



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**Aspectos ecológicos del ensamblaje de peces que habitan  
praderas de pastos sumergidos del Sistema Lagunar de  
Alvarado (SLA), Veracruz, México.**

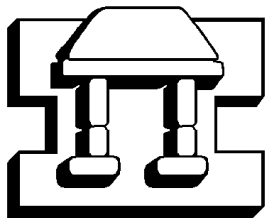
**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**PRESENTA: EMMANUEL FLORES ANAYA**

**DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. RAFAEL CHÁVEZ LÓPEZ**



**IZTACALA**

**LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

A mis papas, por su paciencia, por su apoyo, su ayuda incondicional y por pensar siempre, que a pesar de todo merecía una nueva oportunidad.

A mis tías, tíos y demás familiares por sus mensajes de aliento.

A Jenny y Alma por su ayuda durante la carrera.

A toda la banda de la escuela.

Y este espacio es por si falta alguien.

A mis hermanos Omar y Noé por su apoyo y ayuda.

A la familia Cuadros Moreno por el apoyo recibido durante estos años.

A mi asesor de tesis Rafa por su ayuda y paciencia.

## **Dedicatoria**

A Citlalli, a mis papas y a mis hermanos.

## INDICE

I	INTRODUCCIÓN	01
II	ANTECEDENTES	03
III	JUSTIFICACIÓN	04
IV	OBJETIVO GENERAL	05
V	OBJETIVOS PARTICULARES	05
VI	MATERIAL Y METODOS	06
	Área de estudio	06
	Clima	06
	Vegetación	07
	Geología	07
	Trabajo de campo	07
	Trabajo de laboratorio	09
	Registro de parámetros fisicoquímicos del agua	10
VII	RESULTADOS	12
	Parámetros fisicoquímicos	12
	Temperatura	12
	Salinidad	13
	Profundidad	14
	Transparencia	15
	Oxígeno disuelto	16
	Turbidez	17
	Biomasa de <i>R. marítima</i>	18
	Parámetros ecológicos	19
	Abundancia	19
	Biomasa	20
	Riqueza de especies	21
	Diversidad por abundancia	22
	Abundancia por gremio ecológico	23
	Biomasa por gremio ecológico	24
	Riqueza de especies por gremio ecológico	25
VIII	DISCUSIÓN	29
	Parámetros fisicoquímicos	29
	Transparencia	29
	Oxígeno disuelto	29
	Turbidez	29

	Parámetros ecológicos	30
	Abundancia	31
	Abundancia por gremio ecológico	32
	Biomasa	33
	Biomasa por gremio ecológico	34
	Riqueza de especies	34
	Riqueza de especies por gremio ecológico	35
	Diversidad por abundancia	36
	Temperatura	36
	Temperatura y abundancia	37
	Temperatura y biomasa	37
	Temperatura y diversidad	37
	Temperatura y riqueza de especies	38
	Salinidad	38
	Salinidad y abundancia	38
	Salinidad y biomasa	38
	Salinidad y diversidad	38
	Salinidad y riqueza de especies	39
	Profundidad	39
	Correlaciones entre parámetros fisicoquímicos y parámetros ecológicos	39
	Lluvias	40
	Nortes	41
	Secas	41
IX	CONCLUSIONES	43
X	LITERATURA CITADA	44
XI	ANEXO I	47
XII	ANEXO II	52

## **Introducción**

Las lagunas costeras son ricas en términos de biodiversidad, por su posición entre los escurrimientos continentales y la plataforma continental marina, en estas ocurren gradientes ambientales típicos que favorecen la colonización de numerosas especies con ciclos de vida variados que forman comunidades cuyas estructuras están influidas por factores ecológicos, hidrológicos y climáticos.

Morfológicamente son áreas costeras semicerradas donde se mezcla el agua salada del mar con agua dulce de los ríos. La vida en los estuarios está marcada por la salinidad, cuyo gradiente disminuye desde el mar abierto hasta las desembocaduras de los ríos. Los estuarios son ecosistemas muy productivos debido a la acumulación de nutrientes que se da gracias a la interacción entre las mareas y los aportes fluviales (Kennish, 2002).

La variación natural de estos factores en las lagunas costeras y estuarios influye en la presencia de organismos. Estos cuerpos de agua sirven como sitios de alimentación, reproducción, protección y crecimiento para muchas especies marinas "estuarino-dependientes" que usan a los manglares, arrecifes de ostión y las praderas de pastos sumergidos para este fin (Elliot y Hemingway, 2002).

Los cambios de la temperatura, salinidad, nutrientes, concentraciones de oxígeno y sedimentos, en periodos estacionales, semanales, diarios y ciclos de marea implica un alto grado de presiones fisiológicas sobre los organismos estuarinos (Yáñez-Arancibia, 1986).

La ictiofauna presente en estos ecosistemas procede de tres orígenes: marino, dulceacuícola y estuarino, esta división se basa en las zonas que ocupan estos organismos para la reproducción y la tolerancia fisiológica a los cambios de salinidad. Los estuarios y lagunas costeras son utilizados tanto espacial como temporalmente por una compleja comunidad biótica, constituida por una amplia diversidad de especies entre las que sobresalen los peces, los crustáceos y los moluscos, los cuales realizan actividades de crianza, protección, alimentación y reproducción a lo largo del año (Peterson y Whitfield, 2000). La gran diversidad de estos sistemas costeros y su alta productividad primaria y secundaria, determinan una intensa utilización de sus recursos por el hombre.

Las praderas de pastos sumergidos se han reconocido como hábitat importantes para los peces de las lagunas costeras y estuarios (Thayer y Cols., 1984), estas áreas contienen grandes poblaciones nectónicas que reflejan una alta productividad secundaria.

Las praderas de pastos son frecuentemente citadas como uno de los ecosistemas mas productivos del planeta compitiendo solamente con los arrecifes de coral y los manglares en la producción primaria anual (Zieman y Wetzel, 1980 en Fourqurean y Cols., 2001).

El porcentaje de cobertura de pastos se correlaciona positivamente con el componente de estacionalidad y refleja una relación ecológica entre los pastos marinos y el ambiente, es decir que la diferencia en las abundancias relativas de las especies se debe a la presencia o ausencia de pastos marinos (Kupschus y Tremain 2001).

La riqueza de especies, y la abundancia de peces y crustáceos se relaciona en gran parte a la presencia de vegetación, en diferentes estudios han concluido que en estas ocurre una gran diversidad de especies a diferencia de áreas sin vegetación. Se ha comprobado que las áreas someras de los estuarios soportan ensamblajes de peces con una alta proporción de juveniles ya que estas áreas les proveen refugio en las etapas en que estos son vulnerables a la depredación (Peterson y Whitfield, 2000).

## **Antecedentes**

El SLA, Veracruz ha sido estudiado desde diferentes enfoques, uno de ellos es el ictiológico; en 1988 Franco y Cols., reportaron la composición específica de peces en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, tomando en cuenta zonas con presencia de vegetación.

En 1991 Solano desarrolló un estudio sobre la comunidad íctica en manglares de la laguna de Alvarado.

En 1996 Benavidez-Morales analizó la presencia, abundancia y distribución en tiempo y espacio, de la macrofauna asociada a *Ruppia maritima* en el SLA, Veracruz.

En 1998 Chávez caracterizó ecológicamente a la comunidad de peces asociada a praderas de *Ruppia maritima* de el SLA.

En 2002 Moráles-Gómez desarrolló un análisis ecológico de *Cichlasoma urophthalmus* en el SLA.

En 2003 Sánchez-Vargas realizó la caracterización ecológica de la comunidad de peces de tres sitios ubicados en la laguna de Alvarado.

En 2003 García-Alvear describió ecológicamente la comunidad de peces en 12 estaciones de todo el SLA.

También en 2003 Espinoza-Salinas caracterizó la comunidad de peces de tres estaciones ubicadas en laguna Camaronera.



## **Justificación**

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 metros cúbicos y se ubica en los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz, desemboca en el SLA; históricamente, esta laguna costera fue descrita como una albufera rica, pero como sucede en otras regiones del mundo, cambios ambientales y ecológicos ocasionados por factores antropogénicos 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 hábitat (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, y Cols., 1999).

El Golfo de México es una región sujeta a diferentes conflictos, en particular para la región centro sur en el estado de Veracruz, donde las intensas actividades petroleras generan cambios en el uso del suelo, la zona de Alvarado no es la excepción y desde el año 2000 en sus cercanías se ha iniciado la explotación de mantos petrolíferos y las prospecciones se dirigen hacia la zona del sistema lagunar, a esta se añaden otras actividades como la pesca sin regulación, el crecimiento demográfico y la ganadería que provocan la desaparición de hábitats valiosos para los peces y la alteración de las características hidrológicas del sistema (Chávez-López y Cols., 2005), actualmente las preocupaciones incluyen fenómenos de mediano plazo como "El Niño" y el efecto del Calentamiento Global y cambio climático (Blabber, 2002; Whitfield y Elliot, 2002), estas actividades humanas amenazan seriamente la integridad del sistema lagunar y de las especies que los ocupan. Se considera que la ocurrencia de eventos como la apertura de una boca artificial en el extremo norte de la laguna en 1981, la operación de presas desde 1978 en la cuenca alta del Río Papaloapan y la variación climática han influido en la variación de la composición específica de la comunidad de peces en este período de tiempo.

Por lo anterior, este estudio pretende mostrar la relación actual del ensamblaje de peces en praderas de pastos sumergidos que habitan en el SLA, con los factores fisicoquímicos e hidrológicos existentes en este cuerpo de agua.

### **Objetivo General:**

- Establecer las características ecológicas de los ensamblajes de peces en praderas de *Ruppia maritima* del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz.

### **Objetivos Particulares:**

- Elaborar el listado sistemático de las especies de peces colectadas durante el estudio.
- Determinar los parámetros ecológicos, como abundancia, biomasa, riqueza de especies y diversidad.
- Establecer el comportamiento fisicoquímico del agua en las praderas de *Ruppia maritima* en el sistema lagunar de Alvarado durante el período de estudio.
- Relacionar los parámetros ecológicos de los ensamblajes de peces en las praderas de *Ruppia maritima* con los parámetros fisicoquímicos del sistema lagunar.

## **Material y Métodos**

### **- Área de estudio**

El sistema lagunar de Alvarado, se ubica en la planicie costera del área central del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 52' 15" y 18° 23' 00" de latitud N y los meridianos 95° 57' 32" y 95° 42' 20" de longitud W. Se limita al Norte por el Golfo de México y el municipio de Boca del Río, al sur por los municipios de Tlacotalpan, Acula e Ignacio de la Llave, al Este por el Golfo de México y al Oeste por los municipios de Tlalixcoyan y Medellín.

Se forma por las lagunas de Alvarado, Buen País y Camaronera. Su extensión longitudinal en dirección E - W es aproximadamente de 26 Km, y una anchura de aproximadamente 5 Km, ocupando una extensión de 6200 has, tiene una profundidad media de 2.5 m en la zona central de la laguna y de 14 m en el canal del río Papaloapan. La temperatura del agua es cálida de abril a septiembre con temperaturas de 27° C a 33° C, disminuye a 22° C durante los meses fríos (diciembre a febrero); la salinidad varía de 0 a 10 ppm entre julio y octubre, en este periodo las salinidades mas altas ocurren en la boca artificial de laguna Camaronera y la boca de comunicación del río Papaloapan; de noviembre a junio alcanza hasta 16 ppm en laguna Camaronera, 22 ppm en la boca del río Papaloapan, mientras el resto de la laguna presenta 0 a 8 ppm en las lagunas de Buen País y Alvarado.

Este sistema corresponde al tipo de lagunas con erosión diferencial, bocas del río inundadas barrera física presente, forma y batimetría usualmente modificada por lagunas deltaicas y formación de sublagunas. La energía proveniente, tanto de mareas como fluvial es baja así como la salinidad (Lankford, 1977). Se conecta al mar mediante dos bocas, una natural de 400 m de longitud, situada en el extremo sur y un canal artificial, construido con dos tubos de 2 m. de diámetro que conecta a laguna Camaronera directamente con el mar a través de la porción mas estrecha de la barra.

El principal río que desemboca en la laguna, es el Papaloapan, el cual lo hace en la porción suroeste; otros ríos que desembocan en la laguna son el río Blanco, río Camarón y el río Acula.

### **- Clima**

El clima en esta región es caliente subhúmedo, régimen de lluvias en verano AW2 (García, 1973). La temperatura promedio anual oscila entre 25.6° C y 26.1° C, siendo enero el mes más frío y mayo el mes más cálido, la precipitación media anual es de 2121 mm. La distribución de la temperatura, y principalmente la salinidad, son determinadas por los aportes fluviales, estos producen temperaturas y salinidades bajas,

especialmente en el sur de la laguna y donde se registran condiciones oligohalinas durante las épocas de lluvias y nortes.

### **- Vegetación**

Las comunidades vegetales registradas en esta zona son: Bosque Perennifolio Mediano o alto con especies como el ámate (*Ficus spp*), jinicuiles (*Inga spp*), macayo (*Andira spp*), palo de agua (*Vochycia spp*), bari (*Calophyllum spp*), rosa morada (*Tabebuia spp*), zapote de agua (*Pachira spp*) y barbasco (*Discorea spp*).

El Bosque tropical bajo representado por el guapinol (*Hymenea spp*), guanacastle (*Enterolobium spp*), cedro (*Cedrela spp*), primavera (*Swietenia spp*) y jabilla (*Hura spp*); la vegetación cercana al litoral esta caracterizada por las palmeras (*Schoeleo spp*), palma real (*Rystromeo spp*), coquito de aceite (*Orbygnia spp*), palma redonda (*Brachea spp*) y zabal mexicano.

La vegetación que circunda a la laguna está constituida esencialmente por manglar, registrándose en primer término por su abundancia; *Rhizophora mangle*, seguida por *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. Entre la vegetación de mangle se encuentran algunos pastos halófitos, el principal representante de pastos marinos es *R. maritima*, con amplia distribución en la laguna excepto en zonas profundas donde la sustituyen otras especies como *Gracillaria verrucosa*, y en la temporada de lluvias es común la presencia de lirio acuático *Eichhornia crassipes*.

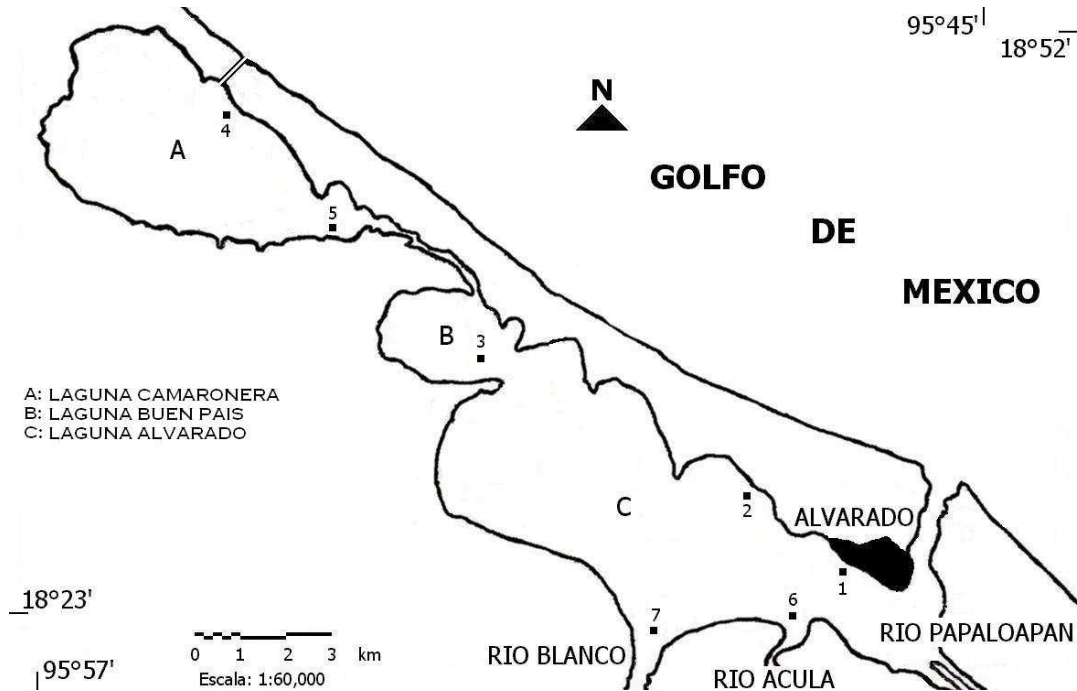
La vegetación sumergida del sistema lagunar y sus afluentes presenta fanerógamas sumergidas, en el litoral la predominante es *R. maritima*, también se encuentra vegetación emergente como el tule *Typha spp*.

### **- Geología**

En la zona predomina la roca tipo suelo originada en el Cenozoico del período Cuaternario de la época reciente, los suelos encontrados en la zona son del tipo Feozem, Gleysol y Regosol con manchones pequeños de Vertisol.

### **- Trabajo de campo**

Se realizaron 9 colectas mensuales, de julio de 2003, hasta julio de 2004, en 7 sitios del sistema lagunar (ver Figura 1 y Tabla 1) en los que existe vegetación de *R. maritima*. Los registros mensuales se agruparon considerando la estacionalidad climática propuesta por Raz-Guzmán y Cols., (1992), en nortes de noviembre a febrero, secas de marzo a junio y lluvias de julio a octubre.

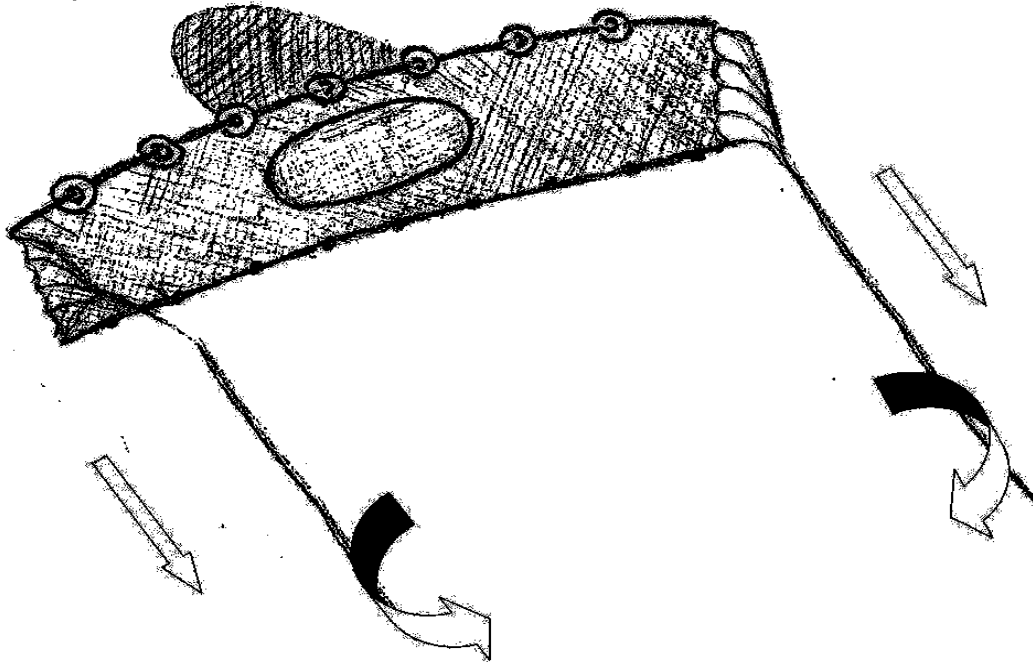


**Figura 1. Ubicación de las estaciones de colecta del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.**

**Tabla 1. Coordenadas geográficas de cada estación de colecta.**

	ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD
1	ANEAS	18°46'06"	95°46'11"
2	ARBOLILLO	18°48'48"	95°50'19"
3	BUEN PAIS	18°49'22"	95°51'72"
4	CAMARONERA II	18°51'50"	95°54'56"
5	CAMARONERA III	18°49'99"	95°53'24"
6	RIO ACULA	18°45'01"	95°47'00"
7	RIO BLANCO	18°44'90"	95°48'63"

La estructura de la comunidad de peces se estableció a partir de colectas con una red tipo chinchorro playero de 15 m de largo, luz de malla de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, se procuró un área de arrastre efectivo de 15.0 m x 27.5 m (412.5 m<sup>2</sup>) esta unidad de esfuerzo se utilizó en todas las colectas. Una vez colectados los organismos se fijaron *in situ* inyectándoles en la cavidad abdominal formol boratado al 60% y se fijaron en una solución de formol boratado al 10 % o alcohol etílico al 70 %, los individuos se colocaron en bolsas de polietileno etiquetadas con los datos de sitio de colecta, fecha y número de colecta, los organismos mas pequeños se sumergieron en el mismo para su traslado y conservación al laboratorio de Ecología de la FES Iztacala.



**Figura 2. Esquema de procedimiento de colecta utilizado en el muestreo.**

### **- Trabajo de laboratorio**

En el laboratorio el material se lavó para eliminar el exceso de formol y se conservaron en alcohol al 70 %; posteriormente los organismos se identificaron utilizando las claves de Reséndez (1973, 1981), Fisher (1978), Arredondo y Cols., (1989), Hubbs y Cols. (1991), Hoese y Moore (1998), una vez identificados, individualmente se pesaron en una balanza granataria (hasta  $\pm 0.1$  g) y se midieron en longitud patrón (hasta  $\pm 0.1$  cm) los parámetros comunitarios que se tomaron en cuenta son: Abundancia, Biomasa, Riqueza de especies y Diversidad ( $H'$ ). Los datos obtenidos se trataron mediante el programa de cómputo ANACOM (De la Cruz, 1996).

El análisis consistió en la estimación mensual de parámetros ecológicos a partir de la suma de las abundancias y biomásas, con estos datos se obtuvieron:

- Abundancia relativa: Obtenida a partir de extrapolar los resultados de la abundancia colectada de cada sitio a  $1m^2$ .
- Biomasa relativa: Obtenida a partir de extrapolar los resultados de la biomasa colectada de cada sitio a  $1m^2$ .
- Riqueza de especies: Entendida como el número total de especies colectadas en cada estación.
- Diversidad ( $H'$ ): Según Shannon-Wiener (1963). La diversidad  $H'$  se estimó usando logaritmos base 2.
- Equitatividad ( $J'$ ): De acuerdo a Pielou (1966 en Pielou 1977).

- Dominancia (D'): De acuerdo a McNaughton (en Krebs, 1996), tomando en cuenta un factor de 10 especies, Krebs (*op. cit.*) señala que este índice es adecuado donde la dominancia recae en un número bajo de especies, el término superior de esta expresión se denomina Orden de Dominancia, en el que se considera a las especies de la comunidad con mayor importancia en el parámetro ecológico elegido, este mismo criterio se empleó con los registros mensuales de biomasa.

El gremio ecológico de cada especie se basó en cuatro grupos de acuerdo a su origen y tolerancia a la salinidad, basados en los criterios de Deegan y Thompson (1985) y McHugh (1967), Chávez y Cols., (2005).

- Dulceacuícolas (DUL): de origen y afinidades principalmente de agua dulce; con reproducción en estos ambientes y con especies tolerantes a diferentes niveles de salinidad.
- Estuarinas (EST): pasa todo o la mayor parte de su ciclo de vida en el ambiente estuarino-lagunar; realizando los desoves en estas áreas, las especies de esta categoría presentan una gran tolerancia a los cambios de salinidad.
- Marinas Eurihalinas (MAREURI): arriban al estuario como organismos juveniles; como adultos se reproducen y desovan en la zona litoral o en la plataforma, es un grupo, aunque de origen marino, con gran tolerancia a salinidades bajas.
- Marinas Estenohalinas (MARESTE): pasan la mayor parte de su vida en hábitats marinos, son de baja tolerancia a bajos niveles de salinidad, se reproducen y desovan exclusivamente en las aguas marinas.

#### **- Registro de Parámetros Físicoquímicos del Agua**

Los parámetros físicoquímicos del agua se registraron con el propósito de establecer una relación entre estos y los parámetros ecológicos. La temperatura ambiente se midió con un termómetro Taylor de  $-10^{\circ}$  C a  $40^{\circ}$  C, la salinidad, temperatura del agua y conductividad con un salinómetro YSI-33, oxígeno disuelto con un oxímetro YSI-51B, la turbidez se midió con un turbidímetro LaMotte 2020, este parámetro se expresó en unidades nefelométricas (unt) de turbidez, la transparencia con un disco de Secchi y la profundidad con una sondaleza, ambas se registraron en centímetros.

Otra categoría que se consideró es la estructura de la vegetación que incluye la biomasa de pasto por metro cuadrado, en todas las estaciones se realizaron tres réplicas con un cuadrante de 40 cm x 40 cm, los datos de biomasa y densidad de pastos se extrapolaron a  $1 \text{ m}^2$ . La altura de la vegetación se midió a partir de las colectas extraídas en cada sitio.

### **- Relación de parámetros fisicoquímicos con parámetros ecológicos de los ensamblajes**

La importancia relativa de las variables físicas y químicas del agua como variables independientes que explican la variación del número de especies, de la abundancia o la diversidad de la comunidad de peces (como variables dependientes) en el sistema lagunar se determinó mediante una regresión con el coeficiente de Correlación de Person, considerando los resultados significativos con  $\alpha= 0.05$ .



## Resultados

### - Parámetros fisicoquímicos

#### - Temperatura

A lo largo del período de estudio, la temperatura del agua osciló de 24.5° C registrados en la estación Camaronera II en el mes de febrero de la temporada de nortes hasta 37° C registrados en la misma estación pero en julio de 2004 de la temporada de lluvias. En la figura 3 se observó un comportamiento común de la temperatura, la cual se mantuvo en mas de 30° C en la mayor parte de las temporadas de secas y lluvias, durante la transición de lluvias a nortes y en la totalidad de esta temporada se mantuvo en menos de 30° C.

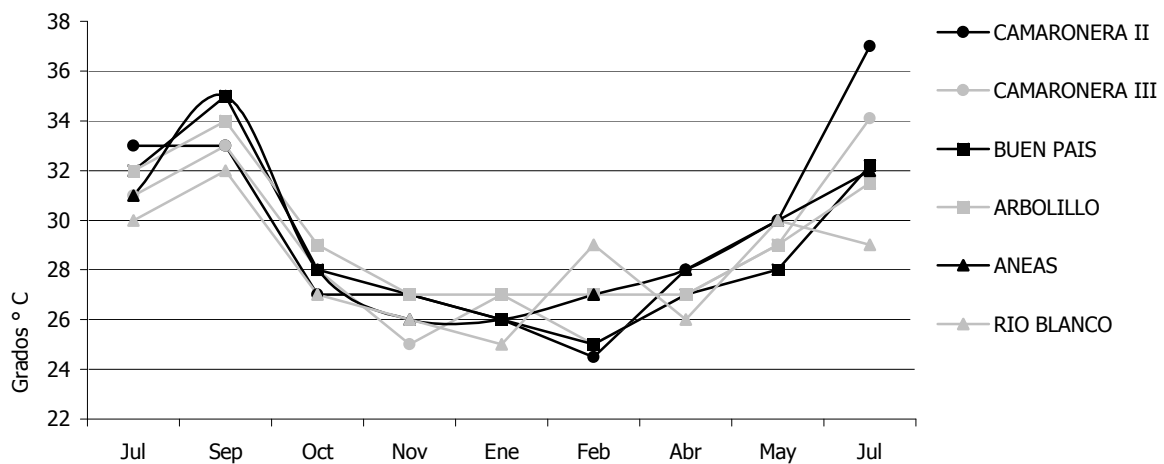


Figura 3. Temperatura registrada mensualmente por estación durante todo el estudio.

## - Salinidad

Los valores de salinidad registrados durante el período de estudio marcaron un amplio rango, con variaciones de 0 ppm registradas en diferentes estaciones durante las tres temporadas hasta valores de 17 ppm registrado en la estación Camaronera III en el mes de mayo de la temporada de secas. La figura 4 muestra que los valores de salinidad mas altos 16 y 17 ppm ocurrieron en las estaciones Camaronera II y III que se encuentran dentro de la Laguna Camaronera cerca de la boca artificial, y los valores mas bajos 0 – 5 ppm se registraron en las estaciones Río Acula, Río Blanco, Aneas, Arbolillo que se encuentran ubicadas cerca de la desembocadura de los ríos, también se apreció que los valores de salinidad se incrementaron en la temporada de secas debido a que el agua proveniente de los ríos disminuye.

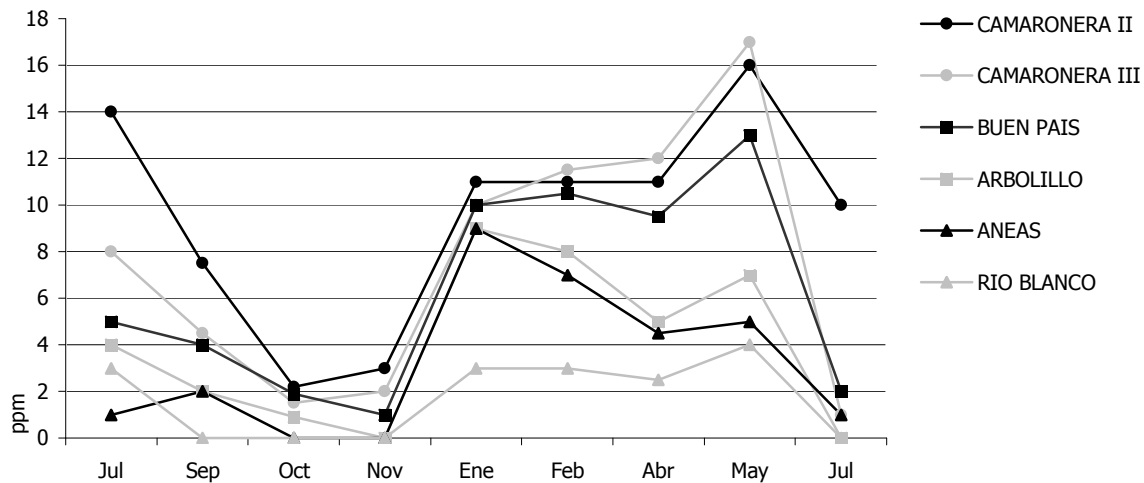
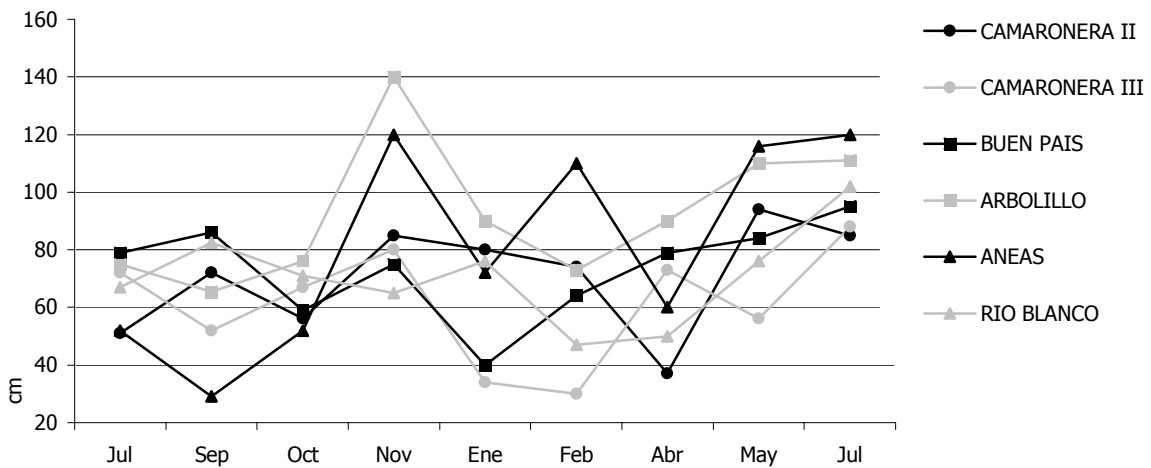


Figura 4. Salinidad registrada mensualmente por estación durante todo el estudio.

**- Profundidad**

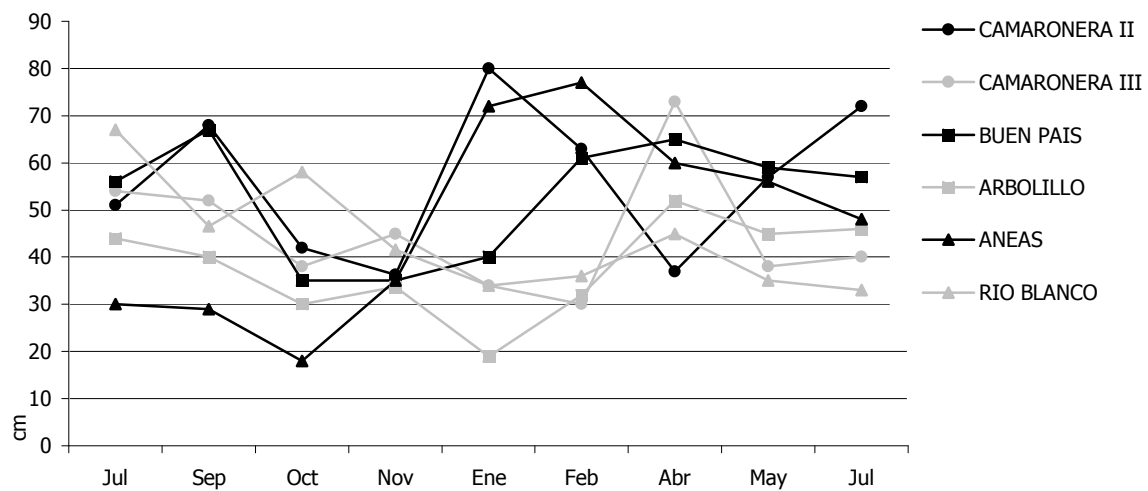
Los registros de profundidad durante el período de estudio, no presentaron una tendencia notable esto se puede deber a la fuerza de las mareas, el viento y a la cantidad de agua proveniente del Río Papaloapan, solo al principio de la temporada de nortes en la estación Arbolillo se presentó una profundidad de 140 cm y al final de la misma temporada, pero en la estación Camaronera III se registraron 30 cm, que junto con el registro de la estación Aneas en la temporada de lluvias son los mas bajos que se presentaron.



**Figura 5. Profundidad registrada mensualmente por estación durante todo el estudio.**

## - Transparencia

La transparencia máxima registrada fue de 80 cm en la estación Camaronera II durante el mes de enero de la temporada de nortes y la mínima fue 18 cm registrada en la estación Aneas en el mes de octubre de la temporada de lluvias. En la figura 6 se presentaron los valores de transparencia registrados en el estudio, donde no se aprecia una tendencia uniforme, sino valores dispersos, en las tres temporadas aparecieron valores altos y bajos.



**Figura 6. Transparencia registrada mensualmente por estación durante todo el estudio.**

### - Oxígeno Disuelto

En cuanto al oxígeno disuelto el valor mas alto que se presentó es de 16.7 ppm registrado en la estación Camaronera III del mes de febrero de la temporada de nortes, y por el contrario, el valor mas bajo es de 2 ppm correspondió a la estación de Aneas en el mes de noviembre al comienzo de la misma temporada. En la figura 7 se mostraron los valores de oxígeno disuelto donde se notó que los valores mas altos se presentaron en la transición de la temporada de nortes a la temporada de secas, esto se debe a los fuertes vientos que se presentaron en dicha temporada.

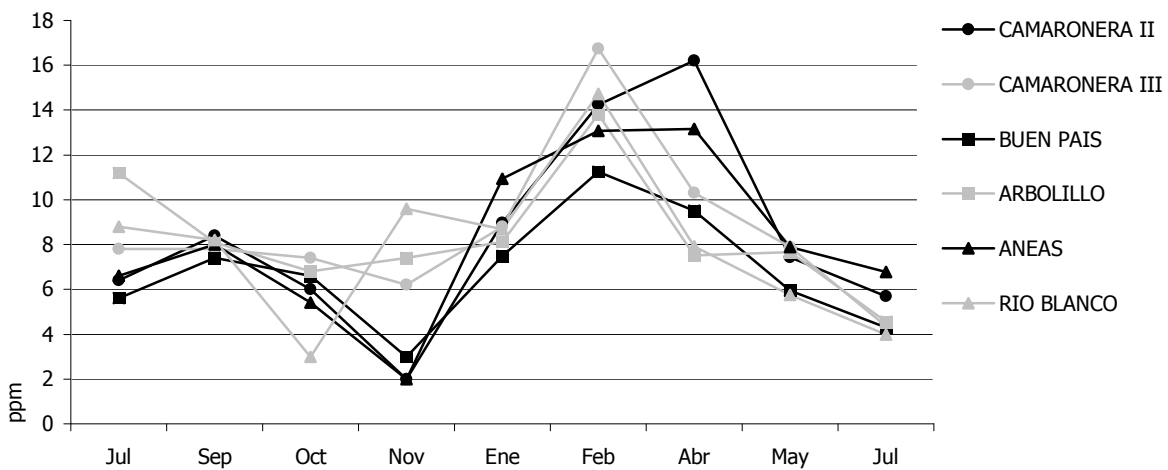
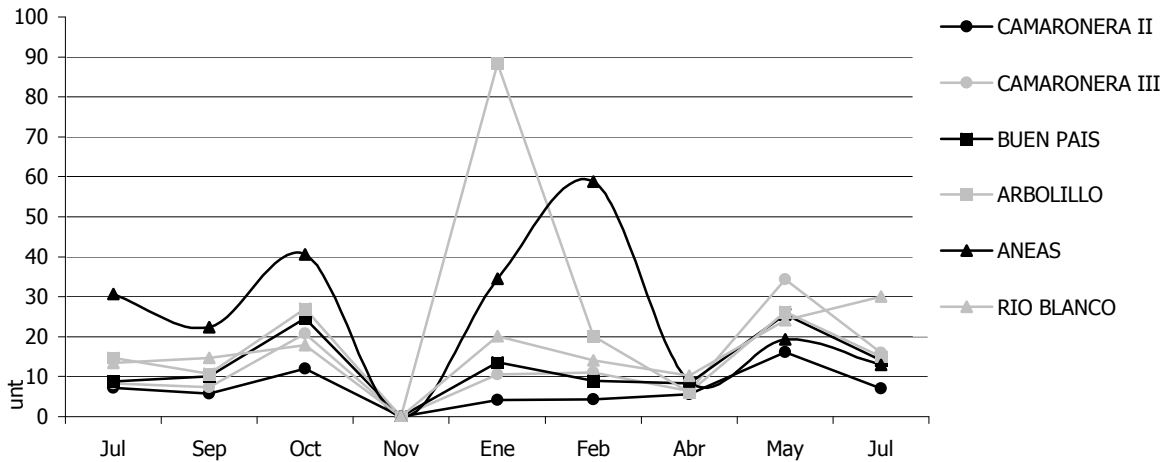


Figura 7. Valores de O<sub>2</sub> disuelto registrado mensualmente por estación durante todo el estudio.

**- Turbidez**

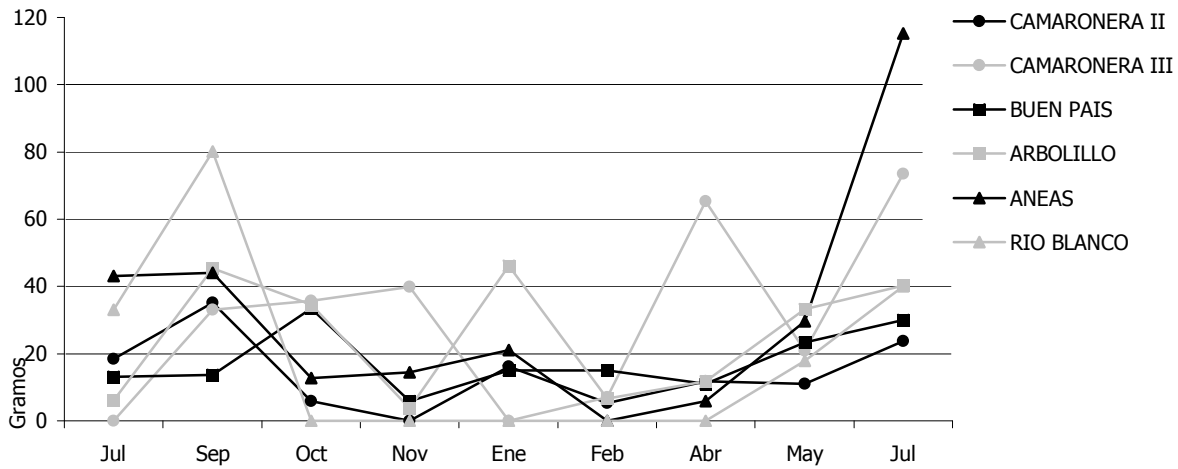
En cuanto a la turbidez, el valor mas bajo fue de 4.17 unt en el mes de febrero de la temporada de nortes, en el mes de enero de la misma temporada en la estación de Arbolillo se presentó el valor máximo registrado para el presente estudio, 88.3 unt y al final de la misma temporada, en febrero se reportó un valor de 58.8 unt, en las temporadas de lluvias y secas se presentan valores menores a 40 unt.



**Figura 8. Valores de turbidez registrados mensualmente por estación durante todo el estudio.**

**- Biomasa de *R. maritima***

Los registros de biomasa de *R. maritima* mostraron valores menores a 60 grs/m<sup>2</sup>, durante casi todo el estudio, a excepción del mes de julio de 2004, cuando en las estaciones de Aneas y Camaronera III se registran valores de 115.33 grs/m<sup>2</sup> y 73.5 grs/m<sup>2</sup> respectivamente, en el mes de septiembre, en la estación de Rio Blanco se registro un valor de 80.14 grs. y en abril, en la estación Camaronera III se registró un valor de 65.31 grs., también se notó una disminución en los valores de biomasa durante la temporada de nortes con relación a la temporada de lluvias y luego secas.

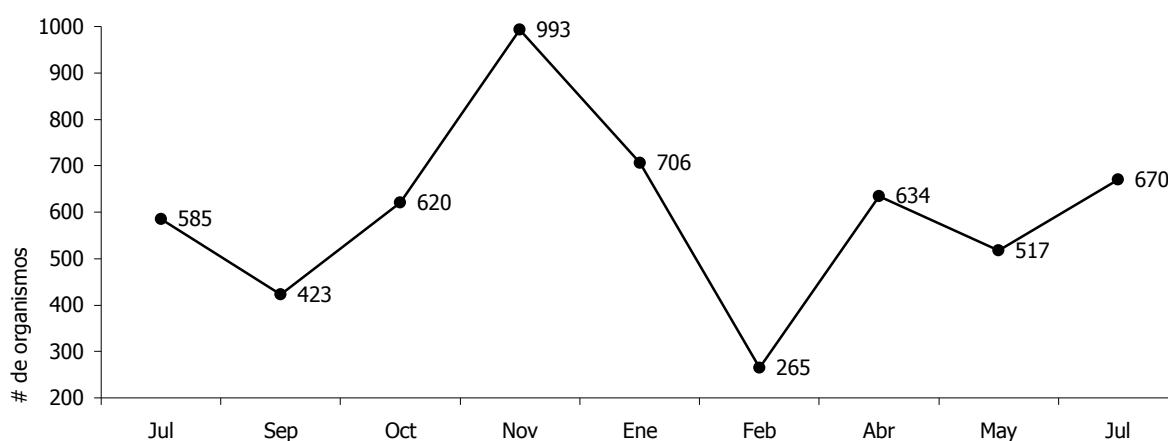


**Figura 9. Valores de biomasa de *R. maritima* registrados mensualmente por estación durante todo el estudio.**

## Parámetros Ecológicos

### - Abundancia

La Abundancia fue mayor en el mes de noviembre de la temporada de nortes en donde se colectó la mayor cantidad de organismos que fue 933, este mes contrasta con la parte final de la misma temporada, en el mes de febrero, se colectaron 265 organismos, que fue cuando menos organismos se presentaron, en la temporada de lluvias y en la temporada de secas se presentan tendencias similares mostrando valores altos al principio y al final y una ligera disminución a la mitad aunque los valores de la temporada de secas son ligeramente mas altos.



**Figura 10. Abundancia registrada mensualmente durante el estudio.**

En la Tabla 2 se presentan las 5 especies mas abundantes durante el estudio, en primer lugar se destacó *A. mitchilli* con 1742 organismos.

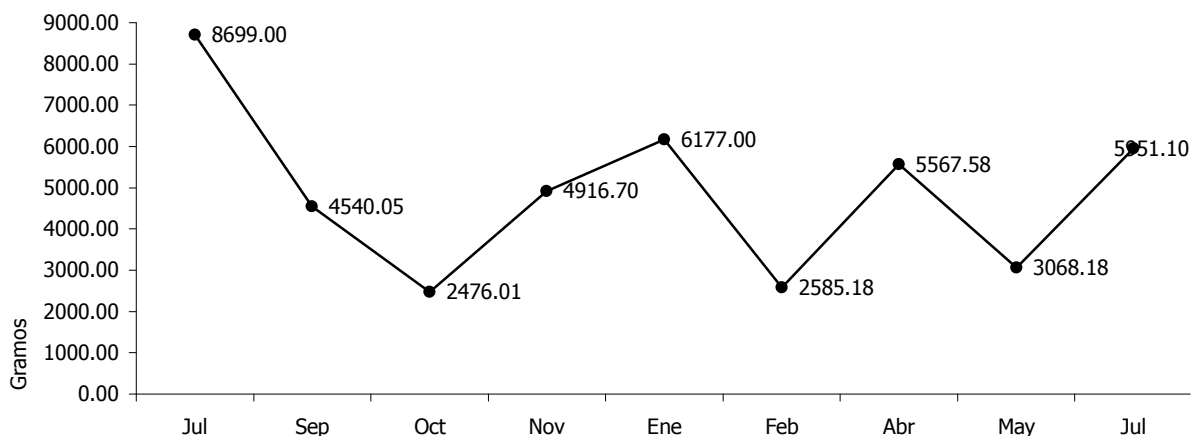
**Tabla 2. Abundancia por especie.**

ESPECIE	Abundancia total	Abundancia relativa
<i>Anchoa mitchilli</i>	1742	32.19
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	676	12.49
<i>Arius melanopus</i>	615	11.36
<i>Menidia beryllina</i>	517	9.55
<i>Diapterus auratus</i>	406	7.50



## - Biomasa

La Biomasa presentó una tendencia a la baja en la temporada de lluvias, julio, septiembre y octubre, 8699.00, 4540.05 y 2476.01 grs. respectivamente, esta tendencia cambió al principio de la temporada de nortes, en noviembre y enero, 4916.7 y 6177 grs. respectivamente y finalmente disminuyó hacia el final de la misma en febrero con 2585.08 grs., en la temporada de secas los valores presentaron una tendencia inversa, con relación a la temporada de nortes.



**Figura 11. Biomasa registrada mensualmente durante el estudio.**

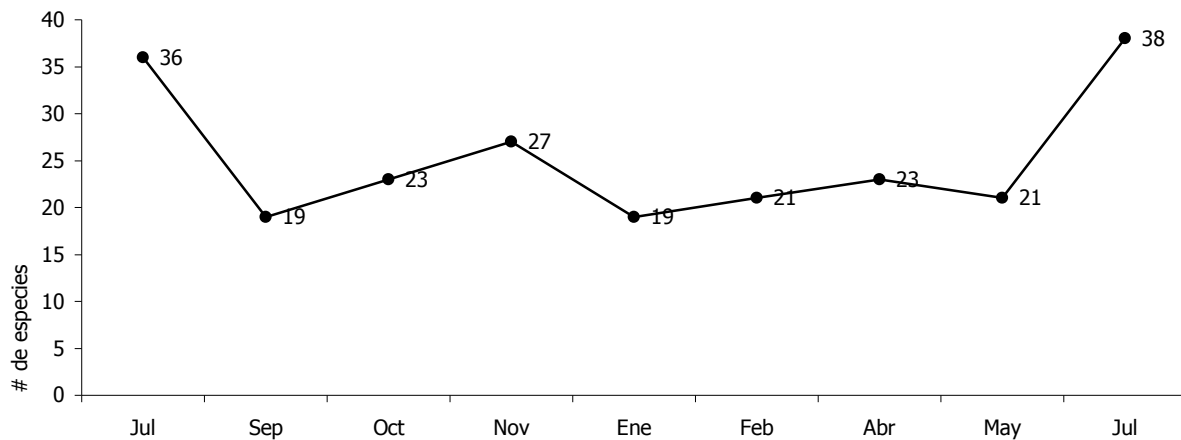
En la Tabla 3 se presentan las especies que más aportaron a la biomasa total del estudio, se destacó *C. urophthalmus* como la especie que más aporta a la biomasa con 9718.40 grs. esto se debe principalmente al tamaño que presenta cada organismo de esta especie.

**Tabla 3. Biomasa por especie considerando las 10 primeras.**

ESPECIE	Biomasa total (grs)	Biomasa relativa (%)
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	9718.40	22.09
<i>Arius melanopus</i>	9637.01	21.91
<i>Anchoa mitchilli</i>	3918.66	8.91
<i>Diapterus auratus</i>	3415.15	7.76
<i>Opsanus beta</i>	2213.25	5.03
<i>Gobionellus hastatus</i>	1573.15	3.57
<i>Strongylura notata</i>	1537.86	3.49
<i>Menidia beryllina</i>	1374.82	3.12
<i>Oreochromis niloticus</i>	1271.18	2.89
<i>Petenia splendida</i>	1136.92	2.58

### - Riqueza de Especies

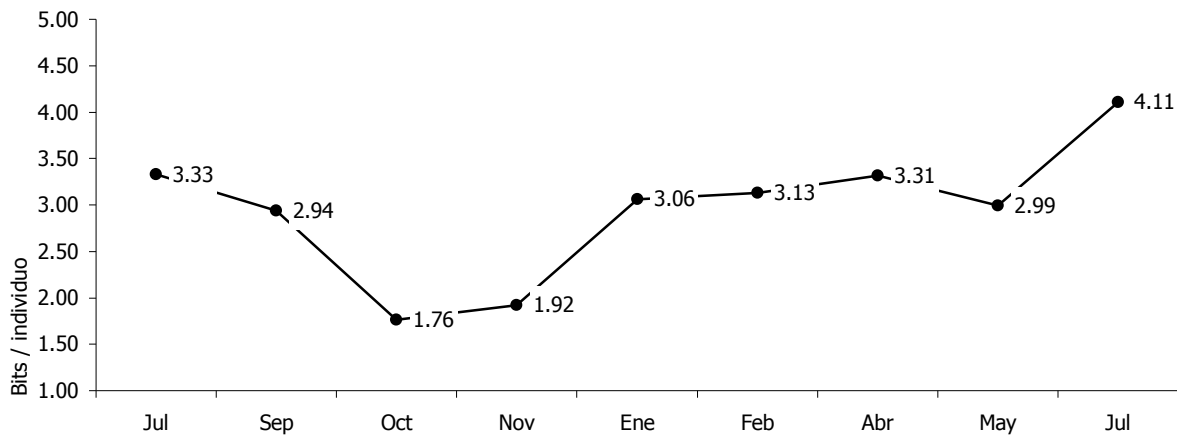
La riqueza de especies presentó una tendencia similar en las tres temporadas, mostrando valores altos al principio, en el mes de julio de la temporada de lluvias se colectaron 36 especies, en noviembre de la temporada de nortes se colectaron 27 especies y en el mes de abril en secas se colectaron 23 especies; al final de cada una, en octubre, se colectaron 23 especies, en febrero 21 especies y en julio de 2004 fueron 38 especies, se registró una disminución a la mitad de cada temporada, en septiembre fueron 19 especies, en enero 19 especies y en mayo 21 especies, se destaca el final de la temporada de secas en julio de 2004 cuando se colectaron 38 especies, siendo este el mes con mas especies registradas en todo el estudio.



**Figura 12. Riqueza de especies registrada mensualmente durante el estudio.**

### - Diversidad por abundancia

Los valores de diversidad obtenidos de la abundancia mostraron valores bajos al principio del estudio, durante la temporada de lluvias de julio, 3.33 bits/ind, a octubre 1.76 bits/ind, que también es el valor mas bajo registrado para todo el estudio y desde el inicio de la temporada de nortes comenzó un ascenso de los valores, que culminó en julio de 2004 de la temporada de secas, que es cuando se registró el valor mas alto 4.11 bits/ind.



**Figura 13. Diversidad registrada mensualmente durante todo el estudio.**

## Parámetros Ecológicos por Gremio Ecológico

### - Abundancia por gremio ecológico

La abundancia por gremio ecológico, mostró que la categoría de organismos marinos-eurihalinos es la que mas aportó, principalmente en la temporada de nortes, seguida de la temporada de secas, mientras que el gremio de especies marinas estenohalinas es la que menos organismos aportó en todo el estudio, los grupos estuarino y dulceacuícola presentaron proporciones similares en todas las estaciones.

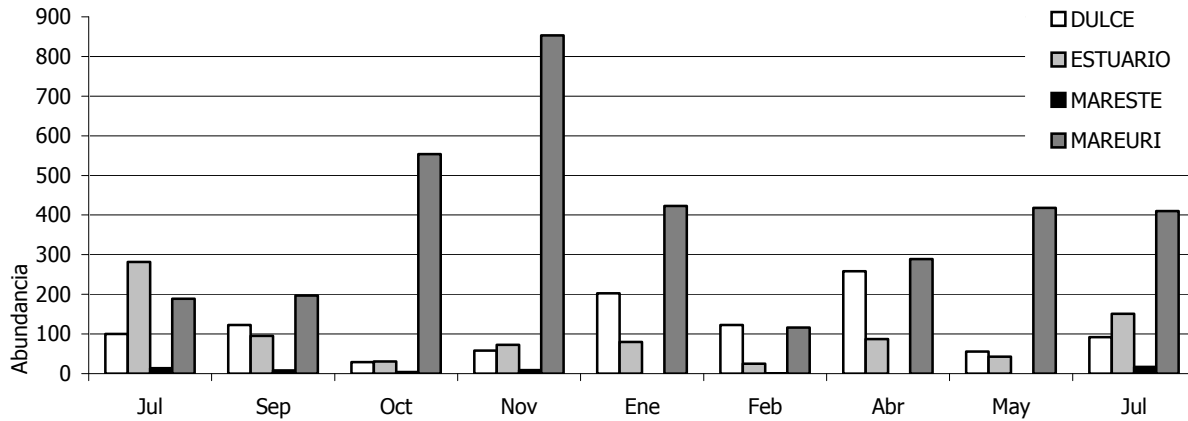
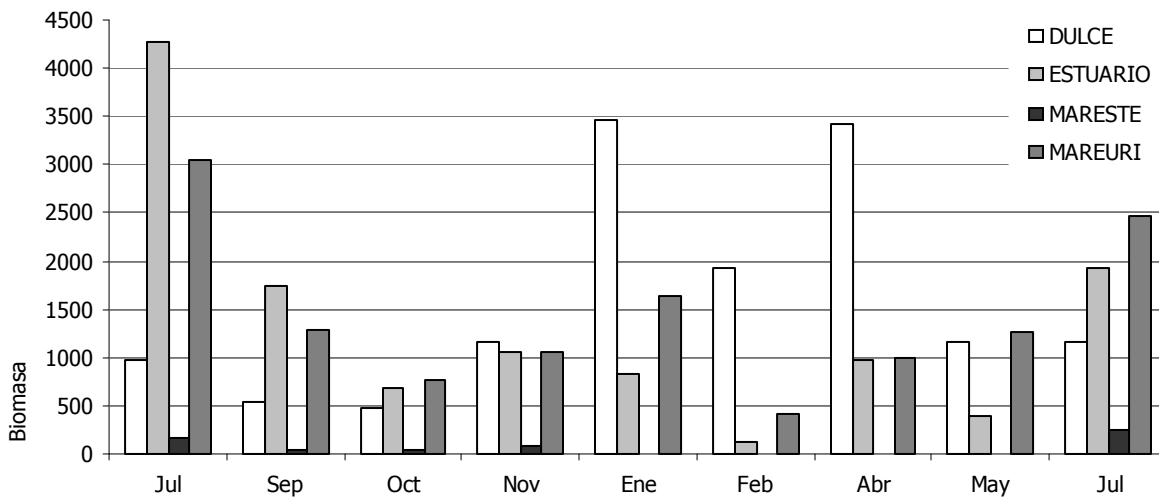


Figura 14. Abundancia por gremio ecológico registrada mensualmente durante todo el estudio.

**- Biomasa por gremio ecológico**

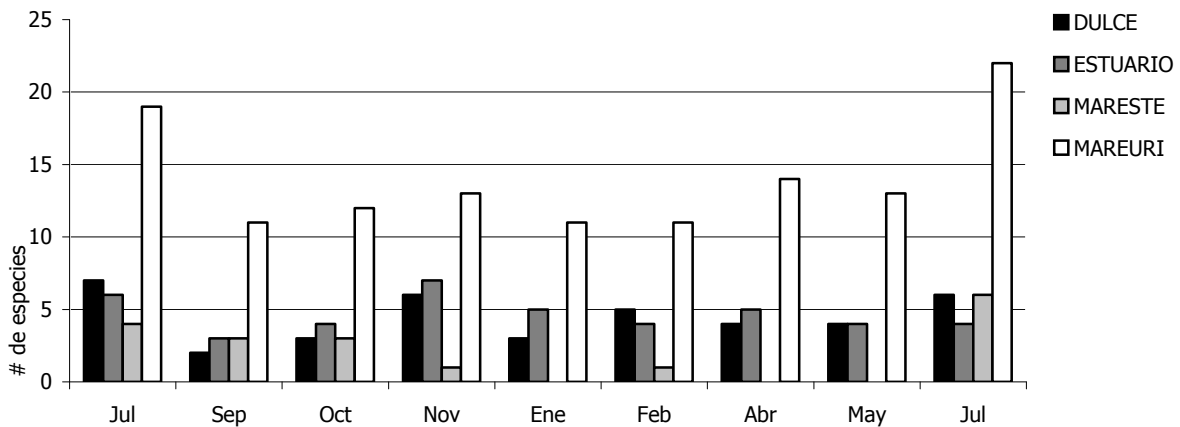
La biomasa por gremio ecológico mostró que en este parámetro, el gremio marino-eurihalino aportó el mayor volumen de biomasa al total, principalmente en los meses de la temporada de nortes, por otro lado, la categoría de los organismos de origen estuarino aportaron una mayor cantidad de biomasa durante los meses de la temporada de lluvias, el gremio ecológico marino estenohalino fue el que menor volumen de biomasa aportó durante todo el estudio.



**Figura 15. Biomasa por gremio ecológico registrada mensualmente durante todo el estudio.**

### - Riqueza de especies por gremio ecológico

La riqueza de especies por gremio ecológico mostró que a lo largo del estudio, la categoría que más dominó fue la de organismos marinos-eurihalinos, principalmente en la temporada de lluvias, en julio de 2003 y julio de 2004 presentó 22 y 19 especies respectivamente, seguida de los organismos de origen estuarino y posteriormente el de los organismos dulceacuícolas; los organismos del gremio ecológico marino-estenohalino se encontraron en menor cantidad, incluso en la mayor parte del estudio hubo estaciones de colecta donde se reportaron 0 especies (enero, abril, mayo) en julio de 2004 es el mes donde se reporta la mayor cantidad de especies de esta categoría con 6.



**Figura 16. Riqueza de especies por gremio ecológico registrada mensualmente durante todo el estudio.**

En la Tabla 4 se presentan las correlaciones entre los parámetros fisicoquímicos del agua, solo se muestran aquellas relaciones con significancia estadística.

**Tabla 4. Relación entre parámetros fisicoquímicos del agua**

Correlación positiva			Correlación negativa		
Parámetros	R	Valor p	Parámetros	R	Valor p
Salinidad vs Oxígeno	0.52	0.00005	transparencia vs turbidez	-0.52	0.00004
temperatura vs biomasa de <i>R. maritima</i>	0.47	0.0002	salinidad vs turbidez	-0.41	0.0018
salinidad vs transparencia	0.37	0.0051	profundidad vs oxígeno	-0.38	0.0041
profundidad vs transparencia	0.26	0.0493	temperatura vs oxígeno	-0.36	0.0064
			oxígeno vs biomasa de <i>R. maritima</i>	-0.28	0.0402

En la Tabla 5 se registraron las correlaciones obtenidas entre los parámetro ecológicos, se muestran aquellas relaciones con significancia estadística que influyen en mayor medida sobre los ensamblajes de peces en praderas de *R. maritima*.

**Tabla 5. Relaciones entre parámetros ecológicos de los ensamblajes de peces.**

Parámetros	R	Valor p
riqueza vs diversidad	0.80	3.09-13
abundancia vs biomasa	0.79	5.80-13
abundancia vs riqueza	0.64	1.40-7
biomasa vs riqueza	0.60	1.14-6);
biomasa vs diversidad	0.34	0.0117

Los datos de parámetros físicoquímicos en el sistema lagunar, se correlacionaron con los parámetros ecológicos de los ensamblajes obteniendo en la Tabla 6 las correlaciones que mas influyeron sobre estos en praderas de *R. maritima*.

**Tabla 6. Relaciones entre parámetros físicoquímicos vs parámetros ecológicos**

Correlación positiva			Correlación negativa		
Parámetros	R	Valor p	Parámetros	R	Valor p
oxígeno vs riqueza	0.27	0.0472	biomasa de <i>R. maritima</i> vs diversidad	-0.41	0.0018
oxígeno vs biomasa	0.27	0.0477	biomasa de <i>R. maritima</i> vs riqueza de especies	-0.39	0.0031

En la Tablas 7, 8 y 9 se registraron los valores obtenidos de las correlaciones entre parámetros físicoquímicos del agua y parámetros ecológicos de los ensamblajes por cada temporada climática, la primera es la temporada de lluvias, seguida de la de nortes, y finalizando con secas.

**Tabla 7. Relaciones entre parámetros físico-químicos vs parámetros ecológicos por temporada (Lluvias)**

Correlación positiva			Correlación negativa		
Parámetros	R	Valor p	Parámetros	R	Valor p
Riqueza de especies vs diversidad	0.57	0.0140	salinidad vs turbidez	-0.85	0.000007
salinidad vs transparencia	0.56	0.0150	transparencia vs turbidez	-0.77	0.0001
profundidad vs transparencia	0.54	0.0190	temperatura vs turbidez	-0.50	0.0340
abundancia vs biomasa	0.55	0.0200			
abundancia vs riqueza	0.55	0.0200			
biomasa vs riqueza	0.54	0.0200			
temperatura vs salinidad	0.51	0.0330			



**Tabla 8. Relaciones entre parámetros físico-químicos vs parámetros ecológicos por temporada (Nortes)**

Correlación positiva			Correlación negativa		
Parámetros	R	Valor p	Parámetros	R	Valor p
abundancia vs biomasa	0.96	5.66-10	salinidad vs turbidez	-0.55	0.0190
riqueza vs diversidad	0.94	4.82-9	profundidad vs oxígeno	-0.55	0.0190
abundancia vs riqueza	0.81	0.00004	salinidad vs profundidad	-0.51	0.0310
biomasa vs riqueza	0.79	0.0001			
abundancia vs diversidad	0.69	0.0010			
biomasa vs diversidad	0.69	0.0010			
salinidad vs oxígeno	0.57	0.0140			
profundidad vs diversidad	0.57	0.0140			
biomasa de <i>R. maritima</i> vs abundancia	0.56	0.0150			
biomasa de <i>R. maritima</i> vs biomasa	0.53	0.0200			
profundidad vs turbidez	0.50	0.0370			

**Tabla 9. Relaciones entre parámetros físico-químicos vs parámetros ecológicos por temporada (Secas)**

Correlación positiva			Correlación negativa		
Parámetros	R	Valor p	Parámetros	R	Valor p
riqueza vs diversidad	0.86	3.54-6	temperatura vs oxígeno	-0.69	0.0012
abundancia vs biomasa	0.76	0.0002	profundidad vs oxígeno	-0.57	0.0129
profundidad vs diversidad	0.65	0.0032	oxígeno vs biomasa de <i>R. maritima</i>	-0.51	0.0305
temperatura vs diversidad	0.65	0.0033	transparencia vs abundancia	-0.50	0.0328
profundidad vs riqueza	0.59	0.0096	oxígeno vs riqueza	-0.48	0.0407
profundidad vs biomasa de <i>R. maritima</i>	0.59	0.0097	oxígeno vs diversidad	-0.47	0.0442
temperatura vs riqueza	0.56	0.0140			
temperatura vs profundidad	0.55	0.0168			
temperatura vs biomasa de <i>R. maritima</i>	0.54	0.0195			
salinidad vs oxígeno	0.52	0.0243			

## **Discusión**

### **- Parámetros fisicoquímicos**

Los estuarios se caracterizan por ser sistemas dinámicos que sufren fluctuaciones amplias debido a condiciones ambientales a corto y largo plazo; por lo tanto sus comunidades biológicas se consideran afectadas principalmente por el ambiente físico (Kupschus y Cols., 2001), La estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras y estuarios, usualmente refleja las características físicas, geoquímicas e hidrológicas de el ambiente y la distribución de las especies depende del grado de la influencia marina sobre los ecosistemas (Mariani, 2001).

### **- Comportamiento de Parámetros Hidrológicos**

#### **- Transparencia**

No se encontró literatura que la reporte a la transparencia, como factor físico determinante de las variaciones de los parámetros comunitarios o del ensamble de especies, sin embargo si es un condicionante para la presencia de especies pequeñas debido a que si se encuentran en zonas con un valor alto de transparencia, se ven expuestas a los depredadores.

#### **- Oxígeno Disuelto**

En cuestión de oxígeno disuelto, Martínez (2002), señala que depende principalmente de la temperatura y la salinidad, ya que estos determinan la concentración de este elemento. Algunos autores mencionan que encontrándose menor concentración de este gas hay mayor temperatura y salinidad.

Cabe resaltar, que noviembre fue el mes en que en promedio se registró menor cantidad de oxígeno disuelto, esto contrasta con los valores de abundancia, que registraron en noviembre al valor más alto para este parámetro en el estudio.

#### **- Turbidez**

Martínez (2002), mencionó que la turbidez es menor en estaciones ubicadas en praderas de pastos sumergidos ya que estos tienden a provocar la sedimentación de las partículas suspendidas en la columna de agua; afirma que durante la temporada de secas, la turbidez es menor que durante la temporada de nortes ya que los fuertes vientos tienden a resuspender los sedimentos, los peces que tienden a convertirse en presas, se ven beneficiados, debido a que la turbidez les proporciona refugio de los depredadores.

Menge y Sutherland en 1987 predijeron que los ensambles de especies están controlados por variables ambientales físicas que provocan mayor estrés ambiental que induce a un aumento de la movilidad de las especies marinas a otros hábitat, y con esto disminuye el reclutamiento hacia los estuarios y lagunas costeras.

### - Parámetros Ecológicos

La composición del ensamblaje de peces que habitan praderas de *R. maritima* presentó un total de 59 especies, agrupadas en 43 géneros y 24 familias, de estas, las mas representativas fueron Ariidae, Centropomidae, Cichlidae, Gerreidae, y Gobiidae. Franco y Cols. en 1991 reportaron 61 especies para todo el SLA en el período comprendido de 1987 a 1988; en 2003 Espinoza-Salinas reportó un total de 58 especies solo para la laguna Camaronera, en el mismo año García-Alvear reportó 62 especies en todo el SLA y Sánchez-Vargas reportó 52 especies solo para la laguna de Alvarado; históricamente Chávez y Cols., (2005) señalaron que desde 1966 a la fecha se han registrado 108 especies de peces para todo el Sistema Lagunar de Alvarado.

Por su parte Chávez (1998) señaló que en praderas de *R. maritima* se encontraron 78 especies de 1987 a 1991.

**Tabla 10: Especies encontradas en este trabajo y no reportadas en el trabajo de Chávez, 1998.**

FAMILIA	ESPECIE
CHARACIDAE	<i>Astyanax fasciatus</i>
GOBIIDAE	<i>Bathygobius soporator</i>
CICHLIDAE	<i>Cichlasoma champotonis</i>
CICHLIDAE	<i>Cichlasoma salvini</i>
GOBIIDAE	<i>Lophogobius cyprinoides</i>
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus synagris</i>
SYNGNATHIDAE	<i>Oosthetus lineatus</i>
POECILIIDAE	<i>Poecilia mexicana</i>
PIMELODIDAE	<i>Rhamdia guatemalensis</i>

**Tabla 11: Especies reportadas por Chávez en 1998 que no fueron colectadas en este trabajo.**

FAMILIA	ESPECIE
ENGRAULIDAE	<i>Anchoa hepsetus</i>
ARIIDAE	<i>Bagre sp.</i>
SCIAENIDAE	<i>Bairdiella ronchus</i>
CLUPEIDAE	<i>Brevoortia gunteri</i>
CLUPEIDAE	<i>Brevoortia patromus</i>
ENGRAULIDAE	<i>Cetengraulis edentulus</i>
EPHIPPIDAE	<i>Chaetodipterus faber</i>
CLUPEIDAE	<i>Dorosoma cepedianum</i>
GERREIDAE	<i>Eucinostomus gula</i>
GERREIDAE	<i>Gerres cinereus</i>
HAEMULIDAE	<i>Haemulon plumieri</i>
SPARIDAE	<i>Lagodon rhomboides</i>
LUTJANIDAE	<i>Lutjanus apodus</i>
ATHERINIDAE	<i>Membras vagrans</i>
POLYNEMIDAE	<i>Polydactilus octenemus</i>
CARANGIDAE	<i>Selene vomer</i>
SYNODENTIDAE	<i>Synodus foetens</i>
CARANGIDAE	<i>Trachinotus carolinus</i>
CARANGIDAE	<i>Trachinotus falcatus</i>
TRICHIURIDAE	<i>Trichiurus lepturus</i>

### - Abundancia

La heterogeneidad entre los hábitat del ambiente lagunar estuarino, actúa cualitativa y cuantitativamente en la composición de las comunidades de peces. Las interacciones desde el mar por un lado y los ríos y pantanos por otro, han permitido el desarrollo de estrategias que permiten a los peces utilizar áreas para la reproducción y alimentación. Este éxito es el reflejo de las adaptaciones que explican su gran abundancia al reducir la competencia y ampliar su nicho espacial y temporalmente (Lara-Domínguez y Cols., 1993).

La abundancia registrada en el estudio, mostró que los valores mas altos se registraron al iniciar la temporada de nortes, posteriormente se registró la temporada de secas y al final, en la temporada de lluvias se registran los valores mas bajos, esto coincide con lo reportado por Chávez-López (1998), en el período

comprendido de 1987 a 1991, donde registró los valores mas altos de abundancia en secas y nortes y los valores mas bajos en la temporada de lluvias; en 2003 Espinoza-Salinas reportó la mayor abundancia en nortes, seguido de lluvias y al final secas; García-Alvear reportó la mayor abundancia en la temporada de nortes, seguido de la temporada de lluvias y al final se presentó la temporada de secas; Sánchez-Vargas reportó la mayor abundancia en la temporada de lluvias, seguida de la temporada de secas y al final se reportó la temporada de nortes.

Esto se debe principalmente a que al comenzar dicha temporada el aporte fluvial de los ríos disminuye notablemente y la salinidad se incrementa, lo cual propicia la entrada en gran número de organismos de origen marino que habitan los ecosistemas adyacentes, a la plataforma continental en busca de protección, crianza reproducción o alimentación, debido principalmente al aporte fluvial que dejó el Río Papaloapan al finalizar la temporada de lluvias propiciando el desarrollo de una alta productividad biológica lo cual se refleja en la abundancia, (Bautista, 1999) además es normal que los hábitat con pastos sumergidos sean mas ricos en número de organismos, aunque se debe tomar en cuenta la altura de la columna de agua, que generalmente en sitios con presencia de vegetación sumergida es menor que en otros sitios, en el estuario de Laguna Patos en Brasil, en el período de 1997 a 1998, cuando se presentó el fenómeno de El Niño, la abundancia de peces disminuyó en sitios con aguas someras, (Garcia y Cols., 2001).

Al final de la temporada de nortes se presentaron los niveles de abundancia mas bajos para el presente estudio, esto se debe principalmente a que es una etapa de transición entre la temporada de nortes y la temporada de secas y la disponibilidad de alimento, se ve afectada principalmente por los cambios súbitos de la salinidad, la disminución de la temperatura del agua, y la disminución de la profundidad.

#### **- Abundancia por gremio ecológico**

Las especies de origen marino eurihalino son las que mayor abundancia aportaron con 64% del total, principalmente las que presentaron una ocurrencia permanente dentro del sistema lagunar, siguieron las especies dulceacuícolas con 19%, después se encontraron las especies estuarinas con 16% y al final las especies marinas estenohalinas con 1% consideradas como esporádicas.

Estos resultados son similares, a los reportados por Chávez-López en 1998, Espinoza-Salinas, García-Alvear y Sánchez-Vargas, en 2003 para el mismo sistema lagunar a excepción de que en estos trabajos fueron reportados los organismos de origen estuarino más abundantes que los organismos de origen dulceacuícola.

Así se puede afirmar que en praderas de pastos el aporte a la abundancia de las especies marinas ya sean eurihalinas o estenohalinas es del 65 % de la producción total. (Blabber, 2002)

## - Biomasa

Los sistemas estuarino lagunares son utilizados tanto espacial como temporalmente por una compleja comunidad biótica, en la que sobresalen los peces, los cuales realizan actividades de crianza, protección, alimentación y reproducción a lo largo del año (Beck y Cols. 2001; Gillanders y Cols, 2003).

La mayoría de los organismos al buscar un lugar dentro de la Laguna con fines alimenticios, de crianza, o de encontrar un refugio adecuado para poner sus huevos realiza un gasto de energía que afecta al pez con disminución de biomasa, con la afirmación anterior y observando la tendencia de los valores obtenidos por biomasa y abundancia es fácil asumir una relación que a mayor abundancia, mayor biomasa esto no siempre se cumple, debido a que en la composición de tallas predominan estadios juveniles y los resultados mostrados en el presente trabajo son una prueba de ello.

El valor más alto de biomasa se reportó en la temporada de lluvias, seguido de la temporada de secas y finalmente la temporada de nortes estos valores coinciden con lo reportado en 2003 por Espinoza-Salinas para Laguna Camaronera, Chávez-López en 1998 señaló que la estación climática en donde se encuentran los valores mas altos de biomasa, es en la temporada de secas, seguida de nortes, y finalizando con lluvias; en 2003 García-Alvear reportó la mayor cantidad de biomasa en la temporada de nortes, seguido de la temporada de secas y al final se presentó la temporada de lluvias; Sánchez-Vargas reportó en el mismo año la mayor biomasa en la temporada de nortes, seguida de la temporada de secas y al final se reportó la temporada de lluvias.

Esto se debe principalmente a que en la temporada de lluvias disminuyó la salinidad y arriban a las praderas de pastos organismos dulceacuícolas, principalmente de la familia Cichlidae, dentro de los cuales se encuentra *Cichlasoma urophthalmus*, los organismos de esta especie se caracterizan por ser organismos de tallas grandes. La mayoría de los Cíclidos viven en lagos o en aguas de curso lento, a menudo en las regiones de aguas poco profundas cercanas a las orillas, donde las rocas y la vegetación les facilitan buenos escondrijos (Mills, 1996; en Morales, 2002). Aunado a la alta productividad primaria de las praderas de pastos la cual es aprovechada como fuente de alimentación para las especies que se encuentran de forma permanente o que arriban a las praderas con el propósito de alimentarse.

Las especies que aportaron mayor biomasa fueron en primer lugar *Cichlasoma urophthalmus* y *Arius melanopus*, entre estas dos especies aportan el 44% de la biomasa total, estas especies permanecen en la laguna la mayor parte de su ciclo vital y se consideran residentes, lo cual indica una adaptación fisiológica a estas zonas usando diferentes hábitat del sistema lagunar con el propósito de alimentación y reproducción, este uso diferencial del hábitat se ha reportado para Laguna de Términos en Campeche.

### **- Biomasa por gremio ecológico**

El gremio ecológico que mayor cantidad de biomasa aportó al presente estudio fue la de los organismos marinos eurihalinos con 40% del total, seguida de los organismos dulceacuícolas con 32% después se encontraron los organismos de origen estuarino con 27% y al final se reportaron los organismos marinos estenohalinos con 1%. Estos resultados coinciden con lo reportado por Espinoza-Salinas (2003) para laguna Camaronera y García-Alvear (2003), sin embargo Sánchez-Vargas (2003) registró que las especies de origen estuarino fueron las que aportaron mayor biomasa, seguidas de las especies de origen marino eurihalino en la laguna de Alvarado.

Se observó que en las praderas de pastos el aporte de biomasa proveniente de organismos marinos, ya sean eurihalinos, o estenohalinos es del 41% del total, y de acuerdo a lo reportado por (Chávez-López, 1998) esta tendencia no ha cambiado por lo menos en los últimos 15 años.

### **- Riqueza de especies**

La composición de especies de la comunidad mantiene la característica típica de las comunidades de peces de las lagunas costeras y estuarios; ya que el componente marino aporta la mayor riqueza específica; este patrón se ha reportado para varias comunidades de peces estuarino-lagunares del estado de Veracruz (Chávez, 1998).

La composición específica de la comunidad de peces cambia en relación al ciclo biológico de cada una de las especies; debido también al uso que estas hacen de los hábitat (Bautista, 1999) en general, en el presente trabajo, se observó que en las tres temporadas climáticas, no hay una marcada diferencia en cuanto a riqueza de especies.

En el presente trabajo, la temporada de secas fue la que registró el mes con la mayor riqueza de especies (38 en julio 2004), seguido de la temporada de lluvias (36 en julio 2003) y al final la temporada de nortes (27 en noviembre); esto se debe en gran medida a que comienza la temporada de lluvias y es cuando el aporte fluvial proveniente de los ríos se vuelve importante, los niveles de salinidad disminuyen, provocando que muchas especies de peces de origen dulceacuícola y marino-eurihalino se presenten en la laguna.

En la temporada de lluvias arriban especies de origen estuarino y dulceacuícola; en la temporada de nortes las especies marinas se vuelven mas numerosas, siendo similar a la temporada de secas, esto se puede explicar mediante el aprovechamiento de la producción por vía detrítica que es acarreada por los ríos en los meses lluviosos y en estas temporadas queda disponible al disminuir la descarga de agua dulce que impide el

paso de especies marinas al ecosistema (García-Alvear, 2003).

En 2003 Espinoza-Salinas reportó la mayor riqueza específica en la temporada de lluvias seguido de nortes y al final la de secas en la Laguna Camaronera; Sánchez-Vargas registró que en la temporada de nortes es cuando se presentó la mayor riqueza específica seguida de lluvias y al final se reportó la temporada de secas solo para la Laguna de Alvarado.

#### **- Riqueza de especies por gremio ecológico**

Las especies que se presentan con mayor frecuencia en las tres temporadas climáticas y en las siete estaciones de colecta, son las de origen marino-eurihalino, las cuales representaron el 64% de la abundancia, y el 40% de la biomasa total durante el estudio, estas especies presentan gran tolerancia a los cambios de salinidad, pasan la mayor parte de su vida en esta zona donde están protegidas de los grandes depredadores; seguidas por las de origen dulceacuícola, que representaron el 19% de la abundancia y el 32% de la biomasa total, esto, debido a que en las praderas se presenta bajos niveles de salinidad propiciados por las continuas descargas de los ríos, así como en menor medida por las lluvias temporales presentes en la zona que permiten que estas especies estén presentes en gran parte del año; después se presentaron las de origen estuarino, que representaron el 16% de la abundancia y el 27% de la biomasa total, esto es común ya que el mosaico de hábitats que se presenta es importante para la sobrevivencia de estas especies en etapa juvenil (Peterson y Cols. 2000), al final se encontraron las especies de origen marino-estenohalino, con el 1% de la abundancia total, y con el mismo porcentaje de biomasa total, esto se debe principalmente a la baja tolerancia de dichas especies a cambios constantes de salinidad. Los porcentajes anteriores, ponen de manifiesto que las características hidrológicas que se presentan en las praderas de *R. marítima* no son estables, (Sánchez-Vargas, 2003).

En la temporada de lluvias el gremio de peces marinos-eurihalinos dominó ampliamente dentro de la laguna con un 55% del total de organismos recolectados, le siguen los organismos de origen dulceacuícola con 18%, posteriormente los organismos estuarinos presentaron un 16%, y al final se registraron los organismos de origen marino-estenohalino con solo el 11%; cabe resaltar que esto se debe principalmente a que en dicha temporada el escurrimiento fluvial aporta a la laguna materia orgánica, lo cual propicia la entrada de estos organismos, redituando en el incremento de esta población.

En lo que respecta a la temporada de nortes, se observaron las mismas tendencias, pero esta vez disminuye la proporción de organismos marinos-eurihalinos, se presentó el 49% de estos, 24% de organismos dulceacuícolas, muy cerca se presentaron los organismos estuarinos con 21%, y al final con 6% se encontraron los organismos marinos-estenohalinos, la característica principal de esta temporada es la entrada de agua proveniente del mar, disminución de la temperatura del agua e incremento en la salinidad y del oxígeno



disuelto, lo cual puede explicar la dominancia de organismos de origen marino, y el incremento de la población de organismos de origen dulceacuícola.

Al final, en la temporada de secas se observaron las mismas tendencias, con los organismos de origen marino-eurihalino dominando ampliamente con un 55% del total de organismos colectados, pero también se registró que los organismos dulceacuícolas y los organismos estuarinos, presentaron tendencias iguales entre ellos con 16% cada una, y al final se registraron los organismos marino-estenohalinos con solo el 13% del total de organismos colectados, este incremento se puede atribuir a que durante esta temporada la salinidad de agua, así como la temperatura se incrementan debido a un menor aporte fluvial de los ríos, lo cual da cabida a que los organismos marino-estenohalinos entren en mayor cantidad a la laguna.

### **- Diversidad por Abundancia**

La diversidad, la distribución y la abundancia de los recursos pesqueros en la zona costera están controlados por diversos factores físicos de los cuales los más evidentes son meteorológicos, descarga de los ríos, rango de mareas, áreas de vegetación litoral de lagunas costeras y estuarios, sedimentos, latitud geográfica, condiciones físico-químicas del agua y dinámica de las corrientes litorales (Soberón-Chávez y Yañez-Arancibia, 1985 en Lara-Domínguez, 1993).

Las áreas de gran homogeneidad ambiental tienen una diversidad alta, pero si son más complejas y tienen más nichos ellas también tienen más especies (Wootton, 1990; en Araujo y Costa de Azevedo 2001). Tomando en cuenta la referencia anterior e interpretando los valores de diversidad obtenidos que proponen un ambiente hasta cierto grado homogéneo, se puede sugerir que los hábitat y nichos son aprovechados por los organismos con mayor capacidad, que son los que colonizan estas áreas que ofrecen una cantidad ilimitada de recursos alimenticios, (Ricklefs, 1996, en Araujo y Costa de Azevedo 2001), afirma que en un rango de latitud angosto, los números de especies variarán entre los hábitat de acuerdo a su productividad, homogeneidad estructural y la comodidad de las condiciones abióticas.

En la temporada de secas se presentó el valor mas alto para diversidad dentro de este estudio y el mas bajo en la temporada de lluvias, en 2003 Espinoza-Salinas reportó el valor mas alto, y el valor mas bajo para este parámetro en temporada de nortes; García-Alvear reportó el valor mas alto de diversidad en la temporada de lluvias y el valor mas bajo en la temporada de nortes; Sánchez-Vargas registró también en la misma temporada, en lluvias el valor mas bajo y el mas alto para este parámetro.

## **- Relación de Parámetros Fisicoquímicos del Agua con Parámetros Ecológicos**

### **- Temperatura**

La temperatura del agua es un factor físico ampliamente utilizado para estudios ecológicos, algunos autores como (Peterson y Ross) en 1991 determinaron que la temperatura y la salinidad influyeron en la estructura espacial y temporal de una comunidad de peces en hábitats salobres a lo largo de un gradiente río-estuario, sin embargo en el caso de las praderas de pastos el rango reducido de variación de la temperatura y las condiciones oligohalinas que se mantienen durante la mayor parte del año sugieren que otros factores bióticos y físicos tienen mayor influencia sobre las características ecológicas de los ensamblajes que la salinidad.

### **- Temperatura y Abundancia**

Entre estos parámetros se observó una relación indirectamente proporcional, pues cuando la temperatura disminuye, los valores de abundancia se incrementan y cuando la temperatura sube, la abundancia disminuye un poco; un claro ejemplo, se da en el mes de noviembre, en el cual se registró el valor más alto de abundancia, y en este mes la temperatura comienza a disminuir debido a que comienza la temporada de nortes, además en enero a mitad de la misma temporada y con los mismos valores de temperatura es cuando también se registró el segundo valor más alto de abundancia; en 2003 Espinoza-Salinas registró tendencias similares.

### **- Temperatura y Biomasa**

La relación entre estos parámetros no es muy marcada con la temperatura ya que se registraron valores altos de biomasa en enero y abril, con temperaturas bajas, y también se registraron valores bajos de biomasa en octubre y febrero con temperaturas similares, estos resultados concuerdan con las tendencias que registró Espinoza-Salinas, en 2003 debido a que en su trabajo se presentan diferencias debidas a la transición de temporadas.

### **- Temperatura y Diversidad**

La relación de la temperatura con este parámetro ecológico es directamente proporcional, ya que se observó que cuando la temperatura sube en la temporada de lluvias los valores de diversidad también son altos pero cuando la temperatura disminuyó en la temporada de nortes los valores de diversidad también mostraron disminución, a excepción de la temporada de secas, cuando los valores de temperatura permanecieron bajos los valores de diversidad subieron.

### **- Temperatura y Riqueza de especies**

Al parecer la temperatura afecta directamente a la riqueza de especies ya que como se observa en las tendencias registradas durante el estudio, en las temporadas, y en los sitios que presentaron temperaturas altas la riqueza de especies aumentó, o se mantuvo relativamente alta, esto contrasta con sitios y temporadas en los que la riqueza mostró una disminución, o registró valores bajos.

### **- Salinidad**

La salinidad, también es uno de los parámetros ambientales más importantes para la supervivencia, crecimiento y distribución de los peces, (Cherinsky, 1989; en Morales, 2002). Araujo y Costa de Azevedo, (2001), señalaron que la ictiofauna que habita las áreas donde ocurren diferentes gradientes de salinidad muestran cambios en la composición y tiende a ser menos diverso conforme disminuye la salinidad.

### **- Salinidad y Abundancia**

La relación entre estos parámetros es indirecta ya que cuando se presentaron salinidades altas, julio 2003 y mayo, los valores de abundancia disminuyeron, en comparación con los meses que presentaron salinidades bajas, octubre y noviembre, en la transición de lluvias a nortes que es cuando se presentaron los valores más altos de abundancia.

### **- Salinidad y biomasa**

Estos parámetros no registraron algún tipo de relación, pues la biomasa se mantiene constante durante todo el estudio, con valores de salinidad altos y bajos.

### **- Salinidad y Diversidad**

Los registros demostraron que en este estudio la salinidad, afecta positivamente a la diversidad, debido a que cuando la salinidad presentó sus valores mas bajos, octubre y noviembre, 2 y 0 ppm, respectivamente, también la diversidad presentó los valores mas bajos, 1.76 y 1.92 bits/ind, respectivamente; y en los meses en que los que comúnmente la salinidad aumenta, (enero a julio), también la diversidad aumentó, incluso en julio de 2004, en temporada de secas es cuando se registró el valor mas alto de diversidad para este estudio.

### **- Salinidad y Riqueza de especies**

Durante la mayor parte del año la riqueza de especies se vio afectada por la salinidad, en los meses en que disminuyó la salinidad, julio 2003, octubre, noviembre y julio 2004, la riqueza de especies registró los valores mas altos, 36, 23, 27 y 38 especies respectivamente, este último valor representó el mas alto para este parámetro ecológico.

En estudios anteriores, la salinidad ha sido citada como la variable predominante que influye en la distribución de peces estuarinos pero se menciona que a diferencia de otros factores, se debe tener precaución por su colinealidad múltiple con otros factores de ambiente, por ejemplo el efecto de la temporada de lluvias y las descargas de los ríos sobre la turbidez, profundidad transparencia y disminución de la salinidad.

### **- Profundidad**

La profundidad no ha sido un factor muy citado en estudios ecológicos, sin embargo se considera un factor importante, Kupschus y Tremain (2001), refieren los efectos indirectos de las interacciones entre especies asociadas con cambios en la profundidad, como el aumento de la protección contra depredadores mayores en aguas someras y un incremento en la disponibilidad de alimento para organismos pelágicos en aguas profundas, explican mejor la correlación observada entre profundidad y distribución de especies. En el presente trabajo no se encontraron relaciones significativas entre la profundidad y los parámetros ecológicos de los ensamblajes registrados.

En noviembre se registró la mayor profundidad en este estudio, en la estación Arbolillo, también en este mes se registró la mayor abundancia, pero no se observó una relación estrecha entre estos parámetros, aunque durante este mes, esta estación si fue una de las que mas aportaron a la abundancia total.

### **- Correlaciones entre parámetros fisicoquímicos y parámetros ecológicos**

Estadísticamente, los únicos parámetros fisicoquímicos que presentaron correlación con los parámetros ecológicos fueron el oxígeno disuelto y la biomasa de *R. marítima*; se obtuvo una correlación positiva sobre la riqueza de especies ( $R= 0.27$ ,  $p= 0.0472$ ), donde la variable independiente que explica la variación es el oxígeno disuelto y se entiende que la mayor riqueza de especies se presentó en las estaciones y en las temporadas en que los valores de oxígeno disuelto fueron  $>4$  ppm; otra variable dependiente que se vio afectada por el oxígeno disuelto fue la biomasa ( $R= 0.27$ ,  $p= 0.0477$ ) donde los mayores registros de biomasa coinciden con las estaciones en las cuales, los valores de oxígeno disuelto se incrementan a mas de 6 ppm.

Se obtuvo una correlación negativa, cuando la diversidad se vio afectada por la biomasa de *R. maritima* ( $R = -0.41$ ,  $p = 0.0018$ ), se apreció que cuando la biomasa de este pasto aumenta tiende a ahuyentar a algunas especies de peces que se pueden ver afectadas; la riqueza de especies también se vio afectada debido al aumento de biomasa de *R. maritima* ( $R = -0.39$ ,  $p = 0.0031$ ) donde, debido a la disponibilidad de espacio o de oxígeno disuelto en el sitio algunas especies optan por cambiar de lugar de residencia.

La distribución de los peces en hábitat salobres es el resultado de una interacción compleja entre factores como la disponibilidad de presas, riesgo de depredación y complejidad del hábitat, que operan en un esquema de tolerancia espacio – específicas hacia las condiciones fisicoquímicas (Peterson y Cols., 1994).

### **- Lluvias**

Como resultado de las correlaciones obtenidas por temporadas climáticas para explicar el patrón observado en los ensamblajes, se registró que en lluvias las correlaciones positivas mas significativas, se dan entre parámetros ecológicos, primero, entre riqueza de especies y diversidad, donde se obtuvo un valor de ( $R = 0.57$ ,  $p = 0.0140$ ), y se explica que la mayor riqueza de especies, da como resultado un incremento en la diversidad, otro resultado similar resulta de la correlación de la abundancia con la biomasa y con la riqueza de especies ( $R = 0.55$ ,  $p = 0.0200$ ), y que al igual que el resultado anterior se entiende que al aumentar la abundancia, por consiguiente, la biomasa y la riqueza de especies también se verán afectadas positivamente, en la siguiente correlación, la biomasa se ve afectada, como resultado del aumento en la riqueza de especies ( $R = 0.54$ ,  $p = 0.0200$ ); posteriormente las correlaciones obtenidas de los parámetros fisicoquímicos muestran que la salinidad afecta positivamente a la transparencia ( $R = 0.56$ ,  $p = 0.0150$ ), esto se debe principalmente a que los niveles altos de salinidad evitan que la materia orgánica proveniente de los flujos fluviales se desarrolle en zonas polihalinas, la siguiente correlación que se obtuvo fue la profundidad y la transparencia ( $R = 0.54$ ,  $p = 0.0190$ ), en el siguiente resultado, se observó que la temperatura se ve afectada positivamente por la salinidad ( $R = 0.51$ ,  $p = 0.0330$ ); esto se debe principalmente a que el agua proveniente del mar es de una temperatura y salinidad superiores, al agua que proviene de los ríos.

En las correlaciones negativas de la temporada de lluvias se registró que tres parámetros fisicoquímicos afectan a la misma variable, en el primer resultado, al disminuir la salinidad aumentó la turbidez ( $R = -0.85$ ,  $p = 0.000007$ ); esto se da por la baja tolerancia a salinidades altas, de la fauna que degrada la materia orgánica, en la siguiente correlación ( $R = 0.77$ ,  $p = 0.0001$ ); se observó que al aumentar la turbidez, por consiguiente la transparencia disminuye, en la ultima correlación ( $R = 0.50$ ,  $p = 0.0340$ ); se observó que al aumentar la turbidez, proveniente del flujo de los ríos, disminuyó la temperatura, esto debido a que el aporte fluvial de los ríos, acarrea masas de agua que tienen una temperatura menor que el agua proveniente del mar.

## - Nortes

En la temporada de nortes, cabe destacar que la abundancia, se ve afectada positivamente por la biomasa de *R. maritima*, ( $R= 0.56$ ,  $p= 0.0150$ ); en mayor medida, esto se atribuye a que durante esta temporada, muchos organismos utilizan los pastos sumergidos como refugio contra depredadores, para alimentarse o debido a que es parte de su ciclo de vida, también la biomasa de peces se ve afectada positivamente por la biomasa de *R. marítima*, ( $R= 0.53$ ,  $p= 0.0200$ ); principalmente debido al uso que muchas especies hacen de las praderas de este pasto; la abundancia y la biomasa, ( $R= 0.96$ ,  $p= 0.566^{-10}$ ); también se ven afectadas positivamente entre ellas, esto acrecentado por las características de la temporada climática con el arribo de especies de origen marino y dulceacuícola; la riqueza y la diversidad, ( $R= 0.94$ ,  $p= 0.4.82^{-9}$ ) también se ven afectadas positivamente entre si, por los mismos factores citados en la correlación anterior; la abundancia y la riqueza, ( $R= 0.81$ ,  $p= 0.00004$ ); la biomasa y la riqueza ( $R= 0.79$ ,  $p= 0.0001$ ); la abundancia y la diversidad ( $R= 0.69$ ,  $p= 0.0010$ ); la biomasa y la diversidad ( $R= 0.69$ ,  $p= 0.0010$ ); son correlaciones que afectan a una misma variable, y al igual que en las correlaciones anteriores se debe principalmente al arribo de organismos de diferente origen al SLA; posteriormente la profundidad afectó positivamente a la diversidad, ( $R= 0.57$ ,  $p= 0.0140$ ); y la profundidad a la turbidez, ( $R= 0.50$ ,  $p= 0.0370$ ); esto debido en primer lugar a que en esta temporada el nivel del agua dentro de la laguna aumenta, permitiendo a diferentes especies aprovechar esta estrategia para esconderse de depredadores y a otras permitiéndoles hacer uso de la laguna como territorio de alimentación; ya que al arribar una gran cantidad de agua, también arrastra materia sólida, lo cual aumenta la turbidez.

Por otro lado, las correlaciones negativas de esta temporada, nos mostraron que la salinidad afecta a la turbidez, ( $R= -0.55$ ,  $p= 0.0190$ ); y a la profundidad, ( $R= -0.51$ ,  $p= 0.0310$ ); al final encontramos que la profundidad afecta la cantidad de oxígeno disuelto ( $R= -0.55$ ,  $p= 0.0190$ ), esto se debe principalmente a que a mayores profundidades, no ocurre un intercambio de oxígeno tal como ocurre en la superficie.

## - Secas

Las correlaciones positivas en la temporada de secas mostraron que al igual que en la de lluvias, la riqueza y la diversidad, ( $R= 0.86$ ,  $p= 3.54^{-6}$ ); además de la abundancia y la biomasa, ( $R= 0.76$ ,  $p= 0.0002$ ), se ven favorecidas por las características propias de cada una de las temporadas, durante esta temporada la entrada de agua de mar hacia la laguna incrementa la salinidad, con lo cual las especies de origen marino, ya sea eurihalino o estenohalino incrementan su presencia dentro de la laguna, lo cual favorece un aumento de los valores de los parámetros ecológicos; posteriormente se observó que la profundidad afectó a la diversidad, ( $R= 0.65$ ,  $p= 0.0032$ ); también afectó a la riqueza de especies, ( $R= 0.59$ ,  $p= 0.0097$ ); y a la biomasa de *R. maritima*, ( $R= 0.59$ ,  $p= 0.0097$ ), esto, se debe a que cuando disminuyó el volumen de agua que entra a la laguna, también disminuyeron los niveles de profundidad debido a la ausencia de lluvias ya que el aporte fluvial

proveniente de los ríos es menor, por lo cual ciertas especies se ven favorecidas para ingresar a la laguna, además que las praderas de *R. maritima* reciben mayor cantidad de luz solar, lo cual repercute en su crecimiento, y posterior desarrollo de biomasa, en lo que respecta a la temperatura, esta afectó positivamente a la diversidad ( $R= 0.65$ ,  $p= 0.0033$ ); a la riqueza de especies ( $R= 0.56$ ,  $p= 0.0140$ ); a la profundidad ( $R= 0.55$ ,  $p= 0.0168$ ); y a la biomasa de *R. maritima* este parámetro es común que aumente durante esta temporada, lo cual propicia de igual forma la entrada de organismos de origen diferente al estuarino, además de ser un condicionante para el crecimiento de pasto marino, en la última correlación de tipo positivo durante esta temporada se observó que la salinidad afectó la concentración de oxígeno disuelto ( $R= 0.52$ ,  $p= 0.0243$ ); esto debido principalmente a que la entrada de agua salada proveniente del mar facilita el intercambio de oxígeno con la superficie.

En lo que respecta a las correlaciones de tipo negativo, se observó que el oxígeno se vio afectado por la temperatura, ( $R= -0.69$ ,  $p= 0.0012$ ); y por la profundidad, ( $R= 0.57$ ,  $p= 0.0129$ ); esto en gran parte debido a que la concentración de oxígeno disuelto presenta una relación inversa respecto a los valores de temperatura; por lo que respecta a la profundidad en esta temporada se presentan condiciones anóxicas debido al incremento de la temperatura del agua, también se observó que el oxígeno afectó a la biomasa de *R. maritima*, ( $R= -0.51$ ,  $p= 0.0305$ ); a la riqueza de especies, ( $R= -0.48$ ,  $p= 0.0407$ ); y a la diversidad, ( $R= -0.47$ ,  $p= 0.0442$ ), esto es principalmente debido que cuando los valores de este gas disminuyen los peces buscan zonas con una mayor presencia de oxígeno disuelto, aparte de que el desarrollo de *R. maritima* también se ve condicionado por la disponibilidad de este gas; al final encontramos que la transparencia afectó a la abundancia, ( $R= -0.50$ ,  $p= 0.0328$ ) esto es debido principalmente a que cuando la transparencia es alta, los peces no se aventuran a estas zonas ya que pueden ser presa fácil de depredadores (Kupschus y Cols., 2001).

## Conclusiones

Durante todo el estudio, se analizaron 5411 organismos de 59 especies, agrupadas en 43 géneros y 24 familias, en el período comprendido de julio de 2003 a julio de 2004.

Las familias mejor representadas fueron Ariidae, Centropomidae, Cichlidae, Gerreidae, y Gobiidae.

Las especies más abundantes fueron *Anchoa mitchilli*, *Cichlasoma urophthalmus*, *Arius melanopus*, *Menidia beryllina* y *Diapterus auratus*.

La abundancia total que se reporta para el sistema es de 5411 organismos, de los cuales la mayor parte se encontró en el mes de noviembre de la temporada de nortes.

Los organismos de origen marino-eurihalino aportaron un 64% del total de la abundancia registrada.

Las especies que registraron mayores volúmenes de biomasa, fueron, *Cichlasoma urophthalmus*, *Arius melanopus*, *Anchoa mitchilli*, *Diapterus auratus* y *Opsanus beta*.

La biomasa total registrada en todo el estudio, es de 43975.45 gr. de los cuales la mayor parte se encontró en el mes de julio de 2003 en la temporada de lluvias.

Los organismos de origen marino-eurihalino aportaron el 40% del total de biomasa durante el estudio.

El valor de diversidad más alto encontrado de las tres estaciones fue de 4.11 bits/individuo, en julio de 2004 en la temporada de lluvias.

La mayor Riqueza de especies registrada durante el estudio pertenece al mes de julio de 2004 con 38 especies colectadas.

El oxígeno disuelto y la biomasa de *R. maritima* se caracterizaron por ser los parámetros ambientales que más influyeron sobre los parámetros ecológicos en los ensamblajes de peces de las praderas de pastos sumergidos durante el estudio.

En esta vegetación sumergida, los organismos de origen marino-eurihalino dominaron ampliamente durante las tres temporadas de estudio, seguidos de los organismos de origen dulceacuícola. El último lugar lo ocuparon los organismos de origen marino-estenohalino.



## Literatura Citada

- Araujo**, F. G. y Costa de Azevedo. M. C. 2001. Assemblages of Southeast-South Brazilian Coastal. Systems based on the distribution of fishes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 52. 724-738.
- Araujo**, F. G. y A. C. de A. Santos. 1999. Distribution and Recruitment of mojarra (Perciformes, Gerreidae) in the continental margin of the Sepetiba Bay, Brasil. *Bull. Marine Sci.* 65:431-439.
- Benavides-Morales**, J. A. 1996. Determinación de algunos parámetros ecológicos de la macrofauna asociada a *Ruppia maritima* en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis de Licenciatura. UNAM ENEP Iztacala. 79.
- Barnabe**, G. 1991. Acuicultura. Ed. Omega. España. pp3-27
- Blabber**, S. J. M. 2002. "Fish in hot water": the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *J. Fish Biol.* 61(Suppl. A): 1-20.
- Chávez-López**, R. 1998. Comunidades de peces asociadas a praderas de *Ruppia maritima* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis Maestría en Ciencias, Fac. de Ciencias UNAM. 145.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)**. 1998. Regiones Hidrológicas Prioritarias. Pp. 101-103.
- De La Cruz**, A. G. 1994. Análisis de comunidades (Programa ANACOM). IPN. CINVESTAV Mérida.
- Elliot, M. & K. L. Hemingway (Eds.) 2002. Fishes in Estuaries. Oxford, Blackwell Science.
- Espinoza-Salinas**, T. 2003. Caracterización de la comunidad de peces de la Laguna Camaronera del Sistema Lagunar de Alvarado Veracruz, México, entre los años 2000- 2001 y 2001 y 2002. tesis Profesional. FES Iztacala. UNAM. 51p.
- Franco** L.J., Peraza M.P., Chávez-López, R. y Bedia-Sánchez, C., 1988. Comunidades de peces asociadas a praderas de *Ruppia maritima* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. México. Zoología ENEP Iztacala. UNAM (3): 15 – 27.
- García-Alvear**, B. L. 2003. Descripción ecológica de la comunidad de peces del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis Profesional FES Iztacala UNAM. 50p.
- Gillanders** M. B., K. W. Able, J. A. Brown, D. B. Eggleston, P. F. Sheridan. 2003. Evidence of connectivity between juvenile and adults habitat for mobile marine fauna: an important component of nurseries. *Marine Ecology Progress Series* 247: 281-295.
- Kennish**, M. J. 2002. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation* 29(1): 78-107.
- Kupschus**, S. & D. Tremain. 2001. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. *Journal of Fish Biology*. 58, 1383-1403.
- Lankford**, R. R. 1977. Coastal Lagoons of Mexico. Their origin and classification. In.: L. E. Cronin (ed.): Estuarine Processes. Circulation, Sediments and Transport of materials in Estuary. Academic Press. N. Y. Vol. 2, pp. 182-215.

- Lara-Domínguez**, A. L., Arreguín-Sánchez. F. y Álvarez. G. H. 1993. Biodiversidad y el uso de recursos naturales; las comunidades de peces en el sur del Golfo de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp (XLIV) 345-385 pp.
- Mahon**, R., S. K. Brown, K. C. T. Zwanenburg, D. T. Atkinson, K. R. Buja, L. Clafflin, G. D. Howell, M. E. Monaco, y R. N. Sinclair. 1998. Assemblage and Biogeography of demersal fishes of the east coast of North America. Can. J. Fish. Aq. Sci. 55:1704-1738.
- Mariani**, S. (2001). Can spatial distribution of ichthyofauna describe marine influence on coastal lagoons? A central Mediterranean Case Study. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 52, 261-267.
- Martínez**, F. L. (2002). Dinámica espacio-temporal de los parámetros fisicoquímicos, concentración de nutrientes y su relación con la clorofila A del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, durante tres temporadas climáticas (Julio de 2000 a Junio de 2001). Tesis Profesional. UNAM. FES Iztacala. 86p.
- Menge**, B. A. y Sutherland, J. P. 1987. Community regulation: Variation in disturbance, competition, and predation in relation to environmental stress and recruitment. *The American Naturalist* 130, 730-757.
- Monaco**, M. E., T. A. Lowery y R. L. Emmet. 1992. Assemblage of U. S. west coast estuaries based on the distribution of fish. J. Biogeography. 19: 251-267.
- Morales**, G. A. D. 2002. Análisis ecológico de *Cichlasoma urophthalmus* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis Profesional FES Iztacala UNAM. 46p.
- Peterson**, M. S., Comyns. B. H., Hendon. J. R., Bond. P. J. y Duff. G. A. 2001. Habitat use by early life-history stages of fishes and crustaceans along a changing estuarine landscape: Differences between natural and altered shoreline sites. Ecology and Management. 8:209-219.
- Peterson**, M. S. & M. R. Meador. 1994. Effects os salinity on freshwater fishes in coastal plain drainages in the Southeastern U. S. Reviews in Fisheries Science. 2 (2): 95-121.
- Peterson**, M. S. & S. T. Ross. 1991. Dynamics of littoral fishes and decapods along a coastal river-estuarine gradient. Est. Coast. Shelf Sci., 33: 467-483.
- Raz-Guzmán**, A., G. de la Lanza y L. A. Soto. 1992. Caracterización Ambiental y dC del sedimento, detrito y vegetación del sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. Rev. Biol. Trop. 40(2):215-225.
- Reséndez**, M. A. 1973. Estudio de los Peces de la Laguna de Alvarado, Veracruz. Méx. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 34:183-281.
- Sánchez-Vargas**, A.Y. 2003. Caracterización ecológica de la comunidad de peces que habitan la laguna de Alvarado, Veracruz. Tesis profesional. FES Ixtacala. UNAM. 67p.
- Solano-Valdés**, A. 1991. Aspectos Ecológicos de la Comunidad Íctica asociada a las riberas de manglar en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis Profesional ENEP Iztacala 100 p.
- Thayer**, G. W., W. J. Kenworthy & M. S. Fonseca. 1984. The Ecology of eelgrass meadows of the Atlantic Coast: A Community profile. FWS/OBS-84/02 U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, D. C.
- Vera**, M. R. R. 1992. Aspectos biológicos de *Cichlasoma urophthalmus*, *C. salvini* y *Petenia splendida* (Pisces:Cichlidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, Méx. Tesis Prof. ENEP Iztacala UNAM, 44 p.

**Whittfield**, A. K. y M. Elliot. 2002. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. J. Fish Biol. 61 (Suppl. A): 221-250.

**Yáñez-Arancibia**, A., F. Amezcua-Linares & J. W. Day Jr. 1980. Fish Community Structure and Function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the Southern Gulf of Mexico. In: V. S. Kennedy (ed.): Estuarine Perspectives. Academic Press, London. pp. 465-482.

**Yáñez-Arancibia**, A. 1986. Ecología de la zona costera. AGT Editor. México D. F. 189 pp.

**Zárate-Lomelí**, D., T. Saavedra-Vázquez, J. L. Rojas-Galaviz, A. Yáñez-Arancibia, E. Rivera-Arriaga. 1999. Terms of reference towards an integrated management policy in the coastal zone of the Gulf of Mexico and the Caribbean. Ocean & Coastal Management 42:345-368.

## Anexo I

Listado sistemático de acuerdo al criterio de clasificación sistemática de Nelson, 1994.

---

Phyllum: Chordata  
Subphylum: Vertebrata (Craniata)  
Superclase: Gnathostomata  
Grado: Teleostomi  
Clase: Actinopterygii  
Subclase: Neopterygii  
División: Teleostei  
Subdivisión: Elopomorpha  
Orden: Elopiformes  
Familia: Elopidae  
Género: Elops  
Especie: *Elops saurus* (Linnaeus, 1766)

Orden: Clupeiformes  
Suborden: Clupeoidei  
Familia: Engraulidae  
Género: Anchoa  
Especie: *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1848)

Familia: Clupeidae  
Género: Opisthonema  
Especie: *Opisthonema oglinum* (Le Sueur, 1818)

Género: Dorosoma  
Especie: *Dorosoma petenense* (Günther, 1867)

Subdivisión: Eutelostei  
Superorden: Ostariophysi  
Serie: Otophysi  
Orden: Characiformes  
Familia: Characidae  
Género: Astyanax  
Especie: *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1817)

Orden: Siluriformes (Nematognathi)  
Familia: Ariidae  
Género: Arius  
Especie: *Arius felis* (Linnaeus, 1766)

Especie: *Arius melanopus* (Günther, 1864)

---

Familia: Pimelodidae

Género: Rhamdia

Especie: *Rhamdia guatemalensis* (Günther, 1864)

Superorden: Paracanthopterygii

Orden: Batrachoidiformes (Haplodoci)

Familia: Batrachoididae

Género: Opsanus

Especie: *Opsanus beta* (Goode y Brean, 1879)

Superorden: Acanthopterygii

Serie: Mugilimorpha

Orden: Mugiliformes

Familia: Mugilidae

Genero: Mugil

Especie: *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758)

Especie: *Mugil curema* (Valenciennes, 1836)

Género: Agonostomus

Especie: *Agonostomus monticola* (Bancroft, 1834)

Serie: Atherinomorpha

Orden: Atheriniformes

Suborden: Atherinoidei

Familia: Atherinidae

Género: Menidia

Especie: *Menidia beryllina* (Cope, 1866)

Orden: Beloniformes

Suborden: Belonoidei

Familia: Belonidae

Género: Strongylura

Especie: *Strongylura marina* (Walbaum, 1792)

Especie: *Strongylura notata* (Poey, 1860)

Familia: Hemiramphidae

Género: Hemirhamphus

Especie: *Hemirhamphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758)

Género: Hyporhamphus

Especie: *Hyporhamphus roberti* (Valenciennes, 1847)

Orden: Cyprinodontiformes (Microcyprini)

Suborden: Cyprinodontoidei

---

Familia: Poeciliidae

Género: Poecilia

Especie: *Poecilia mexicana* (Steindachner, 1863)

Orden: Gasterosteiformes

Suborden: Syngnathoidei

Familia: Syngnathidae

Género: Oostethus

Especie: *Oostethus lineatus* (Evermann y Kendall, 1895)

Orden: Scorpaeniformes

Suborden: Scorpaenoidei

Familia: Triglidae

Género: Prionotus

Especie: *Prionotus punctatus* (Bloch, 1797)

Orden: Perciformes

Suborden: Percoidei

Superfamilia: Percoidea

Familia: Centropomidae

Género: Centropomus

Especie: *Centropomus ensiferus* (Poey, 1860)

Especie: *Centropomus parallelus* (Poey, 1860)

Especie: *Centropomus pectinatus* (Poey, 1860)

Especie: *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)

Familia: Carangidae

Género: Oligoplites

Especie: *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801)

Género: Caranx

Especie: *Caranx hippos* (Linnaeus, 1766)

Especie: *Caranx latus* (Agassiz, 1831)

Género: Hemicaranx

Especie: *Hemicaranx amblyrhynchus* (Cuvier, 1833)

Género: Chloroscombrus

Especie: *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766)

Familia: Lutjanidae

Género: Lutjanus

---

Especie: *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758)

Especie: *Lutjanus jocu* (Bloch & Schneider, 1801)

Especie: *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)

Familia: Gerreidae

Género: Eucinostomus

Especie: *Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863)

Género: Diapterus

Especie: *Diapterus auratus* (Ranzani, 1842)

Especie: *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1830)

Genero: Eugerres

Especie: *Eugerres plumieri* (Cuvier, 1830)

Familia: Sparidae

Género: Archosargus

Especie: *Archosargus probatocephalus* (Walbaum, 1792)

Especie: *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus, 1758)

Familia: Sciaenidae

Género: Bairdiella

Especie: *Bairdiella chrysoura* (Lacépède, 1803)

Género: Stellifer

Especie: *Stellifer lanceolatus* (Holbrook, 1855)

Género: Micropogonias

Especie: *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)

Suborden: Labroidei

Familia: Cichlidae

Género: Cichlasoma

Especie: *Cichlasoma champotonis* (Hubbs, 1936)

Especie: *Cichlasoma helleri* (Steindachner, 1864)

Especie: *Cichlasoma salvini* (Günther, 1862)

Especie: *Cichlasoma synspilum* (Hubbs, 1935)

Especie: *Cichlasoma urophthalmus* (Günther, 1862)

---

Genero: *Petenia*

Especie: *Petenia splendida* (Günther, 1862)

Género: *Oreochromis*

Especie: *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864)

Especie: *Oreochromis niloticus* (Steindachner, 1864)

Suborden: Gobioidaei

Familia: Eleotridae

Género: *Eleotris*

Especie: *Eleotris pisonis* (Gmelin, 1788)

Género: *Dormitator*

Especie: *Dormitator maculatus* (Bloch, 1785)

Genero: *Gobiomorus*

Especie: *Gobiomorus dormitor* (Lacépède, 1800)

Familia: Gobiidae

Género: *Evorthodus*

Especie: *Evorthodus lyricus* (Girard, 1858)

Género: *Gobionellus*

Especie: *Gobionellus hastatus* (Girard, 1858)

Género: *Bathygobius*

Especie: *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837)

Género: *Lophogobius*

Especie: *Lophogobius cyprinoides* (Pallas, 1770)

Genero: *Guavina*

Especie: *Guavina guavina* (Cuvier y Valenciennes, 1830)

Orden: Pleuronectiformes (Heterosomata)

Suborden: Pleuronectoidei

Familia: Paralichthyidae

Género: *Citharichthys*

Especie: *Citharichthys spilopterus* (Günther, 1862)

Familia: Achiridae

Género: *Achirus*

Especie: *Achirus lineatus* (Linnaeus, 1758)

---



**Anexo II**

Listado taxonómico donde se muestra familia, gremio ecológico y presencia en el sistema.

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Categoría</b>	<b>Permanencia</b>
<i>Elops saurus</i>	ELOPIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Anchoa mitchilli</i>	ENGRAULIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Opisthonema oglinum</i>	CLUPEIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Dorosoma petenense</i>	CLUPEIDAE	MAREURI	FRECUENTE
<i>Astyanax fasciatus</i>	CHARACIDAE	DULCE	ESPORADICA
<i>Arius felis</i>	ARIIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Arius melanopus</i>	ARIIDAE	ESTUARIO	PERMANENTE
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	PIMELODIDAE	DULCE	ESPORADICA
<i>Opsanus beta</i>	BATRACHOIDIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Mugil cephalus</i>	MUGILIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Mugil curema</i>	MUGILIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Agonostomus monticola</i>	MUGILIDAE	DULCE	ESPORADICA
<i>Menidia beryllina</i>	ATHERINIDAE	MAREURI	ESPORADICA
<i>Strongylura marina</i>	BELONIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Strongylura notata</i>	BELONIDAE	MAREURI	FRECUENTE
<i>Hemirhamphus brasiliensis</i>	HEMIRHAMPHIDAE	MAREURI	ESPORADICA
<i>Hyphorhamphus roberti</i>	HEMIRHAMPHIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Poecilia mexicana</i>	POECILIIDAE	DULCE	PERMANENTE
<i>Oostethus lineatus</i>	SYNGNATHIDAE	MAREURI	ESPORADICA
<i>Prionotus punctatus</i>	TRIGLIDAE	MARESTE	FRECUENTE
<i>Centropomus ensiferus</i>	CENTROPOMIDAE	MAREURI	ESPORADICA
<i>Centropomus parallelus</i>	CENTROPOMIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Centropomus pectinatus</i>	CENTROPOMIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Centropomus undecimalis</i>	CENTROPOMIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Oligoplites saurus</i>	CARANGIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Caranx hippos</i>	CARANGIDAE	MARESTE	FRECUENTE
<i>Caranx latus</i>	CARANGIDAE	MARESTE	FRECUENTE
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	CARANGIDAE	MARESTE	FRECUENTE
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CARANGIDAE	DULCE	ESPORADICA

---

<i>Lutjanus griseus</i>	LUTJANIDAE	MARESTE	PERMANENTE
<i>Lutjanus jocu</i>	LUTJANIDAE	MARESTE	FRECUENTE
<i>Lutjanus synagris</i>	LUTJANIDAE	MARESTE	ESPORADICA
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	GERREIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Diapterus auratus</i>	GERREIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Diapterus rhombeus</i>	GERREIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Eugerres plumieri</i>	GERREIDAE	MARESTE	PERMANENTE
<i>Archosargus probatocephalus</i>	SPARIDAE	MAREURI	FRECUENTE
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	SPARIDAE	MARESTE	FRECUENTE
<i>Bairdiella chrysoura</i>	SCIAENIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Stellifer lanceolatus</i>	SCIAENIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Micropogonias furnieri</i>	SCIAENIDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Cichlasoma champotonis</i>	CICHLIDAE	DULCE	ESPORADICA
<i>Cichlasoma helleri</i>	CICHLIDAE	DULCE	FRECUENTE
<i>Cichlasoma salvini</i>	CICHLIDAE	DULCE	ESPORADICA
<i>Cichlasoma synspilum</i>	CICHLIDAE	DULCE	ESPORADICA
<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	CICHLIDAE	DULCE	PERMANENTE
<i>Petenia splendida</i>	CICHLIDAE	DULCE	PERMANENTE
<i>Oreochromis aureus</i>	CICHLIDAE	DULCE	PERMANENTE
<i>Oreochromis niloticus</i>	CICHLIDAE	DULCE	PERMANENTE
<i>Eleotris pisonis</i>	ELEOTRIDAE	ESTUARIO	ESPORADICA
<i>Dormitator maculatus</i>	ELEOTRIDAE	ESTUARIO	FRECUENTE
<i>Gobiomorus dormitor</i>	ELEOTRIDAE	ESTUARIO	FRECUENTE
<i>Evorthodus lyricus</i>	GOBIIDAE	ESTUARIO	ESPORADICA
<i>Gobionellus hastatus</i>	GOBIIDAE	ESTUARIO	PERMANENTE
<i>Bathygobius soporator</i>	GOBIIDAE	ESTUARIO	FRECUENTE
<i>Lophogobius cyprinoides</i>	GOBIIDAE	ESTUARIO	ESPORADICA
<i>Guavina guavina</i>	GOBIIDAE	ESTUARIO	FRECUENTE
<i>Citharichthys spilopterus</i>	PARALICHTHYDAE	MAREURI	PERMANENTE
<i>Achirus lineatus</i>	ACHIRIDAE	MAREURI	PERMANENTE

---