Vázquez-López<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, N° 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. C.P. 54090.

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. Av. Luis Castelazo Ayala s/n Col. Industrial Ánimas C.P.91190 Apartado Postal 294 Xalapa, Veracruz, México.

\* Autor de correspondencia: jonfranco@yahoo.com

## ABSTRACT

The present study was developed with the purpose of analyzing the behavior of the ichthyofauna and its feeding relationships in three rivers that flow into the Alvarado Lagoon, on the coast of the Gulf of Mexico and its relationship with the physicochemical parameters through an annual cycle. Two sampling sites were located in each of the rivers that flow into the lagoon, Papaloapan River, Acula River and Blanco River, one of them at its mouth to the lagoon and the other at 1500 m, upstream, in each sampling site the physicochemical parameters were recorded and the capture of the fish was also obtained. The results show that there is an inverse and significant relationship between species richness and salinity, and a positive relationship with transparency. Regarding the fish caught in the study period, a total of 2399 individuals belonging to 45 species of 20 families were obtained, the highest composition of species was recorded in the Blanco and Acula rivers, while the highest abundances were recorded in the Blanco and Papaloapan rivers. The trophic analysis by breadth of diet shows that most species are of generalist and similar habits among rivers, with benthic organisms being the main source of food. In general, the distribution of fish can be explained to a greater extent by salinity values than by the availability of food.

**Key words:** abundance – fishes – physicochemicals – rivers – trophic guilds – Veracruz

## RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con la finalidad de analizar el comportamiento de la ictiofauna y sus relaciones alimenticias en tres ríos que desembocan en la laguna de Alvarado, en la costa del Golfo de México y su relación con los parámetros fisicoquímicos a través de un ciclo anual. Se ubicaron dos sitios de muestreo en cada uno de los ríos que desembocan en la laguna, río Papaloapan, río Acula y río Blanco, uno de ellos en su desembocadura hacia la laguna y el otro a 1500 m cauce arriba, en cada sitio de muestreo se registraron los parámetros fisicoquímicos y también se obtuvo la captura de los peces. Los resultados muestran que hay una relación inversa y significativa entre la riqueza de especies y la salinidad, y una relación positiva con la transparencia. Respecto a los peces capturados en el periodo de estudio, se obtuvo un total de 2399 individuos pertenecientes a 45 especies de 20 familias, la mayor composición de especies se registró en los ríos Blanco y Acula, en tanto que las mayores abundancias se registraron en los ríos Blanco y Papaloapan. El análisis trófico por amplitud de dieta muestra que la mayoría de las especies son de hábitos generalistas y similares entre los ríos, siendo los organismos bentónicos la principal fuente de alimento. En general, la distribución de los peces puede ser explicada en mayor medida por los valores de salinidad que por la disponibilidad de alimentos.

**Palabras clave:** abundancia – fisicoquímicos – gremios tróficos – peces – ríos – Veracruz

## INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son ambientes someros donde la dinámica hidrológica depende de los sistemas fluviales presentes y de su comunicación con el mar, sea ésta permanente o temporal (Lankford, 1977). En las zonas tropicales y subtropicales, estos ambientes se encuentran rodeados por manglar que les provee de materia orgánica a través de la caída de hojas como fuente de energía, se ha estimado que la producción primaria de estos sistemas se ubica entre 200 y 3500 g de carbón por metro cuadrado al año (Rivera *et al.*, 1995; Barreiro, 1999). México se distingue por presentar más de 130 lagunas costeras en el 30-35% de su superficie litoral, 38 se localizan en el golfo de México y mar Caribe (Contreras & Castañeda, 2004). El sistema lagunar de Alvarado tiene una extensión aproximada de 280,000 has, es considerado el tercer humedal de mayor extensión en México (CONABIO, 1998) y uno de los más importantes para el estado de Veracruz. Se encuentra compuesto de varias lagunas destacando tres de ellas en su eje principal, Alvarado, Buen País y Camaronera. Los principales ríos que descargan sus aguas hacia este sistema son el Papaloapan, Acula y Blanco (Portilla-Ochoa *et al.*, 2002), donde se forman extensos bosques de

manglar que permiten que un gran número de especies los aprovechen a lo largo de su ciclo de vida. Se ha reconocido que el desarrollo de estos ambientes es fundamental en la reproducción, crecimiento y protección de muchas especies de peces marinos que se han desarrollado en condiciones de estrés fisiológico, el que enfrentan a través de una variedad de especializaciones de carácter ecológico (Blaber, 2002; Gonzalez *et al.*, 2005). Un problema que enfrenta este tipo de sistemas es el desarrollo de centros urbanos que se construyen en sus márgenes e inmediaciones y que además de alterar su estructura, se ven expuestos a diversas acciones que les provocan deterioro como el vertimiento de basura o la descarga de aguas residuales y contaminantes diversos. Se reconoce que muchos países de África, América Latina y Asia, han estimado las pérdidas de las zonas de manglar en al menos un 50 % de su área de manglar original (Burke *et al.*, 2000).

Uno de los aspectos que destacan en su caracterización es analizar la importancia de estos ambientes como lugares de crianza que permita reforzar los esfuerzos por conservar y contener sus elevadas tasas de pérdida de vegetación original y la degradación de sus características ecológicas. El presente trabajo se desarrolló con la finalidad de evaluar el comportamiento estacional de la

ictiofauna en bocas de comunicación de los ríos asociados a la laguna de Alvarado, Veracruz, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron seis sitios de muestreo asociados a los tres ríos (Papaloapan, Acula y Blanco), en cada uno de ellos se ubicaron dos puntos, el primero a 1 km de la desembocadura y el segundo en la desembocadura con la laguna de Alvarado, Veracruz, México (Fig. 1).

Se realizaron seis muestreos que comprendieron un ciclo anual, cubriendo las temporadas climáticas que prevalecen en el área (Nortes, Secas y Lluvias). En cada sitio de colecta, se registraron profundidad, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

Los peces se capturaron con un chinchorro playero de 50 m de largo, 2,5 m de altura y luz de malla de 2,5 cm, el área de captura correspondió en todos los casos a 1,500 m<sup>2</sup> de arrastre por estación. Los organismos se fijaron con formol al 10%, inyectándolos en la cavidad abdominal para detener los procesos digestivos, en todos los casos se atendieron los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2001 (SEMARNAT, 2001), para especies bajo protección. En el laboratorio, las especies se determinaron utilizando las claves taxonómicas de Fischer (1978), Hoese & Moore (1998), Castro-Aguirre (1999), Carpenter (2002a) y Carpenter (2002b).

Los organismos fueron medidos con un ictiómetro convencional de 50 cm ( $\pm 0,05$ ) y pesados utilizando una balanza digital de 2,6 kg de capacidad ( $\pm 0,05$ ). Se determinó la abundancia y biomasa de cada especie por estación y por río. Se determinó el índice de Diversidad de Shannon-Weaver, H' (Shannon-Weaver, 1949) por abundancia, riqueza específica, equitatividad, así como índice de dominancia comunitaria de McNaughton (McNaughton, 1967). Se efectuó una comparación de la diversidad entre ríos y temporadas para determinar si éstas son significativamente diferentes, para lo cual se calculó la varianza del índice de Shannon y los

grados de libertad para cada localidad, posteriormente se calculó el valor crítico de *t* de Student (Brower *et al.*, 1997).

El análisis de contenido estomacal se efectuó por el método numérico de acuerdo a los criterios de Windell y Stephen (Bagenal & Tesch, 1978). El porcentaje de estómagos revisados para cada una de las especies osciló entre el 30 y el 100%. A partir de datos recopilados de análisis estomacales de la ictiofauna capturada se realizaron tablas estacionales y por río de las especies de peces y de los ítems de alimentos identificados.

Para determinar la importancia de los tipos alimenticios, se calculó la amplitud de dieta con el índice de Levins (B) (Krebs, 2001), de acuerdo a la siguiente relación:

$$B = 1 / \sum p_j^2$$

$$B_A = (B - 1) / (n - 1)$$

Donde

$p_j$  = la proporción de la dieta que comprende la especie de la presa *j*.

*n* = el número total de especies utilizadas como presa.

El valor obtenido representa la amplitud del nicho para cada una de las especies. El valor de este índice calculado varía de 0 a 1, en donde valores bajos indican que la alimentación se basa en un número reducido de presas, también se calculó el índice estandarizado de Levin's ( $B_A$ ) para cada especie por río y temporada.

## RESULTADOS

### Parámetros físico-químicos

El comportamiento ambiental de los tres ríos que desembocan a la laguna de Alvarado fue similar en las distintas temporadas, al efectuar un análisis de varianza se observa que no hay diferencias entre los distintos ríos. En Secas no hay diferencias significativas;  $F = 0,44$  Val. Crítico  $F = 0,81$  ( $p > 0,05$ ). Para Lluvias no hay

diferencias significativas;  $F = 0,41$  Val. Critico  $F = 0,83$  ( $p > 0,05$ ). Para nortes tampoco hay diferencias significativas;  $F = 0,25$  Val. Critico  $F = 0,94$  ( $p > 0,05$ ) (Tabla 1).

#### Biológicos

Para el caso de los peces, se capturó un total de 2399 organismos en los tres ríos, pertenecientes a 45 especies, de 20 familias. De las especies recolectadas, ninguna de ellas se encuentra citada como especie bajo protección, con base en la NOM-059-2001. Los resultados por río indican que el río Blanco fue donde se obtuvieron los mayores registros de abundancia con 944 individuos y una biomasa de 21803,8 g, de 35 especies, le sigue el río Papaloapan con 808 organismos y una biomasa de 11308,8 g, de 22 especies y finalmente, el río Acula fue el que presentó los menores registros al solo registrar 647 organismos y una biomasa de 13827,3 g, de 33 especies (Tabla 2).

Las especies dominantes en términos de abundancia fueron: *Cathorops aguadulce* (Meek, 1904), *Diapterus auratus* (Ranzani, 1842),

*Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862) y *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829) que en su conjunto representan el 74,66 % de la abundancia total registrada. Por su parte las especies dominantes en términos de biomasa fueron: *C. aguadulce*, *C. urophthalmus*, *D. auratus* y *Opsanus beta* (Goode & Bean, 1880) con 61,77 % de la biomasa total (Tabla 3).

Los valores de número de especies, Diversidad ( $H'$ ) y Equitatividad ( $J'$ ) por río muestran que el río que presentó los menores registros de número de especies y de diversidad fue el río Papaloapan, respecto a los ríos Acula y Blanco que registraron valores mas altos en las distintas temporadas, como se observa en la tabla 4.

La comparación de las diversidades por río y por temporada muestra que en la temporada de Secas, los ríos Papaloapan y Acula presentaron diferencias significativas ( $t = 7,67$ ; g.l. = 325,7;  $p < 0,05$ ), al igual que Papaloapan y Blanco ( $t = 3,531$ ; g.l. = 459,7;  $p < 0,05$ ) y entre Acula y Blanco ( $t = 3,77$ ; g.l. = 387,4;  $p < 0,05$ ). Para la temporada de Lluvias también se encontraron diferencias

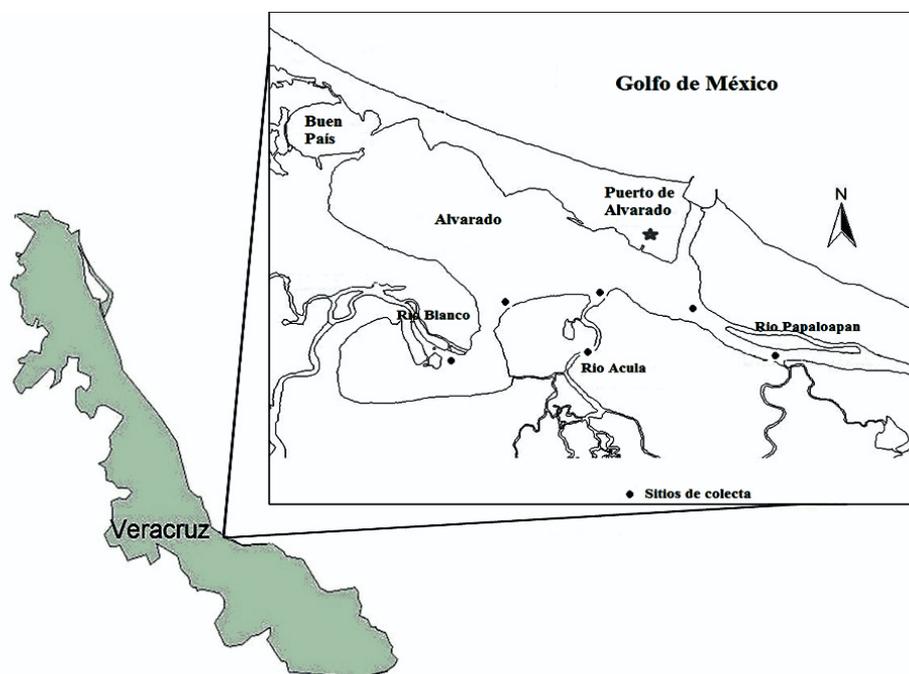


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo.

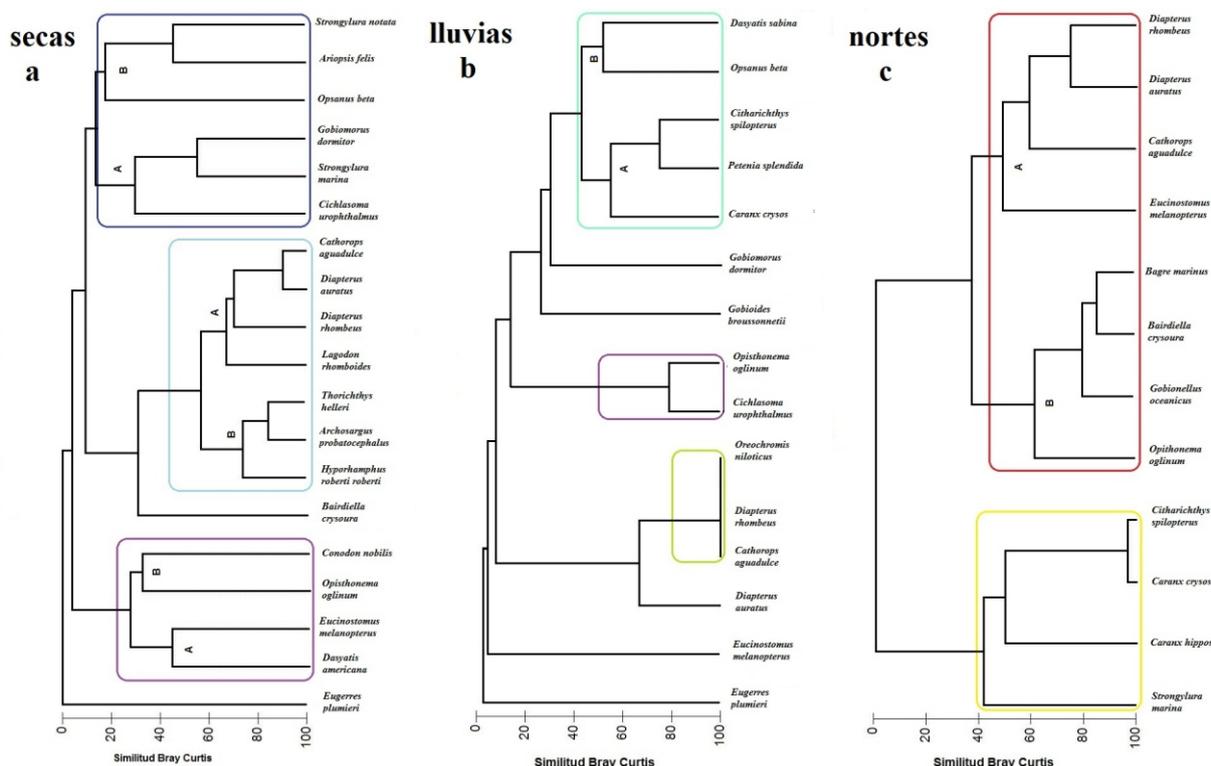


Figura 2. Gremios tróficos registrados en el río Papaloapan, secas (a), lluvias (b), nortes (c).

significativas entre los ríos Papaloapan y Acuña ( $t=4,49$ ; g.l. = 376,8;  $p<0,05$ ) y entre Acuña y Blanco ( $t=4,21$ ; g.l. = 657,9;  $p<0,05$ ), en tanto que entre Papaloapan y Blanco no se encontraron diferencias significativas ( $t=0,48$ ; g.l. = 450,4;  $p<0,05$ ). Finalmente para la temporada de Nortes, se registraron diferencias significativas entre los ríos Papaloapan y Acuña ( $t=6,55$ ; g.l. = 365,7;  $p<0,05$ ), Papaloapan y Blanco ( $t=3,24$ ; g.l. = 455,4;  $p<0,05$ ) y entre Acuña y Blanco ( $t=3,18$ ; g.l. = 629,8;  $p<0,05$ ).

La información de abundancia y biomasa por especie por río se incorporó en un análisis ANOVA  $p<0,05$ , para observar posibles diferencias significativas entre ríos considerando los dos parámetros señalados. Los resultados de este análisis indican que no hay diferencias significativas entre los ríos ni entre temporadas (Tabla 5).

#### Amplitud de dieta

Con base en los resultados obtenidos del análisis de contenido estomacal, a las distintas especies en los

diferentes sistemas por temporada, se obtuvo mediante el índice de Levin's la amplitud de dieta (B) y también el índice de Levin's estandarizado ( $B_A$ ), los resultados obtenidos para las diferentes especies por río y por temporada se muestran en las tablas 6, 7 y 8.

#### Análisis trófico

El análisis trófico de las especies presentes en cada río en las distintas temporadas permitió distinguir los principales gremios alimenticios en cada uno de los sistemas estudiados; para el río Papaloapan, se reconocieron tres gremios para la temporadas de secas, el primero de ellos incluye dos grupos de especies bentófagas, las que se alimentan de algas, bivalvos, anfipodos, detritus y tanaidaceos como es el caso de *D. auratus* y *D. rhombeus* y en un segundo grupo bentófago a las especies que consumen anfipodos, poliquetos, detritus y restos de peces, como *Lagodon rhomboides* (Linnaeus, 1766), *Ariopsis felis* (Linnaeus, 1766) y *C. aguiladulce*. El segundo gremio que incluye en su alimentación al detritus, poliquetos y microbivalvos como *Opisthonema oglinum*

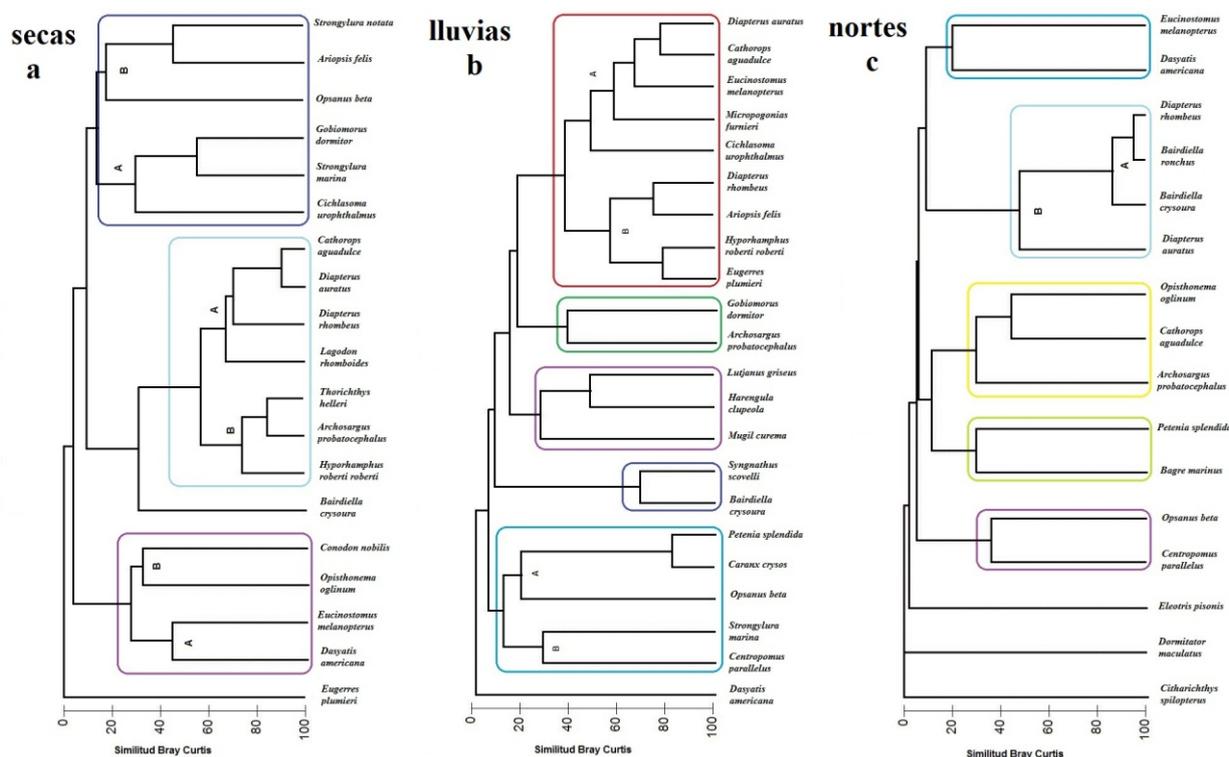


Figura 3. Gremios tróficos registrados en el río Acula, secas (a), lluvias (b), nortes (c).

(Lesueur, 1818) y *Cichlasoma* sp. El tercer gremio constituido por especies carnívoras que se alimentan de *Callinectes* sp., *Farfantepenaeus* sp., y restos de peces (Fig. 2a).

Para la temporada de lluvias, se reconocieron tres gremios, el primero incluye a las especies que se alimentan de peces y anfípodos para una de ellas, como son: *Petenia splendida* Günther, 1862, *Caranx crysos* (Mitchill, 1815), *Gobiomorus dormitor* (Lacepède, 1800) y *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862. El segundo gremio que incluye a las especies *O. oglinum* y *Cichlasoma urophthalmus* (Lacepède, 1800) que se alimentan de detritus y algas. El tercero incluye a especies bentofagas en dos subgrupos, el primero que incluye a *Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863) y *E. plumieri* que se alimentan de algas, microbivalvos y algunos otros grupos en menor proporción como anfípodos, tanaidáceos y detritus. El segundo subgrupo incluye a *C. aguadulce*, *D. auratus* y *D. rhombeus* que se alimentan principalmente de algas, anfípodos y tanaidáceos, así como detritus y restos de pez en menor proporción (Fig. 2b).

Para la temporada de nortes, se reconocieron dos gremios, el primero incluye dos subgrupos, el primer subgrupo incluye a las especies *D. auratus*, *D. rhombeus*, *C. aguadulce* y *E. melanopterus*, que se alimentan de componentes del bentos dentro de los que se incluyen algas, pastos, bivalvos, anfípodos, poliquetos y porcentajes variables de detritus. El segundo subgrupo comprende a *Bairdiella chrysoura* (Lacepède, 1803), *Bagre marinus* (Mitchill, 1815), *Gobionellus oceanicus* (Pallas, 1770) y *O. oglinum* que se alimentan fundamentalmente de detritus pastos, algas y poliquetos. El segundo gremio comprende a *C. crysos*, *C. spilopterus*, *Caranx hippos* (Linnaeus, 1766) y *Strongylura marina* (Walbaum, 1792), que se alimentan de peces, *Farfantepenaeus* sp, *Callinectes* sp, *Palaemonetes* sp y tanaidáceos (Fig. 2c).

En el río Acula, en la temporada de Secas, se reconocieron tres gremios con dos subgrupos cada uno, el primer subgrupo del primer gremio incluye a las especies *Archosargus probatocephalus* (Walbaum, 1792), *Hyporhamphus roberti roberti* (Valenciennes, 1847), *Thorichthys helleri*

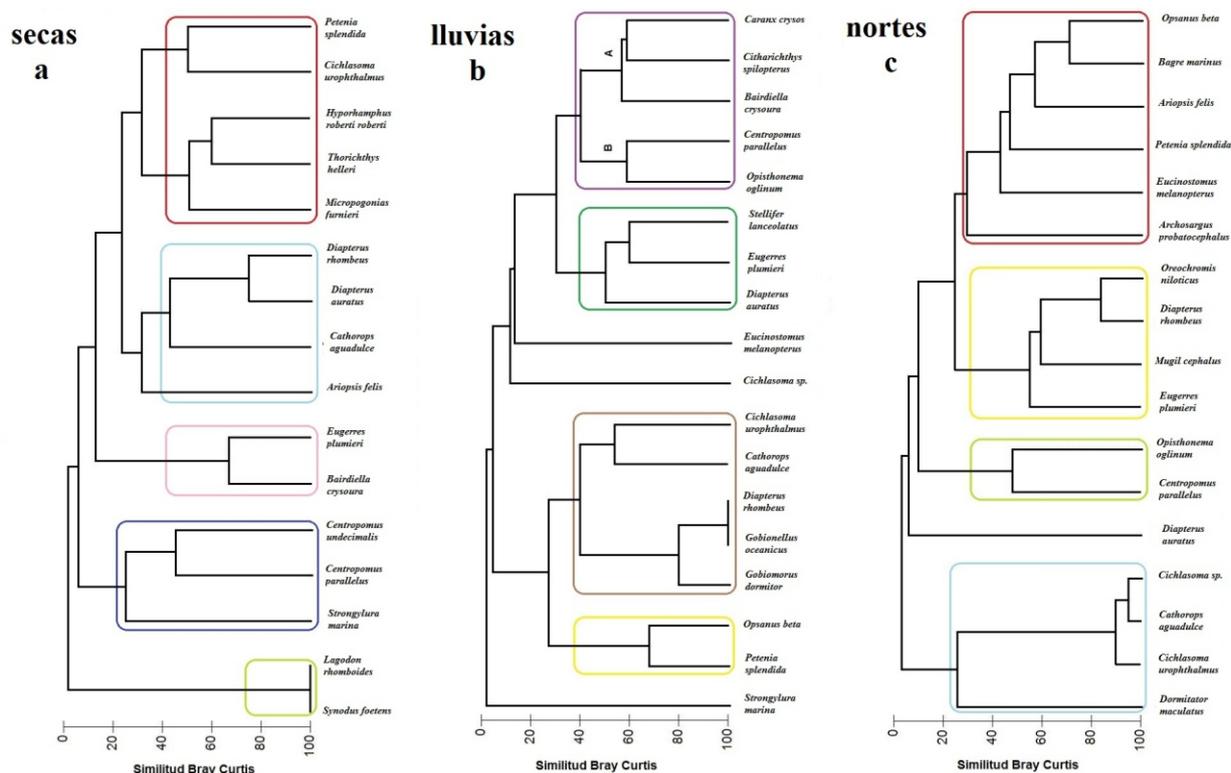


Figura 4. Gremios tróficos registrados en el río Blanco, secas (a), lluvias (b), nortes (c).

(Steindachner, 1864) y *Lagodon rhomboides*, este grupo de especies se alimenta principalmente de algas y pastos. El segundo subgrupo incluye a *D. auratus*, *D. rhombeus* y *C. aguadulce* que se alimentan de componentes bentónicos como algas, bivalvos, isópodos, anfipodos y detritus. El primer subgrupo del segundo gremio incluye a *O. oglinum*, *Conodon nobilis* (Linnaeus, 1758) y *B. chrysoura* que se alimentan de anfipodos, tanaidáceos y un porcentaje mayor de detritus. El segundo subgrupo de este gremio incluye a *E. plumieri*, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928) y *E. melanopterus*, estas especies incluyen en su alimentación bivalvos, isópodos, poliquetos y tanaidáceos, los porcentajes de detritus son mínimos. El tercer gremio incluye a *O. beta* y *A. felis* en el primer subgrupo, estas especies se alimentan de bivalvos, braquiuros, *Callinectes* sp. y restos de peces, el otro subgrupo incluye a *G. dormitor* y *S. marina* que se alimentan de *Callinectes* sp., peces e insectos en el caso de *S. marina* (Fig. 3a).

En temporada de Lluvias, se reconocieron en el río

Acuña cinco gremios, el primero comprende dos subgrupos, las especies *C. crysos*, *P. splendida* y *O. beta* constituyen el primer subgrupo y se alimentan de anomuros, huevos de pez y peces, por su parte *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) y *S. marina* conforman el segundo subgrupo y sus alimentos principales son insectos, peces y *Palaemonetes* sp. El segundo gremio (B) también se constituye de dos subgrupos, el primero formado por las especies *E. plumieri* y *H. roberti roberti* que consumen algas y pastos como alimentos principales y *A. felis* y *D. rhombeus* que también consumen algas y pastos, así como bivalvos, poliquetos y anfipodos que se desarrollan asociados a las zonas de vegetación sumergida. El segundo subgrupo se integra por *C. aguadulce* y *D. auratus*, estas especies consumen algas, *Neritina* sp., bivalvos, isópodos, anfipodos, poliquetos y detritus, en este subgrupo se integran de forma complementaria *E. melanopterus*, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) y *C. urophthalmus* que consumen algas, pastos, *Neritina* sp. y foraminíferos. El tercer gremio se compone de *B. chrysoura* y *Sygnathus scovelli* (Evermann & Kendall, 1896) que se alimentan de

**Tabla1.** Valores promedio de los parámetros físico-químicos en los ríos que desembocan a la laguna de Alvarado, Veracruz, México.

	Río Papalopapan i	Río Papaloapan ii	Río Acula i	Río Acula ii	Río Blanco i	Río Blanco ii
<b>Secas</b>						
Profundidad (cm)	120	220	70	190	70	170
Transparencia (cm)	52	64	60	100	70	110
Temperatura ambiente (°C)	30	30	30	29	29	29
Temperatura agua (°C)	28	28	29	28	28	28,5
Salinidad (‰)	8	2	7	2	4,5	2
Oxígeno Disuelto (mg/l)	7,5	7	6,2	7,2	6,2	6,5
<b>Lluvias</b>						
Profundidad (cm)	120	250	90	200	120	190
Transparencia (cm)	64	125	70	130	100	130
Temperatura ambiente (°C)	31	31	31	31	29	30
Temperatura agua (°C)	30	28	29	29	28	28,5
Salinidad (‰)	1	0	2	0	2	1
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5,5	7,2	7,3	6,9	5,9	6,5
<b>Nortes</b>						
Profundidad (cm)	130	250	70	190	120	190
Transparencia (cm)	90	80	60	90	100	60
Temperatura ambiente (°C)	23	24	24,5	25	24	24
Temperatura agua (°C)	20	19,5	21	21	20	21
Salinidad (‰)	18	11	11	4	6	4
Oxígeno Disuelto (mg/l)	9	9,6	11	11,4	10	10,8

Tabla 2. Total de especies y biomasa acumulada por río, Veracruz, México.

Especie/Río	Papaloapan		Acula		Blanco	
	Abundancia (n)	Biomasa (g)	Abundancia (n)	Biomasa (g)	Abundancia (n)	Biomasa (g)
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	2	6,6	-	-
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	-	-	6	233,1	4	157,3
<i>Ariopsis felis</i> (Linnaeus, 1766)	2	28	3	273,9	9	314,9
<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)	1	9,1	2	14,3	3	14,4
<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1803)	1	9,8	30	625,1	16	135,3
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	-	-	3	36,1	1	16,3
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	2	8,5	7	139,6	1	11
<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	2	15,5	-	-	-	-
<i>Cathorops aguadulce</i> (Meek, 1904)	159	2816,2	120	2075,5	385	7238,6
<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	-	-	20	902,6	20	432,6
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	-	-	-	-	3	52,4
<i>Thorichthys helleri</i> (Steindachner, 1864)	-	-	2	335,3	1	63,2
<i>Cichlasoma pearsei</i> (Hubbs, 1936)	-	-	-	-	4	71,7
<i>Cichlasoma</i> sp.	3	141,2	-	-	8	443
<i>Cichlasoma urophthalmus</i> (Günther, 1862)	19	240,5	79	1831,2	151	6223,3
<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862	19	83,35	1	1,8	4	18,5
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	1	59,4	-	-
<i>Dasyatis americana</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	-	-	3	278,9	-	-
<i>Dasyatis sabina</i> (Lesueur, 1824)	1	75	-	-	-	-
<i>Diapterus auratus</i> (Ranzani, 1842)	373	3299,5	125	1106	151	1176
<i>Diapterus rhombeus</i>	90	1012,8	79	468,5	46	278,1
<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1785)	-	-	2	110,1	8	351,8

Continúa Tabla 2

Continúa Tabla 2

Especie/Río	Papaloapan		Acula		Blanco	
	Abundancia (n)	Biomasa (g)	Abundancia (n)	Biomasa (g)	Abundancia (n)	Biomasa (g)
<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1788)	-	-	4	39	-	-
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	38	424,2	27	189,5	6	31,1
<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	2	190,3	3	223,4	12	856,3
<i>Gobioides broussonnetii</i> Lacepède, 1800	1	106,8	-	-	1	291,8
<i>Gobiomorus dormitor</i> (Lacepède, 1800)	2	100,1	2	28,9	1	56,8
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	19	159,5	-	-	1	8,1
<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	-	-	4	51,3	-	-
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i> (Valenciennes, 1847)	-	-	8	311,4	9	429,8
<i>Lagodon rhomboides</i> (Linnaeus, 1766)	-	-	10	121,3	1	12,8
<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	2	19,6	-	-
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	-	-	13	337,1	2	38,1
<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	3	190,3
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	-	-	2	74,6	-	-
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	58	1185,7	9	143,5	28	427,4
<i>Opsanus beta</i> (Goode & Bean, 1880)	1	10,1	43	2288,6	12	497,6
<i>Oreochromis niloticus niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	2	437,6	-	-	2	268
<i>Petenia splendida</i> Günther, 1862	2	36,9	22	685,7	26	565,5
<i>Stellifer lanceolatus</i> (Holbrook, 1855)	-	-	-	-	9	228,1
<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	11	918,2	11	740,8	10	662,8
<i>Strongylura notata</i> (Walbaum, 1792)	-	-	1	74,5	3	209,6

algas, isópodos y pequeños gasterópodos. El cuarto gremio incluye a *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758), *Harengula clupeola* (Cuvier, 1829) y *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) que consumen detritus, poliquetos, huevos de pez, así como isópodos y anfípodos. Finalmente el quinto gremio comprende a *G. dormitor* y *A. probatocephalus* que se alimentan de *Neritina* sp., bivalvos y pastos (Fig. 3b).

Por su parte en la temporada de Nortes, se reconocieron cuatro gremios en el río Acula, el primero de ellos integrado por las especies *D. rhombeus* y *Bairdiella ronchus* (Cuvier, 1830) que se alimentan de algas y anfípodos principalmente, a este gremio se agregan *B. chrysourea* y *D. auratus* que consumen adicionalmente poliquetos y detritus. El segundo gremio se compone por las especies *D. americana* y *E. melanopterus* que se alimentan principalmente de poliquetos y tanaidáceos. El tercer gremio se conforma con *O. oglinum*, *C. aguadulce* y *A. probatocephalus* que

consumen pastos, bivalvos y detritus. El cuarto gremio incluye a las especies *B. marinus* y *P. splendida* que consumen pastos, *Neritina* sp, y peces. Finalmente, el quinto gremio incluye a *C. parallelus* y *O. beta* que consumen algas, pastos, braquiuros (incluido *Callinectes* sp.), y en menor proporción tanaidáceos (Fig. 3c).

En el caso del río Blanco, para la temporada de Secas, se reconocieron cinco gremios, el primero de ellos comprende a las especies *L. rhomboides* y *Synodus foetens* (Linnaeus, 1766) cuyo alimento principal son peces. El segundo gremio comprende a *D. auratus*, *D. rhombeus*, *C. aguadulce* y *A. felis* que se alimentan de componentes bentónicos como algas, bivalvos, anfípodos, huevos de pez y ostrácodos. El tercer gremio incluye a *B. chrysourea* y *E. plumieri* que consumen algas y poliquetos como alimenticios principales. El cuarto gremio comprende dos subgrupos, el primero incluye a *H. roberti roberti*, *T. helleri* y *M. furnieri* que se alimentan de algas y bivalvos principalmente, y en

**Tabla 3.** Especies dominantes en el estudio.

Especie	Biomasa Total (g)	% de Dominancia
<i>Cathorops aguadulce</i>	12130,3	26,02
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	8294,5	17,2
<i>Diapterus auratus</i>	5581,5	11,97

Especie	Abundancia Total (n)	% de Dominancia
<i>Cathorops aguadulce</i>	664	27,9
<i>Diapterus auratus</i>	649	27,3
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	249	10,46
<i>Diapterus rhombeus</i>	215	9,03
<i>Opsanus beta</i>	2796,3	5,99

**Tabla 4.** Parametros ecológicos por temporada.

	RIO	Número de especies	Diversidad (H')	Equitatividad (J')
SECAS	PAPALOAPAN	10	2,30	0,69
	ACULA	21	3,41	0,77
	BLANCO	22	2,82	0,32
LLUVIAS	PAPALOAPAN	16	2,75	0,69
	ACULA	23	3,39	0,75
	BLANCO	21	2,82	0,64
NORTES	PAPALOAPAN	12	1,76	0,49
	ACULA	19	2,75	0,65
	BLANCO	18	2,20	0,53

menor proporción de poliquetos, el segundo subgrupo incluye las especies *C. urophthalmus* y *P. splendida* que consumen algas, pastos y *Neritina* sp., principalmente y en menor proporción anfípodos. Finalmente el quinto gremio incluye a las especies *C. parallelus*, *Centropomus*

*undecimalis* (Bloch, 1792) y *S. marina* que consumen *Farfantepenaeus* sp y *Palaemonetes* sp como alimentos principales, en menor proporción consumen insectos (Fig. 4a).

Para la temporada de Lluvias, se reconocieron

**Tabla 5.** ANOVA entre los tres ríos por temporada en abundancia y biomasa.

ABUNDANCIA TEMPORADA DE SECAS						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre grupos	1381,24	2	690,62	1,59	0,21	3,18
Dentro de los grupos	21698,56	50	433,97			
Total	23079,81	52				
ABUNDANCIA TEMPORADA DE LLUVIAS						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre grupos	376	2	188	0,24	0,78	3,16
Dentro de los grupos	44099,93	57	773,68			
Total	44475,93	59				
ABUNDANCIA TEMPORADA DE NORTES						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre grupos	4235,96	2	2117,98	0,95	0,39	3,19
Dentro de los grupos	102672,85	46	2232,02			
Total	106908,82	48				
BIOMASA TEMPORADA DE SECAS						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre grupos	265385,55	2	132692,77	0,33	0,72	3,18
Dentro de los grupos	20329976,3	50	406599,53			
Total	20595361,9	52				
BIOMASA TEMPORADA DE LLUVIAS						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre grupos	329534,75	2	164767,38	0,75	0,47	3,16
Dentro de los grupos	12508022,7	57	219438,99			
Total	12837557,4	59				
BIOMASA TEMPORADA DE NORTES						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre grupos	333956,21	2	166978,10	0,38	0,68	3,19
Dentro de los grupos	20154089,5	46	438132,38			
Total	20488045,7	48				

cuatro gremios, el primero de ellos se conforma con las especies *S. marina*, *C. crysos* y *C. spilopterus*, este grupo de especies consumen peces, a este gremio se integran *B. chrysoura* y *C. parallelus* que consumen como tipos alimenticios principales a peces y tanaidaceos, así como isópodos e insectos en menor proporción. El segundo gremio comprende a *O. beta* y *P. splendida* que consumen organismos del género *Callinectes* y peces como alimentos principales y en menor proporción otros braquiuros y *Farfantepenaeus* sp. El tercer gremio incluye a las

especies *D. auratus*, *E. melanopterus* y *E. plumieri* que consumen algas, pastos, bivalvos, anfípodos y detritus. El cuarto gremio comprende dos subgrupos, el primero incluye a *D. rhombeus*, *G. oceanicus* y *C. aguadulce* que consumen algas, bivalvos, anfípodos y en menor proporción tanaidaceos, el segundo subgrupo comprende a *Cichlasoma* sp. y *C. urophthalmus* que consumen algas, bivalvos, anfípodos, *Neritina* sp., y en menor proporción detritus (Fig. 4b).

Finalmente, en la temporada de Nortes, se

**Tabla 6.** Amplitud de dieta Índice de Levins (B) y Levins estandarizado (B<sub>s</sub>) para las especies de peces registradas en el Río Blanco en las temporadas de Secas, Lluvias y Nortes.

RIO BLANCO	SECAS		LLUVIAS		NORTES	
	B	BA	B	BA	B	BA
<i>Archosargus probatocephalus</i>	---	---	---	---	2,52	0,38
<i>Ariopsis felis</i>	0	0	2,07	0,36	1,10	0,05
<i>Bairdiella chrysoura</i>	5,47	0,36	3	0,66	---	---
<i>Bairdiella ronchus</i>	0	0	---	---	---	---
<i>Cathorops aguadulce</i>	5,52	0,41	2,28	0,26	1,72	0,36
<i>Centropomus parallelus</i>	3,31	0,38	4,18	0,64	3,09	0,21
<i>Centropomus undecimalis</i>	1	0	---	---	---	---
<i>Cichlasoma</i> sp.	---	---	2,53	0,51	1,22	0,11
<i>Thorichthys helleri</i>	2,19	0,59	---	---	---	---
<i>Cichlasoma pearsei</i>	2,25	0,62	---	---	---	---
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	6,34	0,48	5,43	0,36	---	---
<i>Citharichthys spilopterus</i>	---	---	1	0	---	---
<i>Oreochromis niloticus</i>	---	---	---	---	1	0
<i>Diapterus auratus</i>	5,89	0,49	4,21	0,29	4,8	0,34
<i>Diapterus rhombeus</i>	4,86	0,48	2,87	0,31	2,86	0,37
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	---	---	4,14	0,52	1,1	0,05
<i>Eugerres plumieri</i>	1,58	0,19	2,45	0,29	4,88	0,48
<i>Gobionellus oceanicus</i>	---	---	1	0	---	---
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	1,8	0,8	---	---	---	---
<i>Lagodon rhomboides</i>	1	0	---	---	---	---
<i>Stellifer lanceolatus</i>	---	---	1,81	0,16	---	---
<i>Micropogonias furnieri</i>	3,1	0,52	---	---	---	---
<i>Mugil cephalus</i>	0	0	---	---	1	0
<i>Opisthonema oglinum</i>	0	0	1,18	0,04	2,22	0,2
<i>Opsanus beta</i>	---	---	3,32	0,39	4,68	0,46
<i>Petenia splendida</i>	1	0	1,88	0,18	1	0
<i>Strongylura marina</i>	3	1	1,47	0,23	---	---
<i>Strongylura notata</i>	1	0	---	---	---	---
<i>Synodus foetens</i>	1	0	---	---	---	---
<i>Trinectes maculatus</i>	0	0	0	0	---	---
<i>Caranx crysos</i>	---	---	1	0	---	---

reconocieron cuatro gremios, el primero de ellos con las especies *P. splendida*, *A. felis*, *B. marinus* y *O. beta* que consumen algas, restos de peces, *Neritina* sp., y *Callinectes* sp. El segundo gremio incluye a *E. plumieri*, *O. oglinum*, *M. cephalus* y *D. rhombeus* que consumen algas, pastos, detritus y en menor proporción tanaidaceos y anfípodos. El tercer gremio incluye a *C. urophthalmus*, *D.*

*maculatus*, *C. aguadulce*, *Cichlasoma* sp., *D. auratus* y *C. parallelus*, este grupo de especies consume componentes bentónicos como algas, pastos, bivalvos, anfípodos, poliquetos, detritus y tanaidaceos. El cuarto gremio formado por *A. probatocephalus* y *Oreochromis niloticus niloticus* (Linnaeus, 1758) que consumen pastos, bivalvos y *Neritina* sp., como alimentos principales (Fig. 4c).

**Tabla 7.** Amplitud de dieta Índice de Levins (B) y Levins estandarizado (B<sub>A</sub>) para las especies de peces registradas en el Río Papaloapan en las temporadas de Secas, Lluvias y Nortes.

RIO PAPALOAPAN	SECAS		LLUVIAS		NORTES	
	B	BA	B	BA	B	BA
<i>Ariopsis felis</i>	4,18	0,64	---	---	---	---
<i>Bairdiella chrysoura</i>	---	---	---	---	1,92	0,46
<i>Caranx crysos</i>	---	---	1	0	---	---
<i>Caranx hippos</i>	---	---	---	---	2	0,5
<i>Cathorops aguadulce</i>	3,44	0,41	3,94	0,33	5,62	0,35
<i>Bagre marinus</i>	---	---	---	---	2,020	0,340
<i>Cichlasoma</i> sp.	2,18	0,58	0	0	---	---
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	---	---	4,64	0,73	---	---
<i>Oreochromis niloticus</i>	---	---	1,1	0,05	---	---
<i>Citharichthys spilopterus</i>	2	1	1,8	0	1,05	0,02
<i>Dasyatis sabina</i>	---	---	1	0	---	---
<i>Diapterus auratus</i>	1,94	0,1	3,71	0,3	2,75	0,15
<i>Diapterus rhombeus</i>	3,28	0,45	2,61	0,40	3,41	0,26
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	2,02	0,14	3,07	0,41	5,96	0,62
<i>Eugerres plumieri</i>	2,3	0,43	2,94	0,48	---	---
<i>Elops saurus</i>	1,1	0,1	---	---	---	---
<i>Gobiomorus dormitor</i>	---	---	1	0	---	---
<i>Gobionellus oceanicus</i>	---	---	---	---	2,87	0,37
<i>Gobioides broussonnetii</i>	---	---	1,6	0,3	---	---
<i>Opisthonema oglinum</i>	2,06	0,53	1,08	0,04	1,18	0,06
<i>Opsanus beta</i>	---	---	1,51	0,17	---	---
<i>Petenia splendida</i>	---	---	1	0	---	---
<i>Strongylura marina</i>	2,8	0,6	---	---	3,33	0,47

## DISCUSIÓN

Las lagunas costeras son ambientes generados por procesos geológicos recientes que se encuentran en un cambio continuo como resultado de la erosión y el depósito de sedimentos, así como por las fluctuaciones en el nivel del mar. Desde el punto de vista fisicoquímico, en estos ambientes lagunares,

la salinidad y temperatura son dos de los factores de mayor influencia en la vida de los organismos de aguas marinas y salobres, ya que estos determinan las propiedades fisicoquímicas de cualquier masa de agua (Rendón, 2004).

En los ríos que desembocan hacia el sistema lagunar de Alvarado, la temperatura varió en forma proporcional a la salinidad y de acuerdo a las

**Tabla 8.** Amplitud de dieta Índice de Levins (B) y Levins estandarizado (B<sub>s</sub>) para las especies de peces registradas en el Río Acula en las temporadas de Secas, Lluvias y Nortes.

RIO ACULA	SECAS		LLUVIAS		NORTES	
	B	BA	B	BA	B	BA
<i>Achirus lineatus</i>	---	---	---	---	0,000	0,000
<i>Archosargus probatocephalus</i>	1,22	0,22	3,17	0,54	1,29	0,97
<i>Ariopsis felis</i>	1,47	0,47	2,74	0,87	---	---
<i>Bagre marinus</i>	---	---	---	---	1,724	0,362
<i>Bairdiella chysoura</i>	2,02	0,25	1,47	0,23	1,34	0,17
<i>Bairdiella ronchus</i>	---	---	---	---	1	0
<i>Caranx crysos</i>	---	---	2,95	0,32	---	---
<i>Cathorops aguadulce</i>	2,59	0,26	6,35	0,48	4,8	0,38
<i>Centropomus parallelus</i>	3,62	0,65	4,91	0,65	4	0,6
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	2,83	0,61	4,45	0,28	0	0
<i>Thorichthys helleri</i>	1,72	0,72	---	---	---	---
<i>Petenia splendida</i>	---	---	2,8	0,45	1,1	0,05
<i>Citharichthys spilopterus</i>	---	---	---	---	1	0
<i>Conodon nobilis</i>	1,98	0,98	---	---	---	---
<i>Dasyatis americana</i>	1	0	1	0	1,1	0,05
<i>Diapterus auratus</i>	2,96	0,28	7,17	0,51	4,28	0,36
<i>Diapterus rhombeus</i>	2,53	0,38	2,89	0,16	1,1	0,03
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	2,85	0,62	4,14	0,35	2,91	0,38
<i>Eugerres plumieri</i>	2,78	0,59	3,15	0,54	---	---
<i>Eleotris pisonis</i>	---	---	---	---	1	0
<i>Dormitator maculatus</i>	---	---	---	---	1	0
<i>Gobiomorus dormitor</i>	1,36	0,18	1	0	---	---
<i>Harangula clupeola</i>	---	---	4,24	0,46	---	---
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	1,22	0,22	1,16	0,05	---	---
<i>Lagodon rhomboides</i>	2,099	0,219	---	---	---	---
<i>Lutjanus griseus</i>	---	---	2,63	0,54	---	---
<i>Micropogonias furnieri</i>	1,22	0,22	6,43	0,6	---	---
<i>Mugil curema</i>	---	---	1	0	---	---
<i>Opisthonema oglinum</i>	1	0	0	0	2,05	0,35
<i>Opsanus beta</i>	2,83	0,26	3,12	0,3	2,86	0,37
<i>Strongylura marina</i>	3	1	1,61	0,15	---	---
<i>Strongylura notata</i>	1	0	---	---	---	---
<i>Syngnathus scovelli</i>	---	---	1,72	0,36	---	---

temporadas climáticas que predominan en la zona, de esta forma, en la temporada de nortes se presentan las salinidades más bajas, siendo en esta época la frecuente ocurrencia de frentes fríos acompañados de fuertes vientos y lluvias que provocan una importante disminución de la temperatura ambiental y del agua, la entrada de agua de mar por un proceso físico de empuje origina un incremento en los procesos de mezcla de agua de diferente origen e incrementa la turbulencia provocada por la resuspensión de materiales, como lo refiere Alber (2002).

Algunos autores señalan que durante esta temporada los ríos asociados a sistemas del sur del golfo de México disminuyen considerablemente sus volúmenes de descarga (Yáñez-Arancibia & Day, 1988; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1988). En una primera aproximación, los resultados obtenidos en el presente estudio son similares respecto al comportamiento de la temperatura y salinidad, ya que los meses más fríos son octubre y noviembre (Nortes), durante la temporada de secas se incrementó un poco la salinidad debido a la influencia de frentes marinos que influyen de forma directa sobre el sistema, a pesar de que el análisis de varianza no muestra diferencias significativas en el comportamiento de los parámetros en los ríos y las temporadas climáticas.

Los mayores registros de abundancia se obtuvieron en los ríos Papaloapan y Blanco, estos resultados guardan cierta correspondencia con la profundidad, al respecto Kupschus & Tremain (2001), mencionan que la profundidad es un factor importante y hacen referencia a las interacciones entre especies asociadas con cambios en la columna de agua, como el aumento en la protección contra depredadores mayores en aguas someras y un incremento en la disponibilidad de alimento para organismos pelágicos en aguas profundas. Autores como Peterson & Ross (1991) observaron que la temperatura y la salinidad influyen en la estructura espacial y temporal de una comunidad de peces en hábitats salobres a lo largo de un gradiente río-estuario ya que la salinidad tiene un papel determinante en el desarrollo de los ciclos reproductivos.

Entre los componentes biológicos analizados, destaca el hecho de que las especies que se comportaron como especies dominantes en estos

ríos corresponden en su mayoría a especies residentes (*C. aguadulce*, *D. auratus*, *C. urophthalmus*, *D. rhombeus* y *O. beta*) que en su conjunto aportaron más del 60% de los registros de biomasa y abundancia por río. Con 45 especies reconocidas en el presente estudio, éste sistema de ríos en el sistema lagunar de Alvarado se considera un ecosistema medianamente diverso al ser comparado con laguna de Términos (Yáñez *et al.*, 1985), para la que se reportan componentes principalmente marinos, Franco & Chávez (1993) encontraron 82 especies en laguna de Tamiahua, observaron que los mayores registros provienen de especies marinas.

El comportamiento de estos y otros factores característicos de estos lugares favorece que éste tipo de sistemas sean utilizados por una gran cantidad de peces de distinto origen, marinos o dulceacuícolas que dependen en alguna etapa de su vida de las condiciones estuarinas para madurar, alimentarse, refugiarse o reproducirse. El conocimiento de las especies que habitan las lagunas costeras es sumamente importante para interpretar su dinámica así como para obtener datos sobre los cambios tróficos que se llevan a cabo en estos ambientes costeros, en el sistema de ríos que confluyen en la laguna de Alvarado, los valores de diversidad calculados para cada río presentaron diferencias significativas por río y temporada climática, salvo en la temporada de lluvias donde los ríos Blanco y Papaloapan no mostraron diferencias en este parámetro.

A pesar de no existir diferencias respecto a la diversidad entre ambos ríos, en ésta temporada si se registró una composición de especies diferente, en los ríos Blanco y Papaloapan, para el primero se capturaron siete especies que no fueron observadas en el Papaloapan (*B. chrysooura*, *A. felis*, *C. parallelus*, *G. oceanicus*, *S. lanceolatus*, *S. marina* y *T. maculatus*) y solo *D. sabina* y *O. niloticus* estuvieron presentes en el Papaloapan y ausentes en el río Blanco. Yáñez *et al.* (1985) mencionan que estudios realizados en lagunas costeras del golfo de México han mostrado que la producción de peces en la zona costera esta correlacionada a entradas fluviales en las numerosas lagunas estuarinas en ésta región; los mismos autores atribuyen que éste comportamiento se encuentra asociado a los niveles de productividad primaria y al aporte de materia orgánica que acompañan las descargas de

los ríos, así como el alto grado de interacción ecológica entre los estuarios y la zona costera adyacente. Es evidente la importancia de los elementos de origen marino en la organización de éste tipo de ambientes; Franco *et al.* (1996) refieren que las especies marinas incursionan a los sistemas estuarinos en busca de alimento y/o protección, lo cual refleja nuevamente el importante nivel de intercambio con la zona marina adyacente.

Un componente presente en las inmediaciones de las desembocaduras de los ríos son las praderas de pastos sumergidos que son utilizados por las especies que incursionan por alimento o protección en esta laguna. Al respecto, se considera que el desarrollo de vegetación sumergida en los ambientes estuarinos favorece un incremento en la abundancia y diversidad de invertebrados, que son alimento de peces juveniles y adultos (Johnson & Heck, 2006), lo anterior se refleja en la amplitud de dieta de las distintas especies. El índice de Levins como herramienta para determinar la amplitud de la dieta de la ictiofauna localizada dentro de los tres ríos mostró que existe cierta especialización entre la dieta de *C. undecimalis*, *P. splendida*, *S. foetens*, *S. notata*, *D. americana* y *C. urophthalmus*, lo que indica que sus dietas son restringidas a pocos tipos alimenticios principalmente en los ríos Blanco y Acula en la temporada de Secas, lo que sugiere poca disponibilidad de niveles tróficos dentro del sistema. Guevara *et al.* (2007) establecen que el registro de componentes tróficos similares es consecuencia de la estabilidad del área y que la constante influencia marina y la alta abundancia y diversidad de las comunidades asociadas a la vegetación sumergida proveen de una base alimenticia para muchas especies de peces durante alguna parte de su ciclo de vida. En el presente estudio, sin embargo, para la época de lluvias solo se mostró especialización en cuatro de las 29 especies (*C. crysos*, *C. spilopterus*, *D. americana* y *D. sabina*), las que muestran los valores mas bajos registradas para ésta temporada, lo que coincide con Flores *et al.* (2009), quienes señalan que en ésta condición, los valores de  $B_A$  indican que las especies se alimentan de un número reducido de tipos alimenticios lo que produce una mínima amplitud de dieta. Para el resto de las especies la diversidad trófica en la misma temporada fue variada.

Se reconoce que no es posible establecer los

hábitos alimenticios para una especie de forma permanente, esto por el hecho de que los patrones que exhiben al respecto, están determinados por las respuestas funcionales a las características particulares del hábitat donde se desarrollan las relaciones depredador-presa y la abundancia relativa de las presas en el ambiente (Labropoulou & Eleftheriou, 1997). De esta forma, se reconoce que la dieta de las especies en el presente estudio, está influida por la disponibilidad de los recursos que son utilizados como alimento, así como de las características que prevalecen en el sistema y que favorecen su aprovechamiento. Para el caso de las especies bentófagas, el consumo de algas en proporciones importantes indica que es recurso disponible y abundante a través de las tres temporadas; no así para el caso de las especies ictiófagas, que consumen los elementos que se encuentran disponibles, este comportamiento puede corresponder con las condiciones ambientales que prevalecen en la zona y que puede condicionar la presencia o ausencia de las diferentes especies presa. De esta forma, las especies ictiófagas como *O. beta*, *P. splendida* o *G. dormitor* presentaron un comportamiento alimenticio aparentemente contradictorio al consumir componentes bentónicos al tiempo que su análisis los ubica como bentófagos, un caso similar es el presentado por *O. beta*, cuyos registros alimenticios lo ubican como carroñero.

El análisis trófico de las especies permite diferenciar los principales gremios alimenticios, estos son definidos como grupos de especies que explotan los mismos recursos con estrategias similares (Adams, 1985). Este tipo de análisis proporciona información valiosa que ayuda a comprender las interacciones y procesos que influyen en los cambios temporales de las comunidades. Los principales gremios alimenticios detectados para cada uno de los sistemas estudiados presentaron un amplio espectro de tipos alimenticios, lo cual es reflejo de flexibilidad al hacer uso del alimento disponible, respondiendo a la capacidad de adaptación típica de especies estuarinas. Se reconoce que los peces presentan diversos hábitos alimenticios relacionados con la disponibilidad de alimento y acorde con las etapas de desarrollo (Guevara *et al.*, 2007), en contraste con la mayoría de otros grupos faunísticos.

En el río Papaloapan se distinguen dos gremios bentófagos en las tres temporadas, que inciden sobre diversos componentes biológicos y un gremio carnívoro, éste comportamiento coincide parcialmente con el registrado en el río Acula que presentó tres gremios en secas pero existen marcadas diferencias en Lluvias y Nortes al presentar cinco gremios y donde la cantidad de recursos alimenticios que utilizan las especies se incrementa considerablemente respecto al río Papaloapan, este mismo comportamiento se observó en el río Blanco que presentó cinco gremios en la temporada de Secas y cuatro en Lluvias y Nortes, este comportamiento respecto del aprovechamiento de tipos alimenticios es similar a lo reportado por Miller & Dunn (1980), quienes señalan que el comportamiento trófico de los peces en los estuarios se asocia a los recursos que se encuentran en mayor cantidad en estos ambientes, como el detritus, algas, materia orgánica y diversos invertebrados que favorecen la flexibilidad de hábitos alimenticios, omnivoría, repartición de recursos entre las distintas especies y formación de cadenas tróficas basadas en su consumo. Debido a lo anterior, se puede concluir que los ríos que desembocan hacia el sistema laguna de Alvarado son ambientes altamente dinámicos resultado de la interacción que resulta entre sus descargas de agua al cuerpo lagunar y la influencia del agua marina que incursiona a éste sistema por efecto de las mareas y los eventos de nortes característicos de esta zona del golfo de México. Esta interacción de ambientes es aprovechada por diversas especies de peces que incursionan a estos sistemas por alimento o protección contra depredadores, de las 45 especies identificadas a lo largo del estudio, las especies *A. prabatocephalus*, *A. felis*, *B. chrysoura*, *C. aguadulce*, *C. parallelus*, *Cichlasoma sp.*, *C. urophthalmus*, *C. spilopterus*, *D. americana*, *D. auratus*, *D. rhombeus*, *E. melanopterus*, *E. plumieri*, *O. oglinum*, *O. beta*, *P. splendida* y *S. marina* son las especies características de estos sistemas al estar presentes durante todo el año, siendo cinco de ellas las que se consideran como especies dominantes en los afluentes al registrar más del 60 % de la biomasa y más del 70 % de la abundancia obtenida a lo largo del año. Los ríos que presentaron la mayor riqueza específica fueron Acula y Blanco, en tanto que el Papaloapan es el que presentó la menor riqueza específica, éste comportamiento se encuentra asociado a la disponibilidad de recursos

alimenticios ya que tanto el Acula como el Blanco son los ríos que mayor cantidad de gremios alimenticios presentaron y donde la cantidad de tipos alimenticios fue mayor. Los valores de amplitud de dieta muestran que la mayoría de las especies son generalistas que aprovechan diversos tipos alimenticios para cubrir sus requerimientos energéticos, siendo solamente especies como *C. crysos*, *C. spilopterus*, *D. americana* y *D. sabina* quienes muestran un cierto grado de especificidad alimenticia. Es importante la evaluación de los componentes biológicos presentes en los sistemas costeros, ya que su monitoreo continuo permitirá definir las estrategias más adecuadas que ayuden a conservar los patrones de biodiversidad presentes así como sus niveles de productividad de los cuales depende la economía local.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la División de Investigación de la FES-Iztacala, por el financiamiento parcial de este trabajo, así como al Convenio de Colaboración FES-Iztacala-IIB-Universidad Veracruzana (26215-925-25-V-10), por los apoyos otorgados para desarrollar el presente trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, J. 1985. The definition and interpretation of guild structure in ecological communities. *Journal of Animal Ecology*, 54: 43-59.
- Alber, M. 2002. A conceptual model of estuarine freshwater inflow management. *Estuaries*, 25:1246-1261.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. 1978. *Methods for assessment of fish production in freshwater*. (3<sup>era</sup> ed). Blackwell scientific. Publication. Oxford. England.
- Barreiro, G.Ma.T. 1999. Aporte de hojarasca y renovación foliar del manglar en un sistema estuarino del Sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 47: 729-737.

- Blaber, S.J.M. 2002. "Fish in hot water": the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *Journal of Fish Biology*, 61: 1-20.
- Brower, J.; Zar, J. & von Ende, C.N. 1997. *Field and laboratory methods for general ecology*. McGraw-Hill. Boston, Mass.
- Burke, L.; Kura, Y.; Kassem, K.; Revenga, C.; Spalding, M. & McAllister, D. 2000. *Pilot analysis of global ecosystems (PAGE): Coastal ecosystems*. World Resources, consultado el 15 de agosto de 2017 <[http://www.wri.org/wr2000/coast\\_page.html](http://www.wri.org/wr2000/coast_page.html) on 11 March 2004>
- Castro-Aguirre, J.L. 1999. *Estuarine-lagoonal ichthyofauna and vicariance of Mexico (Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México)*. Limusa, México, D.F.
- Carpenter, K.E. 2002a. *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. Volumen 2: Bony Fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologist and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. pp. 601-1374.
- Carpenter, K.E. 2002b. *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. Volumen 3: Bony Fishes part 2 (Ophistognathidae to Molidae). Sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologist and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 2002. pp. 1375-2127.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México. Estudio del país, 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 293 pp.
- Contreras, F & Castañeda, O. 2004. *Las lagunas costeras y estuarios del Golfo de México: Hacia el establecimiento de índices ecológicos*. En: *Diagnostico Ambiental del Golfo de México*. Caso, M.; Pisanty, I. & Escurra E. (eds) México, SEMARNAT, pp 373.
- Fischer, W. 1978. *FAO species identification sheets for fishery purposes, western Central Atlantic* (fishing, area 31) FAO, Rome (Italy) 6 Vol.
- Flores, O.J.R.; Godinez, D.E.; Rojo, V.J.A.; Corgos, A.; Galvan, P.V.H. & Gonzalez, S.G. 2009. Interacciones tróficas de las seis especies de peces más abundantes en la pesquería artesanal en dos bahías del Pacífico Central Mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 57: 383-397.
- Franco, L.J.; Chávez, L.R.; Peláez, R.E. & Bedia, S.C.M. 1996. Riqueza ictiofaunística del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. *Revista de Zoológia*, num. esp. 2:17-32.
- Franco, L.J. & Chávez, L.R. 1993. Summaries on the knowledge of the ichthyofauna of Tamiahua Lagoon, Veracruz, Mexico (Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica*, 2: 53-63.
- González, A.A.F.; de la Cruz-Agüero, G.; de la Cruz Agüero, J. & Ruiz, C.G. 2005. Seasonal pattern of the fish assemblage of El Conchalito mangrove swamp, La Paz Bay, Baja California Sur, Mexico. *Hidrobiológica*, 15: 205-214.
- Guevara, E.; Alvarez, H.; Mascaró, M.; Rosas, C. & Sanchez, A. 2007. Hábitos alimenticios y ecología trófica del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) asociado a la vegetación sumergida en la laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 55: 989-1004.
- Hoese, H.D. & Moore, R.H. 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico*. Texas, Louisiana, and Adjacent Waters (2<sup>nda</sup> ed). Texas A & M University Press, College Station, TX.
- Johnson, M.W. & Heck, K.L.Jr. 2006. Seagrass patch characteristics alter direct and indirect interactions in a tritrophic estuarine food web. *Estuaries and Coasts*, 29: 499-510.
- Krebs, C.J. 2001. *Ecological Methodology* (2<sup>nda</sup> ed). Benjamin Cummings Publishing pp.
- Kupschus, S. & Tremain, D. 2001. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 58: 1383-1403.
- Labropoulou, M. & Eleftheriou, A. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *Journal of Fish Biology*, 50: 324-340.
- Lankford, R.R. 1977. *Coastal lagoons of Mexico*:

- Their origin and classification.* En: M. Wiley (ed.). *Estuarine processes, circulation, sediments and transfer of materials in the estuary.* Academic Press, Inc., Nueva York, vol. 2, pp.182-215.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California grassland. *Nature*, 216: 168-169.
- Miller, J.M. & Dunn, M.L. 1980. *Feeding strategies and patterns of movement of juvenile estuarine fishes.* In: Kennedy, V.S. (ed.). *Estuarine Perspectives.* Academic Press Inc., New York, pp. 437-448.
- Peterson, M.S. & Ross, S.T. 1991. Dynamics of littoral fishes and decapods along a coastal river-estuarine gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 33: 467-483.
- Portilla, O.E.; Sánchez, H.A.I.; Galán, A.F.E. & García, H.C. 2002. *Diagnóstico de la situación actual (período 1998-2001) de los manglares del humedal de Alvarado, Veracruz.* Informe Técnico. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana.
- Rendón, G.E. 2004. *Caracterización ecológica de las comunidades de peces en la laguna Camaronera en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.* Tesis profesional. FES Iztacala. UNAM, México.
- Rivera, M.V.; Day, J.W.; Twilley, R.R.; Vera, H.F. & Coronado, M.C. 1995. Flux of nitrogen and sediment in a fringe mangrove forest in Términos Lagoon. México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40: 139-160.
- SEMARNAT, 2001. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 06-marzo-2002. México.
- Yáñez, A.A.; Lara, D.A.L.; Aguirre, L.A.; Díaz, R.S.; Amezcua, L.F.; Flores, H.D. & Chavance, P. 1985. *Ecology of dominant fish population on tropical estuaries: Environmental factors regulating biological strategies and production.* In: Yáñez-Arancibia A. (ed.). *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration.* Editorial Universitaria, UNAM. PUAL-ICML. México, pp.311-366.
- Yáñez, A. A.; Lara, D.A.L.; Rojas, G.J.L.; Sánchez, G.P.; Day, J.W.Jr. & Madden, C.J. 1988. Seasonal biomass and diversity of estuarine fishes coupled with tropical habitat heterogeneity (southern Gulf of Mexico). *Journal of Fish Biology*, 33: 191-200.
- Yáñez, A.A. & Day, J.W.Jr. 1988. *Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la laguna de Términos.* UNAM-OEA.

Received November 16, 2017.  
Accepted December 30, 2017.