

## **CAMBIOS EN LOS ENSAMBLAJES DE PECES DEL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO (SLA), VERACRUZ, MÉXICO**

*Rafael Chavez López*  
*Maestro en Ciencias*  
rafaelcl@servidor.unam.mx

*Arturo Rocha Ramírez*  
*Maestro en Ciencias ,*  
arocha@servidor.unam.mx

*Alejandro Ramírez Rojas*  
*Biólogo*  
hamatai@servidor.unam.mx

## CAMBIOS EN LOS ENSAMBLAJES DE PECES DEL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO (SLA), VERACRUZ, MÉXICO

### Resumen

Los ensamblajes de peces del sistema lagunar de Alvarado han sido investigados intermitentemente por diferentes grupos durante los últimos 40 años. La determinación de las tendencias a largo plazo de estos ensamblajes ha sido problemática por diferencias en los esfuerzos de muestreo empleados entre los periodos (1966–1968, 1987–1988, 1989, 1989–1990, 1990–1991, 2000–2001 y 2001–2002) y por la variación ecológica inherente a los estuarios. Las 109 especies colectadas en el sistema lagunar de Alvarado representan 4 gremios ecológicos: marino *stenohalino*, marino *eurihalino*, estuarino y *dulceacuícolas*. La frecuencia de ocurrencia de las especies de peces que representan cada gremio no cambió significativamente entre los periodos de investigación. Las similitudes calculadas por el Índice de Jaccard y el Coeficiente de Bray-Curtis, mostraron que el periodo 1966–1968 fue menos similar a los otros periodos de colecta. Esto sugiere que los ensamblajes de especies colectados en los últimos periodos reflejan una pérdida de taxa superiores principalmente de familias de origen marino con pocas especies representativas en el ensamblaje. Los ensamblajes de especies del sistema lagunar de Alvarado no han sufrido cambios significantes durante los últimos 40 años, pero las diferencias entre el primer y los últimos periodos de investigación y los otros periodos indican una declinación reciente en la diversidad, propiciada principalmente por la variación en los gremios de especies marinas *stenohalinas* y *dulceacuícolas* esporádicas.

**Palabras Clave:** Peces, Ensamblajes, Sistema Lagunar de Alvarado.

## CHANGES IN THE FISH ASSEMBLAGES FROM ALVARADO LAGOONAL SYSTEM (ALS), VERACRUZ, MÉXICO.

### Abstract

The fish assemblages of Alvarado Lagoon Estuary have been surveyed intermittently by different researchers over the last 40 years. Assessing longterm trends in fish assemblage composition for this ecosystem is problematic due to differences in sampling efforts among the survey periods (1966–1968, 1987–1988, 1989, 1989–1990, 1990–1991, 2000–2001, and 2001–2002) and by the inherent ecological variability of estuaries. The 109 fish species collected from the Alvarado Lagoon Estuary in these surveys represent 4 ecological guilds: marine *stenohaline*, marine *euryhaline*, estuarine, and freshwater fishes. Jaccard Index and Bray-Curtis similarities of fish species presence/absence data showed that the 1966–1968 survey period was the least similar to the other survey periods. This suggests that the fish assemblage collected during the latest survey reflects a loss of higher taxa, mainly marine *stenohaline* families with only a few representative species in the assemblage. These assemblage data show that fish assemblages of Alvarado Lagoon Estuary have not experienced significant changes over 40 years, but differences among the earliest (1966–1968), the latest (2000–2001, 2001–2002), and the remaining survey periods indicate a recent decline in diversity, due to variation of sporadic marine *stenohaline* and freshwater guilds.

**Key Words:** Fish, assemblages, Alvarado Lagoonal System.

## INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son ecosistemas ricos en términos de biodiversidad, por su posición entre los escurrimientos continentales y la plataforma continental marina favorece la colonización de numerosas especies con ciclos de vida variados que forman comunidades cuyas estructuras están influidas por factores hidrológicos y climáticos. También son áreas "clave" para especies con importancia comercial como moluscos, crustáceos y peces que las utilizan para alimentación, reproducción, protección y crecimiento. (Blabber, 2002).

En el Estado de Veracruz, con un litoral de más de 700 Km, existe una gran riqueza de hábitat y ecosistemas terrestres y acuáticos, estos últimos están representados por cuencas hidrológicas de importancia nacional como las de los ríos Pánuco, Tuxpan, Papaloapan y Coatzacoalcos, en los que se ubican 17 lagunas costeras y estuarios, además de una vasta plataforma continental (Castañeda y Contreras, 1994).

En particular, la cuenca del río Papaloapan comprende más de 500 km de longitud, cubre una superficie de 46,517 km<sup>2</sup>, con un escurrimiento anual de 47 millones de m<sup>3</sup> y abarca los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz, su curso desemboca en el Sistema Lagunar de Alvarado (Chávez, 1998).

Históricamente, esta laguna costera fue descrita desde la Conquista como una albufera rica, actualmente, como sucede en otros ecosistemas estuarinos del mundo, los cambios ambientales y ecológicos ocasionados por actividades antropogénicas como la sobreexplotación de los recursos, la contaminación proveniente de las zonas industriales de la cuenca alta y la construcción de presas, han contribuido progresivamente a disminuir la calidad y el valor ecológico de sus hábitats (Blabber, 2002; Kennish, 2002; Whitfield y Elliot, 2002), esta situación contrasta con la calificación de este sistema lagunar como área estratégica para la conservación de la biodiversidad (CONABIO, 1998; Zárate-Lomelí, et al., 1999).

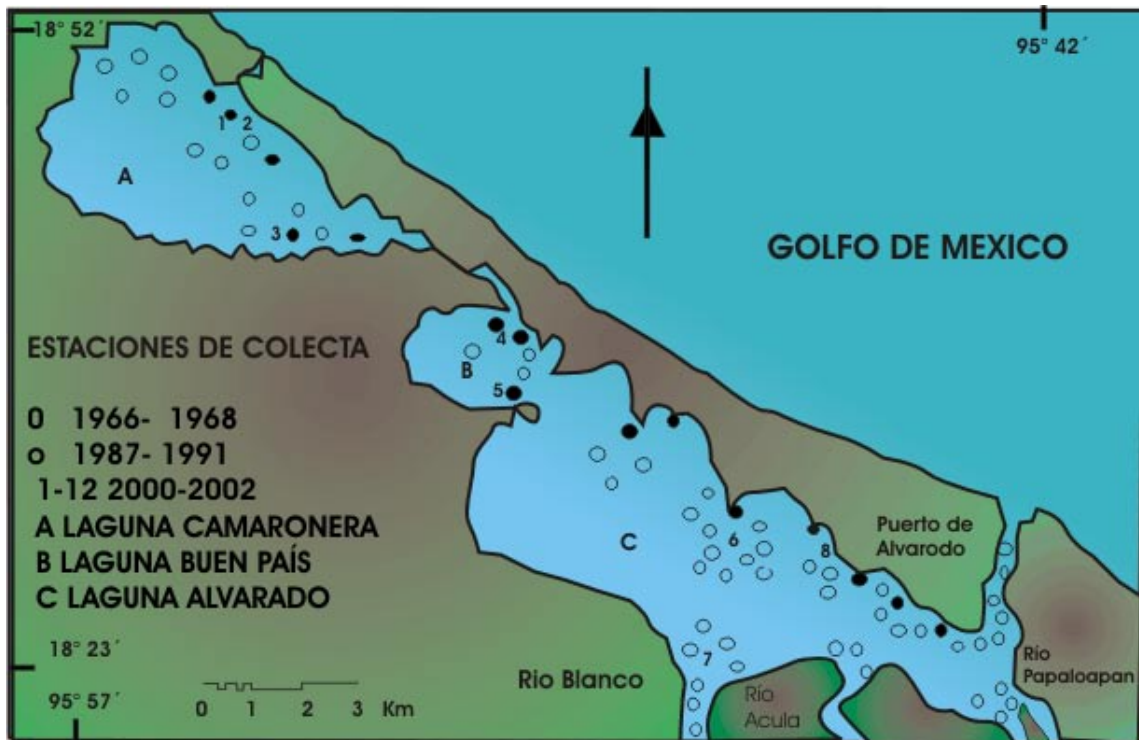
Por lo anterior, el presente trabajo tiene como finalidad analizar la variación de la composición de especies de los ensamblajes de peces entre 1966 y 2002, además de actualizar el inventario de las especies registradas en el Sistema Lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Laguna de Alvarado es el nombre común con el que se conoce al conjunto de tres lagunas (Alvarado, Buen País y Camaronera) y la zona estuarina del Río Papaloapan, ocupa una superficie de 6,200 has, tiene una profundidad media de 2.5m en la zona central de la laguna y de 14m en el canal del Río Papaloapan, la temperatura del agua es cálida de abril a septiembre con temperaturas de 27 a 33°C, disminuye a 22°C durante los meses fríos (diciembre a febrero); la salinidad varía de 0 a 10 ‰ entre julio y octubre, en este periodo las salinidades mas altas ocurren la boca artificial de Laguna Camaronera y la boca de comunicación del Río Papaloapan; de noviembre a junio alcanza hasta 16 ‰ en Laguna Camaronera, 22 ‰ en la boca del río Papaloapan, mientras el resto de la laguna presenta 0 a 8 ‰ en las lagunas de Buen País y Alvarado. (Morán, et al., 2005).

Se ubicaron 12 estaciones de muestreo (Fig. 1), en las que se colectó mensualmente de junio de 2000 a junio de 2002; se incluyeron zonas con praderas del pasto *Ruppia maritima* (Camaronera II y III, Buen País I, Aneas), antiguos arrecifes de ostión (Buen País II), las salidas de ríos (Río Blanco, Papaloapan I), la zona estuarina del río Papaloapan (Papaloapan II y III) y Camaronera III, esta última no presenta vegetación

sumergida y se ubica frente a la boca artificial de Laguna Camaronera; los especímenes se colectaron con una red de arrastre tipo chinchorro playero, de 30 m de largo, luz de malla de  $\frac{3}{4}$  ", se procuró un área de arrastre efectivo de 27.5 x 27.5 m (superficie de 756.2 m<sup>2</sup>).



Todos los organismos se fijaron con formalina al 10%, preservados con alcohol etílico al 70% e identificados de acuerdo con Reséndez (1973, 1981a y b), Fisher (1978), Arredondo *et al.*, (1989), Hubbs, *et al.*, (1991), Hoese y Moore (1998); el arreglo sistemático se presentó acorde a Nelson (1994).

Figura 1. Mapa del Sistema Lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz, mostrando las estaciones de muestreo.

Las especies se enlistaron, anotando su presencia y posición ecótica; esta última se estableció de acuerdo al origen marino, estuarino o dulceacuícola de cada especie, con este criterio se ubicó a las especies colectadas en las siguientes categorías: Marinas eurihalinas (MAREURI), marinas estenohalinas (MARESTE), habitantes permanentes o estuarinas (EST) y especies dulceacuícolas (DUL) (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Los datos sobre la riqueza de especies obtenidos en este estudio se complementaron con reportes en el sistema lagunar (Reséndez, 1973; Chávez, 1998); el primero presentó las especies colectadas entre los años de 1966 y 1968 con diferentes artes de pesca, en el segundo, se presentaron registros de números de individuos, biomasa y parámetros ecológicos de la comunidad desde Noviembre de 1987 a agosto de 1991 (Tabla 1). Los registros para otras lagunas costeras del Golfo de México se tomaron de la compilación de Castañeda y Contreras (1994), Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000) y Raz-Guzmán y Huidobro (2002).

Referencia	Periodicidad	Período muestreo	Métodos de colecta	Estaciones de muestreo
Reséndez (1973)	desconocida	1966-1968	Redes de arrastre, chinchorro, atarraya, trasmallos, agalleras arpón	○
Chávez (1998)	bimensual	1987-1991	Red de arrastre tipo chinchorro de diferentes longitudes	●

Este reporte	mensual	2000-2002	Red de arrastre tipo Chinchorro ¼ pulgada, área de arrastre efectiva 756.25 m2	1- 12
--------------	---------	-----------	--	-------

Tabla 1. Resumen de las metodologías utilizadas en los trabajos analizados. La localización de los sitios de muestreo se presenta en la Figura 1.

Para comparar los listados de especies, se elaboró una matriz binaria (presencia-ausencia) de especies y familias, considerando los ciclos climáticos interanuales, cada uno formado por las estaciones climáticas determinadas para esta zona del Golfo de México: Nortes, de noviembre a febrero; secas desde marzo a junio y lluvias de julio hasta octubre (Raz-Guzmán et al., 1992; Morán et al., 2005).

Así se distinguieron seis ciclos climáticos a partir del inicio de las campañas de colecta realizadas por los autores: noviembre 1987 a septiembre 1988, febrero a septiembre de 1989, noviembre 89 a junio 1990, noviembre 1990 hasta agosto 1991, junio 2000 a junio 2001 y julio 2001 a junio 2002. Estos registros se compararon con el listado de especies reportado por Reséndez (1973) generado entre los años 1966 y 1968, asumiendo que las fechas citadas por el autor corresponden al período de colecta, además este escrito es el antecedente más antiguo sobre la composición de especies de peces en el sistema lagunar.

La similitud entre los listados de familias y especies se determinó mediante un análisis de grupos en modo de columnas (modo Q) mediante el coeficiente de similitud de Jaccard; se determinó la presencia relativa de las especies de cada categoría ecológica, las especies fueron clasificadas de acuerdo a Pombo et al., (2002), como "permanentes" si ocurrieron en 5 a 7 de los ciclos, "frecuentes" si se registraron 3 o 4 veces y "esporádicas" si solo se colectaron en una o dos ocasiones. Se establecieron gremios combinando la categoría ecótica y la ocurrencia de las especies. Finalmente se estimó la similitud entre la composición específica de los gremios para los diferentes ciclos se computó usando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis y produciendo los dendrogramas correspondientes mediante ligamento promedio no ponderado. Todos los análisis se ejecutaron con el programa PRIMER V (2001).

## RESULTADOS

La riqueza de especies en el sistema lagunar de Alvarado, considerando los registros de 1987 a 1991 y los obtenidos durante este estudio fue de 93 especies, pertenecientes a 63 géneros y 33 familias; para la primera temporada de trabajo se colectaron 78 especies, para 2000 – 2001 se registraron 62 y en 2001-2002 se colectaron 57. Al añadir los registros de Reséndez (1973) se estableció un registro de 109 especies de 77 géneros y 39 familias. Las familias con mas especies fueron *Cichlidae* con 9 especies, *Carangidae* 8 especies, *Gobiidae* con 7 especies y *Gerreidae* con 6 (Ver final de texto).

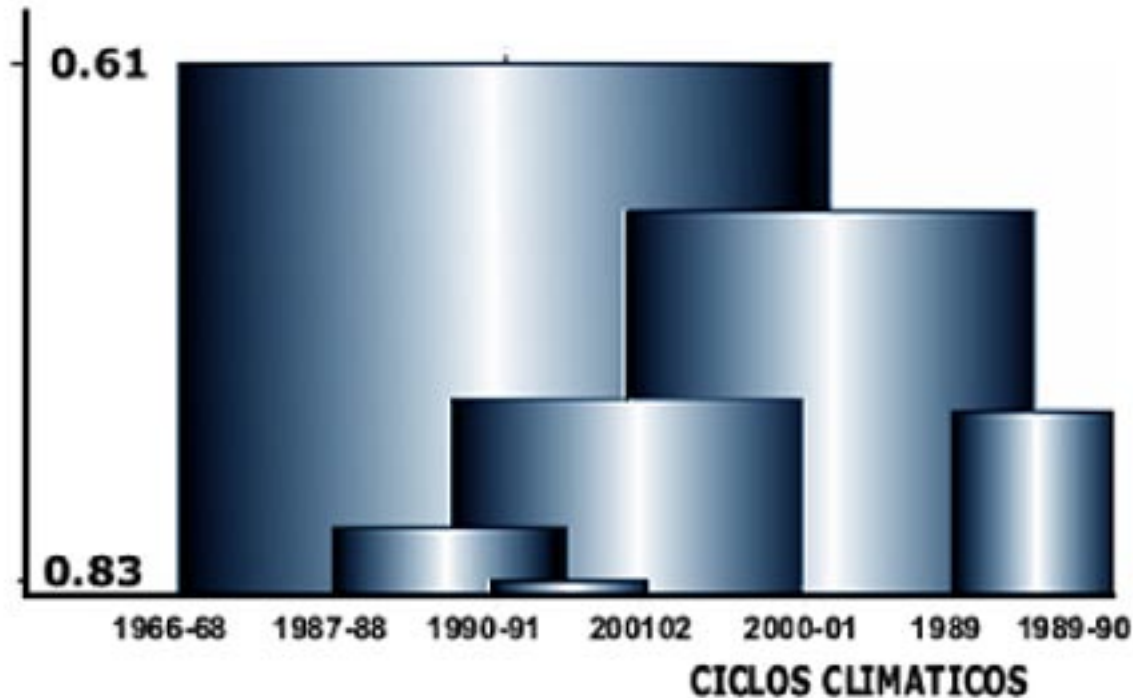
De 1966-1968 a la fecha, la variación en el número de familias y especies se ha incrementado, los ciclos con el mayor número de especies fueron 1989-1990 (57 especies), 2001-2002 (57 especies), 1990-1991 (59 especies) y 2000-2001 (62 especies), en el caso de la riqueza de familias los ciclos con menor cantidad fueron 87-88 (55) y 89 (41).

	1966-68	1987- 88	1989	1989 - 90	1990- 91	2000- 01	2001- 02
NO. FAMILIAS	30	25	19	26	28	27	27
NO. ESPECIES	56	55	42	57	59	61	57
GREMIO ECOLÓGICO							
DULCE	8	6	6	7	6	13	9
ESTUARIO	7	6	4	7	6	9	8

MARINAS							
ESTENOHALINAS	17	16	6	11	15	10	13
MARINAS EURIHALINAS	25	27	25	32	32	29	27

Tabla 3. Riqueza de familias y especies por período de investigación.

Los ciclos 90-91y 2001-2002 (0.83) mostraron un mayor parecido, a este conjunto se unieron 1987-1988 (0.81) y



2000-01 (0.76), La composición de familias entre los ciclos 1989 y 1989-90 (0.76) formó otro grupo, la composición de familias de Reséndez (1973) para los años 1966-1968 (0.61) se separó claramente de los grupos anteriores.

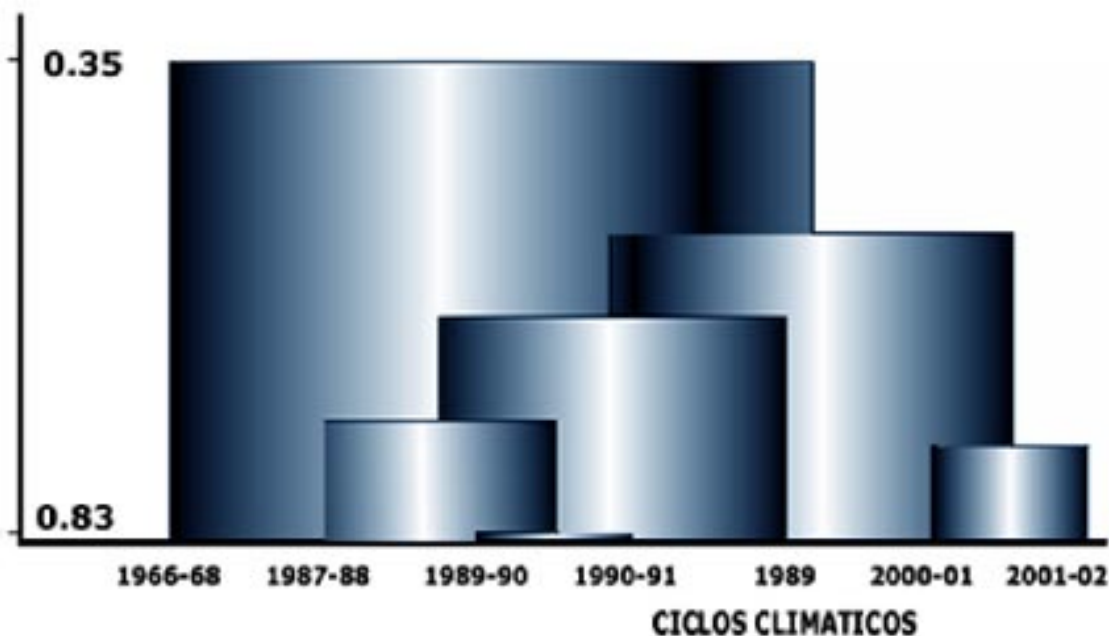
Este autor reportó a familias como *Blennidae*, *Synbranchidae*, *Ophichtidae* y *Gobiesocidae*, que ya no fueron colectadas en los otros años; durante los años 1987 a 1991 se reportaron familias como *Polynemidae*, *Synodontidae*, *Triglidae*, *Trichiuridae* y *Ephippidae*, para los últimos periodos se colectaron familias como *Characidae* y *Albulidae*.

Figura 2. Análisis de similitud (Índice de Jaccard) entre la composición de familias registradas en el Sistema Lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz, entre 1966 a 2002.

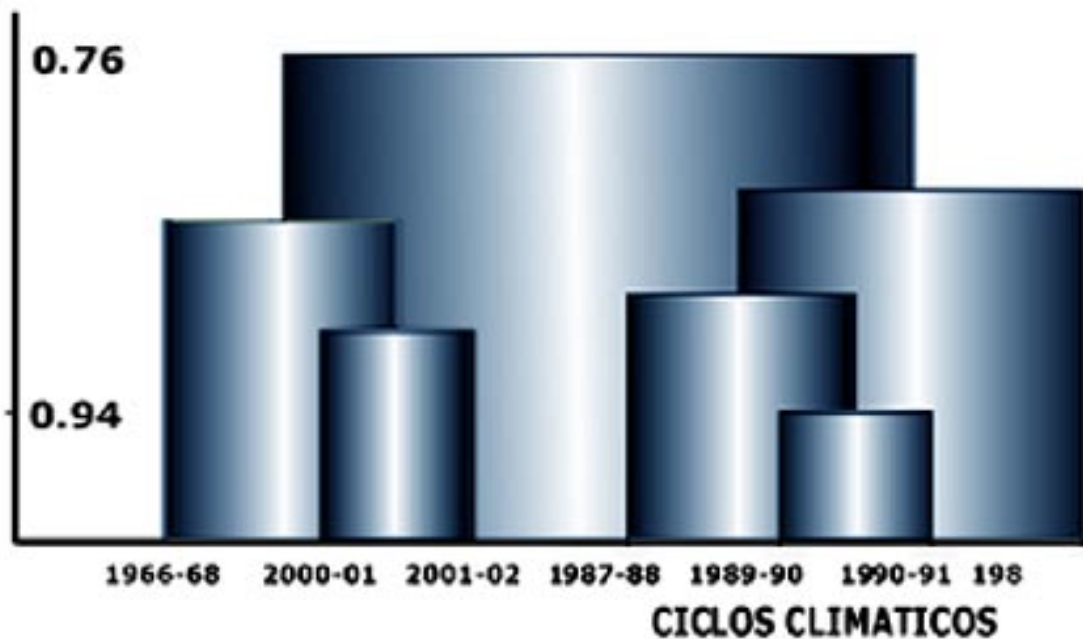
El análisis de similitud de las composiciones de especies, corroboró los resultados a nivel de familia, sin embargo se apreció una separación definida entre los diferentes periodos reportados, los ciclos climáticos 1987-1988, 1989-1990 y 1990-1991 presentaron niveles de similitud entre 0.5 y 0.7, en este grupo se separa el ciclo de 1989 donde no se colectó en temporada de nortes, el siguiente conjunto se formó con los periodos 2000 -2001 y 2001-2002 (0.65) , finalmente con el menor parecido se obtuvo del listado reportado por Reséndez (1973) para los años 1966-1968.

La comparación de la riqueza de especies por gremios ecológicos mostró que a lo largo del tiempo las especies de origen marino con amplia tolerancia a la salinidad son las mas numerosas en el sistema lagunar en porcentajes entre el 40 y 55% del total de especies, la tendencia de este grupo contrasta con las de tipo estenohalino, que presentaron una variación clara lo largo del tiempo, se reportan en mayor número durante los registros de 1966-68, 1987-88 y 1990-91. En los ciclos que disminuye el número de especies estenohalinas aumentan las eurihalinas, (por ejemplo, 1989-1990). Este patrón es

distinto al ciclo 2000-2001 y 2001-2002, cuando los gremios marinos disminuyeron sus porcentajes y aumentaron los de las especies dulceacuícolas y estuarinas, que para este periodo alcanzaron casi el 40% de la riqueza específica, mientras que en los ciclos anteriores alcanzaban solo el 20% del número total de especies .



El coeficiente de Bray-Curtis produjo valores de similitud muy altos que corroboraron el parecido, de tal forma que los ciclos 1966-68 y 1987-88 hicieron un grupo de alta similitud (94.6) basados en números bajos de especies



eurihalinas marinas; 1989-90 y 1990-91 fueron ciclos de números bajos de especies estenohalinas, a estos grupos se unen 2000-2001, 2001-2002 y finalmente la temporada de 1989, esta última con la similitud mas baja (84.2).

Figura 3. Análisis de similitud (Índice de Jaccard) entre la composición de especies de los ensamblajes de peces del

Figura 4. Dendrograma de similitud (Coeficiente de Bray-Curtis) para los gremios ecológicos y por ocurrencia de los peces del Sistema Lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz.

La composición de especies agrupadas en gremios por su posición ecótica y ocurrencia en el sistema lagunar, evidenció que los cambios ocurren principalmente en los grupos de especies marinas eurihalinas permanentes y frecuentes, y también en los gremios estenohalinos frecuentes y esporádicos, prácticamente los gremios estuarinos permanecen constantes, en el caso de las especies dulceacuícolas, el gremio permanente tiene una presencia constante, en los ciclos 66-68 y 2000-01 coinciden por la presencia de un porcentaje importante de especies dulceacuícolas de ocurrencia esporádica.

En el análisis de similitud entre estos gremios se separan dos grupos, uno formado por los ciclos 1966-68, 2000-2001 y 2001-2002 en valores de 0.83 a 0.89, el otro conjunto agrupó los ciclos climáticos de 1987 a 1991 y con un valor de similitud alto (0.83 a 0.94), para este las 33 especies permanentes y 26 frecuentes en el SLA explican los altos parecidos entre estos ciclos, para 1966-68 y 1989 ocurrió una contribución notable de los gremios de especies estenohalinas y dulceacuícolas esporádicas que contrasta con la disminución de las cantidad de especies marinas eurihalinas.

DE = DULCE/ESPORADICA; DF = DULCE/FRECUENTE; DP = DULCE/PERMANENTE; EE= ESTUARINO/ESPORADICA; EF= ESTUARINO/FRECUENTE; EP= ESTUARINO/PERMANENTE; MESE= MARINA ESTENOHALINA/ESPORADICA; MESF = MARINA ESTENOHALINA/FRECUENTE; MESP= MARINA ESTENOHALINA/PERMANENTE; MEUE= MARINA EURIHALINA/ESPORADICA; MEUF= MARINA EURIHALINA/FRECUENTE; MEUP= MARINA EURIHALINA/PERMANENTE.

GREMIOS	1966 - 68	1987- 88	1989	1989 -90	1990 - 91	2000-01	2001- 02
DE	7	0	0	2	0	8	5
DF	0	1	1	1	1	0	0
DP	1	5	5	5	5	5	4
EE	2	1	1	0	0	2	2
EF	4	3	1	4	4	5	4
EP	1	2	2	2	2	2	2
MESE	8	6	1	2	2	4	7
MESF	6	8	2	7	10	4	4
MESP	3	2	3	3	3	2	2
MEUE	3	1	2	2	2	3	4
MEUF	4	4	5	7	8	3	2
MEUP	18	22	19	23	22	23	21

Tabla 4. Riqueza de especies por gremios de categoría ecológica y ocurrencia.

## DISCUSIÓN



Considerando las especies registradas por Reséndez (1973), Chávez (1998) y este estudio, el Sistema Lagunar de Alvarado presenta una riqueza específica comparable a la reportada para otros sistemas estuarino-lagunares del Golfo de México. Pérez-Hernández y Torres-Orozco (2000) señalaron que el número de especies puede estar relacionados a la cantidad y frecuencia de las colectas dirigidas fundamentalmente a la elaboración de inventarios de especies; un hecho real es que no son muy numerosos los estudios con datos publicados de esta zona del Golfo de México (Castañeda y Contreras, 1994).

Sistema estuarino-lagunar	No. de especies registradas	Área (ha)	Número de estudios ictiológicos	Número de inventarios de ictiofauna
Laguna Madre, Tamps.	105	200,000	4	3
L. Pueblo Viejo, Ver.	67	9,300	32	4
L. de Tamiahua, Ver.	112	88,000	39	11
Sistema Tuxpan-Tampamachoco, Ver.	179	1,500	45	15
Laguna Grande, Ver.	40	2,250	7	0
L de la Mancha, Ver.	60	140	14	6
L. de Mandinga, Ver.	88	3,250	9	4
L. de Alvarado, Ver.	109	6,200	59	5
L. de Sontecomapan, Ver.	97	891	8	4
Laguna del Ostión, Ver.	37	1,270	4	2
Sist. Carmen-Machona, Tab.	81	15,300	5	3
L. de Mecoacán, Tab.	49	5,168	2	2
L. de Términos, Camp.	216	170,000	93	23

Tabla 5. Comparación de la Riqueza Específica del Sistema Lagunar del Alvarado respecto a otros sistemas estuarino-lagunares del Golfo de México, considerando número de especies de peces registradas, extensión estuarino-lagunar, número de trabajos ictiológicos y de inventarios ictiofaunísticos realizados en cada laguna. (Castañeda y Contreras, 1994; Pérez-Hernández y Torres-Orozco 2000)

Reséndez (1973) reportó 57 especies, mientras que el reporte de Chávez (1998) presentó un listado de 78 especies colectadas principalmente en praderas de *Ruppia maritima*, en 2000-2001 se registraron 62 especies, obtenidas en las diferentes hábitat del sistema lagunar; la diferencia entre los ensamblajes composiciones reportadas radica en que la mayoría de las especies que no fueron colectadas entre 2000 y 2002 pertenecen a la stirpe marina y particularmente a especies marinas estenohalinas (17 especies).

Las especies colectadas durante el período 1987 a 1991 y que no se registraron de 2000 a 2002, son del gremio marino estenohalino (17 especies), además que hubo un número mayor de especies de ocurrencia ocasional (21 especies) y estacional (7 especies).

Un grupo de 13 especies se registraron solamente entre junio de 2000 a junio de 2001, incluye 6 especies dulceacuícolas, 4 marinas estenohalinas, 2 estuarinas y solo 1 marina eurihalina, destaca el hecho que una especie estuarina permanente es de nuevo registro en la zona de estudio: *Lophogobius cyprinoides*, para 2001-2002 aunque disminuyó ligeramente la riqueza de especies, se colectó a *Albula vulpes* y de nueva

cuenta a *Prionotus punctatus*.

Chávez (1998) reportó que en las praderas de *Ruppia maritima*, las mayores riquezas de especies ocurrieron en la zona de Laguna Camaronera, incluso propuso la existencia de un gradiente ecológico norte-sur para este y otros parámetros comunitarios; en contraste durante el ciclo 2000-2001 los mayores números de especies se colectaron en sitios del margen interno de la laguna de Alvarado, incluyendo la zona de descarga del Rastro municipal y zonas cercanas a asentamientos poblacionales. (Datos no publicados).

Los análisis de clasificación permiten asumir que las composiciones de familias y especies presentaron cambios mínimos entre los periodos comparados, que se pueden explicar por las diferencias de los procedimientos de colecta y las zonas estudiadas, Pombo, et al., (2002) señalaron en un estuario de Portugal, que los cambios a largo plazo ocurrieron de manera mas clara por la ocurrencia y ausencia de especies que por la desaparición de familias.

Este hecho se reflejó en la composición de las gremios ecológicos, donde contrastó la variación en el número de especies marinas eurihalinas y estenohalinas, Potter, et al., (2001) señalaron que el reclutamiento de estas especies en las lagunas costeras es "oportunista" y depende de dos factores: la variación interanual de los patrones de salinidad y de cómo se correlacionan sus ciclos reproductivos con concentraciones de salinidad óptimas, la combinación de ambos eventos determina su presencia en estos cuerpos de agua costeros (Araujo y Costa de Azevedo, 2001).

Lo anterior también se observó en la comparación de los gremios ecológicos y de ocurrencia, las diferencias entre los ciclos se produjeron por una variación del número de especies marinas y dulceacuícolas de ocurrencia esporádica, durante el ciclo 2000- 2001 ocurrió una disminución clara de las especies marinas e incrementos de especies de origen dulceacuícola y estuarino, la presencia de *Astyanax faciatus*, *Belonesox belizanus*, *Rhamdia guatemalensis*, *Cichlasoma salvini* y *C. champotonis* son un ejemplo claro de esto; otras especies que no se registraron actualmente pertenecen a familias marinas como *Triglidae*, *Trichiuridae*, *Lutjanidae* y *Carangidae*.

El uso de análisis de clasificación considerando taxones de familias y especies de peces, se ha implementado para establecer las diferencias entre los conjuntos de especies de un lugar, con la intención de asociar los cambios a corto y mediano plazo con la modificación de los cuerpos de agua (Marshal y Elliot, 1998; Pombo, et al., 2002) y se consideran importantes para la evaluación y determinación de impactos humanos (Allard et al., 2001; Elliot y Hemingway, 2002), además la identificación de las variaciones de largo plazo en la composición de los ensamblajes de peces proporciona información valiosa sobre la salud de un ecosistema lagunar (Blabber, 2002).

En los resultados obtenidos es necesario considerar el efecto de los diferentes programas de muestreo, las temporadas de colecta y las artes de pesca empleadas en los estudios desde 1966 a la fecha, de hecho solamente de 2000 a 2002 se realizó un muestreo intensivo y con unidades de muestreo semejantes, la ausencia de otros registros de abundancia y biomasa solo permitió la comparación de la composición de los ensamblajes de especies, sin embargo la información muestra que históricamente la composición de especies ha variado por la presencia de especies marinas y dulceacuícolas con ocurrencia esporádica.

El Sistema Lagunar de Alvarado ha pasado por diferentes eventos que seguramente han influido en su dinámica hidrológica y sobre la composición de las comunidades en el tiempo; Villalobos et al., (1975) describieron a mediados de 1960 que la descarga de los ríos era la principal influencia en el patrón hidrológico y de salinidad, la estratificación del sistema ocurría desde la zona estuarina del río Papaloapan hacia la región central de la laguna, prácticamente el carácter de la laguna era oligohalino, con aumentos provocados por la marea durante la temporada de secas; en 1982 se abrió una boca

artificial de comunicación en la Laguna Camaronera con la finalidad de aumentar la salinidad en esa zona para aumentar la producción de camarón (Morán, *et al.*, 2005); Rosalez-Hoz *et al.*, (1986) reportaron un cambio sustancial de la salinidad en la Laguna Camaronera, de 4 ‰ antes de la apertura de la boca de comunicación hasta 25 ‰ durante su funcionamiento, Raz-Guzmán *et al.*, (1992) establecieron las condiciones hidrológicas imperantes durante la década de los años 1980, la salinidad se registró desde 0 ‰ en las salidas de ríos hasta polihalina durante la temporada de secas particularmente en Laguna Camaronera, mientras que el resto de la laguna presentaba características mesohalinas.

Estos eventos explican parcialmente la composición de especies para los años 1966-68, con la presencia de especies dulceacuícolas esporádicas y en menor número de especies eurihalinas permanentes. El ensamblaje de especies de 1987 a 1991 fue dominado por un número importante de especies marinas eurihalinas y estenohalinas, el efecto del aumento de la salinidad por la apertura de la boca artificial en la Laguna Camaronera restringió el número de especies dulceacuícolas, en este periodo sucedió un evento de El Niño durante 1989, este año la composición presentó un mayor número de especies eurihalinas marinas y dulceacuícolas tanto permanentes como frecuentes.

Para los ciclos 2000- 2001 y 2001-2002, disminuyó notablemente la cantidad de especies marinas y aumentó la cantidad de especies dulceacuícolas y estuarinas, estos ensamblajes de especies mostraron parecido al reportado por Reséndez (1973) para los años 1966-68; aparentemente ha sucedido un cambio en el régimen salino del sistema, pues durante los dos últimos ciclos una gran parte del sistema lagunar presentó características oligohalinas y limnéticas, solo en la temporada de secas las zonas de las bocas de comunicación son mesohalinas o polihalinas (Morán, *et al.*, 2005). Además, la boca de comunicación de la laguna Camaronera ha sido dragada en 1990 y 1996, esto sugiere un proceso de sedimentación en exceso que ya no es compensado por la circulación de la laguna y que favorece la prevalencia de las condiciones oligohalinas, otro factor que se puede añadir es un efecto posterior al evento del Niño de 1998 que ha sido reportado para otras lagunas costeras de América (García, *et al.*, 2001; Kupschus y Tremain, 2001; Mol, *et al.*, 2002).

El Golfo de México es una región sujeta a diferentes conflictos, en particular para la región centro sur del estado de Veracruz, las intensas actividades petroleras generan cambios en el uso del suelo, la zona de Alvarado no es la excepción y desde 2000 en sus cercanías se ha iniciado la explotación de mantos de gas natural y las prospecciones se dirigen hacia la zona del sistema lagunar, también se deben añadir otras actividades como la pesca sin regulación, el crecimiento demográfico y la ganadería que provocan la desaparición de hábitat valiosos para los peces y la alteración de las características hidrológicas del sistema, actualmente las preocupaciones incluyen fenómenos de medianos plazo como "El Niño" y el efecto del Calentamiento Global y cambio climático (Blabber, *et al.*, 2000; Kennish, 2002; Whitfield y Elliot, 2002), y que en conjunto amenazan seriamente la integridad de los hábitat del sistema lagunar y de las especies que los ocupan.

## BIBLIOGRAFÍA

ALLARD P., PAILHES, S., BARTHELEMY, C., PICON, B., BARDIN, O., "Eaux, poisons et pouvoirs. Un siècle des échanges mer-lagune en Camargue", *Natures Sciences Societes* 9 (1), 2001, 5-18 pp.

ÁLVAREZ DEL VILLAR J., *Peces Mexicanos*. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras, Secretaría de Industria y Comercio, 1970, 166 pp.

ARAUJO, F. G., COSTA DE AZEVEDO. M. C., "Assemblages of Southeast-South Brazilian Coastal. Systems based on the distribution of fishes", *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (52), 2001, 724 – 738 pp.

ARREDONDO F. J. L., GUZMÁN A. M., "Actual situación taxonómica de las especies de la Tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México". *Anales del Instituto de Biología. Univ. Nal. Autón, Méx., Serie Zoología* 56 (2), 1987, 555 – 571 pp.

BLABBER, S. J. M., "'Fish in hot water": the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries", *Journal of Fish Biology*, 61(Supplement A), 2002, 1 – 20 pp.

BLABBER, S. J. M., CYRUS, D. P., ALBARET, J. J., CHONG, V. C., DAY, J. W., ELLIOT, M., FONSECA, M., HOSS, D., ORENSANZ, J., POTTER, I. C., SILVERT, W., "Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems", *ICES Journal of Marine Sciences* (57), 2000, 590 – 602 pp.

CASTAÑEDA L. O., CONTRERAS E. F., *Bibliografía comentada sobre Ecosistemas Marinos Mexicanos (Tamaulipas a Veracruz)*, CONABIO/UAMI/CDELM, 1994, Vol. III. 618 pp.

Castro, A. J. L. (1978) *Catálogo Sistemático de los Peces marinos que penetran a aguas continentales de México*. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca, México. Serie Científica 19, 298p.

CASTRO, A. J. L., ESPINOSA, H., SCHMITTER SOTO, J. J., *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*, México, Noriega-Limusa, 1999, 249 pp.

CHÁVEZ, L. R., "Estudio Ecológico de las Comunidades de Peces asociadas a praderas de *Ruppia marítima* en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz", Tesis Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998, 120 pp.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *Regiones Hidrológicas Prioritarias*, México, 1998, 101-103 pp.

ELLIOT, M., HEMINGWAY, K. L. (Eds.), *Fishes in Estuaries*, Oxford, Blackwell Science, 2002, 367 pp.

FISCHER, W. (Ed.), *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes, Western Central Atlantic (Fishing Area 31)*, FAO, ROMA, 1978, 6 Vols.

GARCÍA, A. M., VIEIRA, J. P., WINEMILLER, K. O., "Dynamics of the shallow-water fish assemblage of

the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes", *Journal of Fish Biology* (59), 2001, 1218 -1238 pp.

HOESE D.H., MOORE, R. H., *Fishes of the Gulf of Mexico. Texas, Louisiana, and adjacent waters*, 2nd ed, College Station, Texas A & M University Press, 1998.

KENNISH, M. J., 2002, "Environmental threats and environmental future of estuaries", *Environmental Conservation* 29(1), 78-107 pp.

KUPSCHUS S., TREMAIN, D., "Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary", *Journal of Fish Biology* (58), 2001, 1383-1403 pp.

MARSHALL, S., ELLIOT, M., "Environmental Influences on the fish assemblage of the Humber estuary", *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (46), 1998, 175-184 pp.

MOL, J. H., RESIDA, D., RAMYAL, J. S., BECKER, C. R., "Effects of El Niño related drought on freshwater and brackish- water fishes in Suriname, South America", *Environmental Biology of Fishes* (59), 2001, 429-440 pp.

MORÁN, A., MARTÍNEZ, L., CHÁVEZ LÓPEZ, R., BEDIA SÁNCHEZ, C., CONTRERAS, F., GUTIÉRREZ, F., BROWN PETERSON, N., PETERSON, M., "Seasonal and spatial patterns in salinity, nutrients, and chlorophyll a in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, México", *Gulf and Caribbean Research* (17), 2005, 133 – 143 pp.

NELSON, J. S., *Fishes of the World*, New York, 3rd. ed, John Wiley & Sons, 1994.

PÉREZ HERNÁNDEZ M. A., TORRES OROZCO, R. B., "Evaluación de la riqueza de especies de peces en las lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México", *Hidrobiológica* 10(2), 2000, 74-83 pp.

POMBO, L., ELLIOT, M., REBELO, J. E., "Changes in the fish fauna of the Ria de Aveiro estuarine lagoon (Portugal) during twentieth century", *Journal of Fish Biology* 61 (Supplement A), 2002, 167 – 181 pp.

POTTER I. C., BIRD, D. J., CLARIDGE, P. N., CLARKE, K. R., HYNDES, G. A., NEWTON, L. C., "Fish Fauna of the Severn Estuary. Are there long-term changes in abundance and species composition and are the recruitment patterns of the main marine species correlated?" *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (258), 2001, 15 – 37 pp.

PRIMER-E Ltd., *Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*, PRIMER 5 for Windows, Plymouth, UK, 2001,

RAZ GUZMÁN, A., DE LA LANZA, G., SOTO, L. A., "Caracterización Ambiental y dC del sedimento, detrito y vegetación del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México", *Revista de Biología Tropical* 40 (2), 1992, 215 – 225 pp.

RAZ GUZMÁN, A., HUIDOBRO, L., "Fish Communities in two environmentally different estuarine systems of Mexico", *Journal of Fish Biology* 61 (Supplement A), 2002, 182-195 pp.

RESÉNDEZ, M. A., "Estudio de los Peces de la Laguna de Alvarado, Ver. Méx.", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* (34), 1973, 183 – 281 pp.

RESÉNDEZ, M. A., "Estudio de los Peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. Parte I", *Biótica* 2(4), 1981 a, 345 – 430 pp.

RESÉNDEZ, M. A., "Estudio de los Peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. II.(última parte)", *Biótica* 6(3), 1981b, 239 – 291 pp.

ROSALES-HOZ, L., CARRANZA, E., ÁLVAREZ R. U., "Estudios sedimentológicos y químicos en los sedimentos del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México", *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM* 13(3), 1986, 19 – 28 pp.

VILLALOBOS, F. A., GÓMEZ, A. S., ARENAS F. V., CABRERA, J., DE LA LANZA, G., MANRIQUE, F., "Estudios Hidrobiológicos en la laguna de Alvarado, Ver. Méx.", *Anales del Instituto de Biología, UNAM* 46, Serie Zoología (1), 1975, 1-34 pp.

WHITFIELD A. K., ELLIOT, M., "Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future", *Journal of Fish Biology* 61 (Suppl. A), 2002, 221-250 pp.

ZÁRATE LOMELÍ, D., SAAVEDRA VÁZQUEZ, T., ROJAS GALAVIZ, J. L., YÁÑEZ ARANCIBIA, A., RIVERA ARRIAGA, E., "Terms of reference towards an integrated management policy in the coastal zone of the Gulf of Mexico and the Caribbean", *Ocean & Coastal Management* (42), 1999, 345 – 368 pp.

Tabla 2 . Listado Sistemático de las especies de peces colectadas en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, reportadas por Reséndez (1973), en los ciclos climáticos de Diciembre 1987 a Agosto de 1991 (Chávez, 1998) y Junio 2000 a Junio 2001 y Julio 2001 a Junio 2002 (este estudio): Denominación de los gremios ecológicos: MAREURI = Marino Eurihalino, MARESTE= Marino Estenohalino, DULCE= Dulceacuícola, ESTUARIO= Estuarino..

FAMILIA	ESPECIE	GREMIO										
		ECOLOGICO	OCURRENCIA	1966 - 68	1987- 88	1989	1989 - 90	1990 - 91	2000 - 01	2001-2002		
DASYATIDAE	Dasyatis sabina	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ELOPIDAE	Elops saurus	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	0
ALBULIDAE	Albula vulpes	MARESTE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	0	X
OPHICHTIDAE	Myrophis punctatus	MARESTE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	0
CLUPEIDAE	Harengula jaguana	MARESTE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	X
CLUPEIDAE	Opisthonema oglinum	MAREURI	PERMANENTE	0	X	X	X	X	X	X	X	X
CLUPEIDAE	Brevoortia gunteri	MAREURI	ESPORADICA	X	0	0	0	0	X	0	0	0
CLUPEIDAE	Brevoortia patronus	MAREURI	ESPORADICA	0	0	0	0	0	X	0	0	0
CLUPEIDAE	Dorosoma cepedianum	DULCE	FRECUENTE	0	X	X	X	X	X	X	0	0
CLUPEIDAE	Dorosoma petenense	MAREURI	FRECUENTE	X	X	X	X	X	X	X	0	0
ENGRAULIDAE	Anchoa hepsetus	MARESTE	ESPORADICA	0	X	0	0	0	0	0	0	0
ENGRAULIDAE	Anchoa mitchilli	MAREURI	PERMANENTE	X	0	X	X	X	X	X	X	X

	Cetengraulis edentulus	MARESTE	ESPORADICA	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0
ENGRAULIDAE													
SYNODONTIDAE	Synodus foetens	MARESTE	ESPORADICA	0	0	X	0	0	X	0	0	0	0
CHARACIDAE	Astyanax fasciatus	DULCE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
	Ictiobus meridionalis	DULCE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CATOSTOMIDAE													
ARIIDAE	Arius felis	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ARIIDAE	Arius melanopus	ESTUARIO	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ARIIDAE	Bagre sp.	DULCE	ESPORADICA	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0
ARIIDAE	Bagre marinus	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0
	Rhamdia guatemalensis	DULCE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0
PIMELOIDAE													
BATRACHOIDIDAE	Opsanus beta	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
GOBIESOCIDAE	Gobiesox strumosus	DULCE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemirhamphus brasiliensis	MAREURI	ESPORADICA	0	0	0	X	0	0	0	0	0	X
HEMIRHAMPHIDAE													
HEMIRHAMPHIDAE	Hyporhamphus unifasciatus	MARESTE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0
	Hyporhamphus roberti	MAREURI	PERMANENTE	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HEMIRHAMPHIDAE													
BELONIDAE	Strongylura marina	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BELONIDAE	Strongylura notata	MAREURI	FRECUENTE	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BELONIDAE	Strongylura timucu	MARESTE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X
POECILIIDAE	Poecilia mexicana	DULCE	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POECILIIDAE	Belonesox belizanus	DULCE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	X	X
ATHERINIDAE	Menidia beryllina	MAREURI	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X



ATHERINIDAE	Membras vagrans	MARESTE	ESPORADICA	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0
ATHERINIDAE	Thyrinops sp.	DULCE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SYNGNATHIDAE	Syngnathus louisianae	MAREURI	ESPORADICA	0	X	0	0	0	X	0	0	0	0
SYNGNATHIDAE	Syngnathus scovelli	MAREURI	FRECUENTE	X	0	0	0	0	X	X	0	0	0
SYNGNATHIDAE	Oosthetus lineatus	MAREURI	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	X	X	0
SYBRANCHIDAE	Ophisternon aenigmaticum	DULCE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRIGLIDAE	Prionotus punctatus	MARESTE	FRECUENTE	0	X	0	0	X	X	0	0	0	X
CENTROPOMIDAE	Centropomus undecimalis	MAREURI	PERMANENTE	X	X	0	0	X	X	X	0	0	X
CENTROPOMIDAE	Centropomus parallelus	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	0	X	X	X	0	0	X
CENTROPOMIDAE	Centropomus poeyi	MAREURI	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CENTROPOMIDAE	Centropomus ensiferus	MAREURI	ESPORADICA	0	0	X	0	0	0	0	0	X	X
CENTROPOMIDAE	Centropomus pectinatus	MAREURI	PERMANENTE	0	X	X	0	X	X	X	0	0	X
CARANGIDAE	Caranx latus	MARESTE	FRECUENTE	X	0	0	0	X	X	X	0	0	X
CARANGIDAE	Caranx hippos	MARESTE	FRECUENTE	X	X	0	0	0	X	X	0	0	0
CARANGIDAE	Caranx crysos	MARESTE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0
CARANGIDAE	Selene vomer	MARESTE	PERMANENTE	X	0	X	0	X	X	X	0	0	0
CARANGIDAE	Caranx bartholomei	MARESTE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CARANGIDAE	Hemicaranx amblyrhynchus	MARESTE	FRECUENTE	0	X	X	0	0	X	0	0	0	X
CARANGIDAE	Trachinotus carolinus	MAREURI	FRECUENTE	0	X	X	0	X	X	0	0	0	0
CARANGIDAE	Trachinotus falcatus	MAREURI	FRECUENTE	0	0	X	X	X	X	X	0	0	0



S CIAENIDAE	Bairdiella ronchus	MAREURI	FRECUENTE	X	0	0	X	X	0	0	0
S CIAENIDAE	Bairdiella chrysourea	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X
S CIAENIDAE	Stellifer lanceolatus	MAREURI	PERMANENTE	0	X	X	X	X	X	X	X
S CIAENIDAE	Micropogonias furnieri	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X
E PHIPPIDAE	Chaetodipterus faber	MARESTE	ESPORADICA	0	0	0	X	0	0	0	X
C ICHLIDAE	Cichlasoma octofasciatum	DULCE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0
C ICHLIDAE	Cichlasoma salvini	DULCE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	X
C ICHLIDAE	Cichlasoma fenestratum	DULCE	ESPORADICA	X	0	0	0	0	0	0	0
C ICHLIDAE	Cichlasoma urophthalmus	DULCE	PERMANENTE	0	X	X	X	X	X	X	X
C ICHLIDAE	Cichlasoma synspillum	DULCE	ESPORADICA	0	0	0	X	0	0	0	X
C ICHLIDAE	Cichlasoma champotonis	DULCE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	X
C ICHLIDAE	Cichlasoma helleri	DULCE	FRECUENTE	0	X	X	X	X	0	0	0
C ICHLIDAE	Cichlasoma sp.	DULCE	ESPORADICA	0	0	0	0	0	0	0	0
C ICHLIDAE	Petenia splendida	DULCE	PERMANENTE	0	X	X	X	X	X	X	X
C ICHLIDAE	Oreochromis aureus	DULCE	PERMANENTE	0	X	X	X	X	X	X	X
C ICHLIDAE	Oreochromis niloticus	DULCE	PERMANENTE	0	X	X	X	X	X	X	X
MUGILIDAE	Mugil curema	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X
MUGILIDAE	Mugil cephalus	MAREURI	PERMANENTE	X	X	X	X	X	X	X	X