

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS

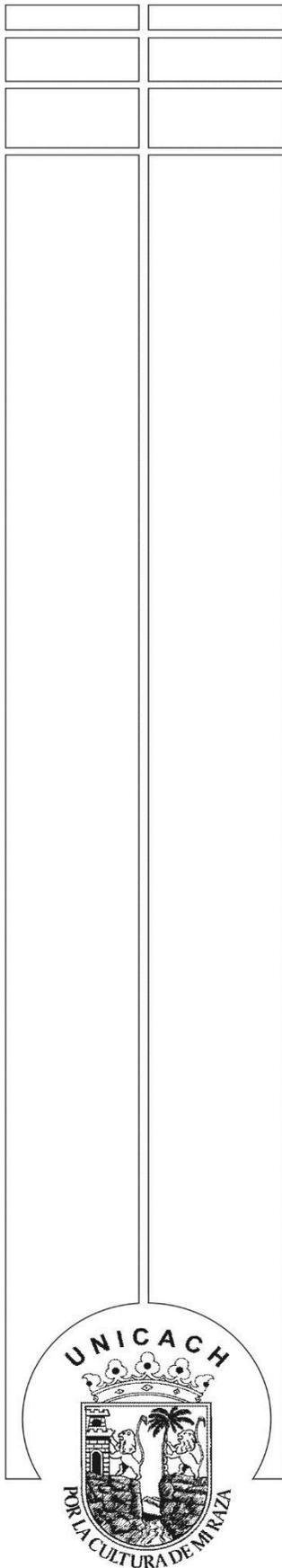
**T E S I S**

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA  
COMUNIDAD ÍCTICA EN EL SISTEMA  
LAGUNAR-ESTUARINO LOS PATOS-  
SOLO DIOS, PIJIJAPAN, CHIAPAS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**LICENCIADO EN BIOLOGÍA  
MARINA Y MANEJO INTEGRAL DE  
CUENCAS**

PRESENTA

**EDUARDO DE JESÚS URBINA TREJO**



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y  
ARTES DE CHIAPAS**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS**

**T E S I S**

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LA  
COMUNIDAD ÍCTICA EN EL SISTEMA  
LAGUNAR-ESTUARINO LOS PATOS-SOLO  
DIOS, PIJIJAPAN, CHIAPAS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA Y  
MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS**

**PRESENTA**

**EDUARDO DE JESÚS URBINA TREJO**

Director

**DR. ERNESTO VELÁZQUEZ VELÁZQUEZ**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, INSTITUTO DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS - MUSEO DE ZOOLOGÍA**

Asesores

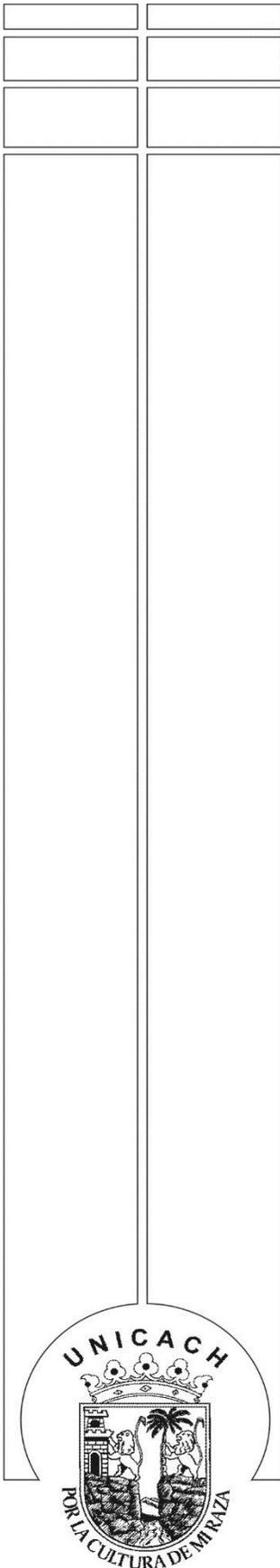
M. en C. EMILIO ISMAEL ROMERO BERNY

M. en C. ARKADY USCANGA MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, INSTITUTO DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS - CENTRO DE INVESTIGACIONES COSTERAS**

Tonalá, Chiapas

Junio de 2016



## DEDICATORIA

A mi mamá Fany, por el apoyo incondicional, los consejos, las recetas de cocina, las palabras de aliento, la paciencia y confianza que depositaste en mí y sobre todo el inmenso amor que me tienes. La mejor mamá del universo, que la vida te colme de bendiciones y salud.

A mi papá Eduardo, por los regaños y exigencia que hacen de mí una mejor persona, capaz de alcanzar los objetivos que me proponga. Por los valores, la dedicación y la importancia de servir a los demás, por todos los sacrificios que has hecho con tal de darnos educación, un ejemplo a seguir.

A mi abuelita Francisca, que constantemente preguntó por mí, por todas las oraciones en las que siempre pidió por mi salud y protección.

A mis hermanas Gaby, Liz y Miriam. Cada una aportó un granito importante para la culminación de esta obra.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Ernesto Velázquez Velázquez por brindarme la oportunidad, por el apoyo financiero necesario para la realización de esta tesis y por permitirme formar parte del Museo de Zoología, en donde he conocido a grandes amigos.

Mi agradecimiento y gran admiración a mi asesor, mentor y amigo M. en C. Emilio I. Romero Berny, por su apoyo y generosidad, por compartirme sus conocimientos, su amistad, tiempo y sobre todo la paciencia para asesorarme, por las excelentes salidas a campo a los sistemas lagunares de la costa, los frustrados intentos de capturar a la “petaquita”, que no fueron tan malos porque a la postre significaron nuevos registrados, y el tan famoso e inolvidable “se va a quedar Doctor”, gracias por todo, si no fuera por usted seguramente seguiría en “Introducción”.

Agradezco al M. en C. Adán E. Gómez González, por ser la persona que me brindara los primeros conocimientos en el mundo de la ictiología, sin duda marcaste un parteaguas con tus enseñanzas y extraordinario conocimiento, por el apoyo brindado en la identificación de los organismos, aún recuerdo cuando llegué por primera vez y no sabía nada, tus claves “empíricas” fueron de muchísima ayuda. Por invitarme a tus increíbles e inolvidables salidas de campo. Gracias por tantas cosas, mucho de lo que he aprendido te lo debo a ti.

Agradezco al M. en C. Manuel de J. Anzueto Calvo por llevarme a mis primeras salidas de campo a la Joya y a las clases de atarraya y métodos de captura poco ortodoxos como “la cuna” y “la carretilla” que no me sirvieron de nada pero que fueron momentos de muchas alegrías.

Gracias por compartirme sus valiosos conocimientos y por ser excelentes seres humanos.

Agradezco al M. en C. Arkady Uscanga Martínez por las sugerencias realizadas hacia esta tesis, pero sobre todo, gracias por todo el apoyo brindado durante los 4 años y medio de la carrera,

Así mismo, agradezco a los revisores M. en C. Jesús Manuel López Vila por tomarse el tiempo y por los tan acertados comentarios y observaciones que ayudaron a fortalecer esta tesis y al M. en C. Delmar Cancino Hernández por las recomendaciones propuestas que sin duda las tomaré en cuenta para los siguientes proyectos en los que me involucre.

También agradezco el apoyo brindado por los pobladores de la Colonia Joaquín Amaro y su Sociedad Cooperativa Unión y Trabajo, por el apoyo y contribución a la realización de este proyecto. Agradezco específicamente al Sr. Nahúm Ordoñez, Norberto Ovando y Jesús Villalobos que nos acompañaron a los muestreos, compartiendo sus importantes conocimientos.

Agradezco a mis compañeros de la carrera, por todos los momentos agradables, a mi grupo de Recursos, especialmente a Robby, Alan y Brenda, a quienes les deseo mucho éxito. Al grupo de Cuencas, quienes me trataron con tanto cariño, haciéndome sentir como uno más de ustedes, Narciso, Apolinar, Pedro, Yessica, Mauricio y Amor, es un honor contar con amigos como ustedes. Mi mayor afecto a Narciso, Ever y Edgar, por todo el tiempo compartido, excelentes amigos a quienes los guardaré en el corazón.

A todos los amigos de la facultad de biología general, a las chulas: Alhelí, Eidy, Genesis, Ghelen, Gina, Karen y Yunni. A los machos alfa lomo plateado: Alex, Chuy, Christian, Lievano, Limber.

Finalmente agradezco a mi familia que siempre estuvo al pendiente de mí, a mis padres a los que les estaré agradecido una eternidad, así como a todas aquellas personas con las que compartí grandes experiencias.

A todos ustedes, gracias, por hacerme crecer como persona.

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. ANTECEDENTES .....	8
IV. HIPÓTESIS.....	13
V. OBJETIVO .....	13
5.1. OBJETIVO GENERAL .....	13
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
VI. ÁREA DE ESTUDIO .....	14
VII. MÉTODOS.....	16
VIII. RESULTADOS.....	21
8.1. COMPOSICIÓN .....	21
8.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES. ....	26
8.2.1. Temperatura .....	26
8.2.3. Salinidad .....	27
8.2.4. Sólidos disueltos .....	28
8.2.5. pH .....	28
8.2.7. Transparencia .....	30
8.2.8. Análisis de agrupamiento en base a salinidad .....	30
8.2.9. Análisis de agrupamiento en base a oxígeno disuelto .....	31
8.3. CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABLES ECOLÓGICAS. ....	32
8.3.1. Abundancia (CPUE).....	32
8.3.2. Biomasa.....	32
8.3.3. Diversidad.....	33
8.3.4. Riqueza.....	34
8.3.5. Equidad.....	34
8.3.6. Dendrograma de similitud en base a la abundancia de organismos.....	35
8.4. DOMINANCIA. ....	36
8.5. CORRELACIÓN DE SPEARMAN.....	39
8.6. RELACIÓN ENTRE ESPECIES Y VARIABLES AMBIENTALES.....	39

IX. DISCUSIÓN .....	41
X. CONCLUSIONES .....	50
REFERENCIAS.....	52
ANEXO I.....	65
ANEXO II.....	66

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estudios realizados sobre comunidad ictiofaunística en México .....	8
Cuadro 2. Localidades y coordenadas del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.....	15
Cuadro 3. Número de familias, géneros y especies registradas por orden en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.....	21
Cuadro 4. Listado sistemático de las especies registradas en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	22
Cuadro 5. Clasificación ecológica por especie de la ictiofauna del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	25
Cuadro 6. Índice de valor de importancia (IVI) de la ictiofauna registrada en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.....	37
Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Spearman entre las variables ecológicas y las variables ambientales. ....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Mapa del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios y ubicación de los puntos de muestreo. ....	16
Figura 2. Categorías ecológicas de la composición íctica del sistema lagunar Los Patos-Solo Dios.....	24
Figura 3. Variación espacial y temporal de la temperatura del agua en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	26
Figura 4. Variación espacial y temporal del oxígeno disuelto en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	27
Figura 5. Variación espacial y temporal de la salinidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	27
Figura 6. Variación espacial y temporal de los sólidos disueltos en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	28
Figura 7. Variación espacial y temporal del pH en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.....	29
Figura 8. Variación espacial y temporal de la profundidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	29
Figura 9. Variación espacial y temporal de la transparencia en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	30
Figura 10. Dendrograma de similitud de la salinidad anual por sitio en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	31
Figura 11. Dendrograma de similitud del oxígeno disuelto anual por sitio en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.....	31
Figura 12. Variación espacial y temporal de la abundancia numérica en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	32
Figura 13. Variación espacial y temporal de la biomasa en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	33
Figura 14. Variación espacial y temporal de la diversidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	33

Figura 15. Variación espacial y temporal de la riqueza en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	34
Figura 16. Variación espacial y temporal de la equidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	35
Figura 17. Dendrograma de similitud de la abundancia íctica en los sitios de muestreo del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	35
Figura 18. Categorías ecológicas de la ícticiofauna dominante del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	38
Figura 19. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) entre las especies dominantes y las variables ambientales del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. ....	40

# I. INTRODUCCIÓN

Los estuarios son zonas de confluencia de dos masas de agua, una de origen marino y la otra continental. Uno de los tipos de estuario mejor representados en México, son las lagunas costeras (Pritchard, 1967; Contreras, 1988).

Estas lagunas son cuerpos acuáticos semicerrados y situados por debajo del nivel máximo de las mareas más altas, separados del mar por algún tipo de barrera y con el eje mayor paralelo a la línea de costa (Lankford, 1977). Éstas son áreas utilizadas comúnmente para la protección, alimentación y reproducción de muchos organismos marinos, aunado a esto, la elevada productividad primaria de estos ecosistemas favorece a la producción secundaria (animales y detritívoros que se alimentan de los organismos fotosintéticos), que incluye a muchas especies de importancia económica que sustentan a un gran número de pesquerías litorales, la mayoría de estas de tipo artesanal (Tapia-García y Gutiérrez-Díaz, 1998). Sin embargo, aun tratándose de sistemas altamente productivos, presentan una baja diversidad, debido a la alta variación en cuanto a sus parámetros ambientales e hidrológicos, como consecuencia de los cambios bruscos de temperatura, oxígeno y salinidad, por lo que solamente algunas especies de adaptación especializada (eurihalinos) pueden soportar las variaciones en estos sistemas (Whitfield, 1999).

Las comunidades tienden a variar en su composición específica, distribución y abundancia de acuerdo a las condiciones hidrológicas, esto como consecuencia de la temporalidad y el tipo de hábitat (Day y Yáñez-Arancibia, 1985). Para el caso de las lagunas costeras tropicales la salinidad es el parámetro más determinante en la distribución de los peces (Gómez-González, 2010), sin embargo otras variables como el oxígeno disuelto y la temperatura pueden ejercer un efecto importante en los atributos estructurales de la ictiofauna (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2008). Cabe destacar que algunas de las especies ícticas que habitan en los sistemas estuarinos son de elevada importancia pesquera, es por ello que también resulta importante contribuir con el incremento de información sobre su distribución, riqueza,

abundancia y diversidad, lo que permite integrar una línea base para el manejo de estos ecosistemas y sus recursos (Schifino *et al.*, 2004).

El Golfo de Tehuantepec en el Pacífico Sur de México constituye una de las regiones marinas más notables en el país, reconocida por sus pesquerías y biodiversidad (Wilkinson *et al.*, 2009). En su franja continental se encuentran importantes sistemas lagunares estuarinos que albergan una de las mayores riqueza ictiofaunísticas del Pacífico (Gómez-González *et al.*, 2012). Existe muy poca información con respecto a estas comunidades en lagunas costeras de la región. El sistema lagunar-estuarino de Los Patos-Solo Dios destaca como un sitio prioritario con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica, Región Marina Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria, Área de Importancia para la Conservación de las Aves y sitio RAMSAR 1770 (Tovilla-Hernández *et al.*, 2009). Sin embargo, actualmente no existe ningún estudio realizado sobre la comunidad ictiofaunística en este sistema.

El análisis de la diversidad, abundancia y distribución de la ictiofauna en el Sistema lagunar-estuarino de Los Patos-Solo Dios permitirá conocer la conformación de la ictiofauna y su relación con las características ambientales. El objetivo general del presente estudio fue caracterizar a las comunidades de peces en términos ecológicos considerando los patrones de variación a escala temporal y espacial.

## II. MARCO TEÓRICO

Los peces son el grupo de vertebrados más abundantes en el planeta, con una riqueza aproximada de 33 788 especies descritas (Eschmeyer *et al.*, 2016).

En México actualmente se conocen unas 2, 763 especies de peces, lo que representa un 9.8% del total de las especies conocidas en el mundo, tanto marinas como dulceacuícolas. Las especies mexicanas están comprendidas en 53 órdenes de los 62 conocidos en todo el mundo, esto quiere decir que un 85% de la diversidad mundial a nivel de orden se encuentra en México. En el territorio mexicano se encuentran 265 familias y 967 géneros de un total de 515 (51.4%) y 4 494 (21.5%) respectivamente (Espinosa, 2014).

De manera general la ictiofauna es un grupo ampliamente estudiado a nivel mundial, sin embargo, a escala regional existen notables vacíos de información. En el caso de la ictiofauna mexicana se han elaborado estudios desde tres puntos de vista: uno dirigido al conocimiento de las nuevas especies, el segundo enfocado a conocer la distribución, lo cual no ha sido una tarea fácil debido a la diversidad de la fisiografía del país y por último, el concerniente a la explotación pesquera (Espinosa, 1993). Completamente diferente a lo que sucede con los peces dulceacuícolas, es difícil determinar la ubicación y distribución precisa de los peces marinos, debido a que se distribuyen ampliamente en los océanos del mundo; sin embargo, se consideran mexicanos aquellos que han sido capturados en los límites del mar patrimonial en la Zona Económica Exclusiva (Espinosa, 2014).

En la zona marina y estuarina se han registrado hasta el momento poco más de 2, 100 especies ícticas tanto para el Pacífico Mexicano como para las áreas del Golfo de México y Caribe. En el Pacífico se conocen 1, 121 especies, siendo el Golfo de California la zona con mayor diversidad y endemismos; de acuerdo a Espinosa *et al.*, (1993) las zonas con mayor número de especies endémicas son: Golfo de California 20%, Mar Caribe 15%, Golfo de Tehuantepec 15% y Golfo de México 15%.

En décadas recientes el conocimiento de la ictiofauna se ha estabilizado (Espinosa, 2014) y a pesar de que aún falta mucho por conocer, se considera que el cálculo que hacen Eschmeyer *et al.*, (2016), sobre los peces marinos, podría extrapolarse de manera que en el país se sigan describiendo especies a una tasa similar a la de los últimos 10 años. Por lo cual es necesario aumentar la exploración tanto en la región continental como en la marina, especialmente en sitios aún no explorados.

Los sistemas lagunares estuarinos son ambientes de gran importancia ecológica, biológica y pesquera, que se caracterizan por una compleja estructura, debido a la variabilidad ambiental de sus hábitats y elevada productividad (Day y Yáñez-Arancibia, 1985; Álvarez-Rubio *et al.*, 1990); constituyen uno de los sistemas más resilientes de la tierra, ayudan a mantener la salud de los ecosistemas costeros al atrapar contaminantes en los sedimentos y ofrecen protección a los organismos juveniles de origen marino (Elliot y McLusky, 2002).

México cuenta con unos 10, 000 km de litoral en el Golfo y en el Pacífico, de los cuales un 35% presenta lagunas costeras (Contreras, 1988).

Por su parte el litoral del estado de Chiapas presenta una longitud de 260 km, en los que se distribuye un conjunto de sistemas lagunares costeros que cubren aproximadamente de 76, 000 hectáreas (Acosta, 1989). Destacan por su importancia los sistemas Mar Muerto, La Joya-Buenavista, Los Patos-Solo Dios, Carretas-Pereyra, Chantuto-Panzacola, Cabildo-Amatal y El Gancho-Murillo (Contreras *et al.*, 1993; Rojas-García y Vidal-Rodríguez, 2008).

En los sistemas estuarinos las condiciones ambientales varían considerablemente durante los ciclos estacionales (Chan-González, 1980). La fauna íctica de estos lugares está sometida a estas variaciones que ejercen una presión selectiva sobre las especies. Las variaciones en los gradientes ambientales están asociadas al régimen fluvial, aumento de los escurrimientos continentales y al ciclo anual de lluvias y estiaje, lo cual puede disminuir la salinidad durante la temporada de lluvias y presentar un incremento en épocas de secas (De la Lanza, 1994).

En particular, los peces usan las lagunas costeras y estuarios durante alguna etapa de su ciclo vital (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985; Díaz-Ruiz *et al.*, 2003). Las poblaciones de peces integran aproximadamente el 90% de la comunidad nectónica en los sistemas acuáticos y son organismos que abarcan prácticamente todos los niveles tróficos.

Varios autores han desarrollado varias propuestas de clasificación ecótica para la ictiofauna estuarina entre los que destacan Day (1951) quién reconoció cinco componentes, basados mayormente en la tolerancia a la salinidad:

- Componente dulceacuícola que comprende unas pocas especies derivadas de ríos que son tolerantes a la salinidad.
- Componente marino estenohalino restringido a aguas de alta salinidad cerca de la boca del estuario.
- Componente marino eurihalino que se extiende desde el mar a través de todo el estuario.
- Componente estuarino que ha evolucionado de formas marinas, pero que se halla restringido a estuarios y nunca es encontrado en el mar.
- Componente migratorio que incluye una variedad de peces que entran y salen del estuario de acuerdo a migraciones de alimentación y desove.

Luego de una extensa revisión, surge la clasificación de McHugh (1967), con bases más ecológicas, constituida por seis categorías:

- Peces de agua dulce que ocasionalmente entran en aguas salobres.
- Especies verdaderamente estuarinas que completan todo su ciclo vital en el estuario.
- Especies diádromas, integrado por dos grupos de peces de diferentes hábitos reproductivos. Los anádromos que son peces que remontan del mar para desovar en aguas dulces. Constituyen el principal ejemplo de uso con fines reproductivos del estuario. Para los adultos, el estuario es considerado como un lugar de descanso y aclimatación, antes de continuar su migración

hacia el agua dulce. En la mayoría de los casos, después de eclosionar, los juveniles se desplazan rápidamente hacia las aguas estuariales, donde crecen y se alimentan.

El segundo grupo formado por peces catádromos que viven en agua dulce y descienden al mar para reproducirse.

- Especies marinas que realizan regulares visitas estacionales al estuario, generalmente son adultos.
- Especies marinas que usan el estuario principalmente como áreas de cría, reproduciéndose y pasando gran parte de su vida como adulto en el mar, pero con esporádicos retornos al estuario.
- Visitantes ocasionales que aparecen irregularmente y no tienen requerimientos aparentes del estuario.

Para los peces estuarinos de Sudáfrica, Whitfield (1999) actualizó una clasificación proponiendo ocho categorías, incluyendo diversos ciclos vitales, alimentación y sitio de puesta de los peces:

- Migratorios marinos compuesto por especies marinas que hacen uso extenso del estuario como juveniles y/o adultos.
- Visitantes marinos que son una pequeña proporción del total de la población de especies marinas que hace uso del estuario.
- Residentes estuarinos integrado por especies de origen marino que residen en el estuario y pueden completar su ciclo de vida dentro de este ambiente.
- Migratorios estuarinos constituido por especies de origen marino que usualmente residen en el estuario como juveniles o adultos, pero frecuentemente tienen una fase larval marina.
- Migratorios dulceacuícolas que son especies de agua dulce que frecuentemente se registran en el estuario, pero retornan al río cuando las condiciones se tornan desfavorables.
- Visitantes de agua dulce compuesto por especies dulceacuícolas que entran al estuario cuando las condiciones son favorables.

- Especies catádromas integradas por especies que se reproducen en el mar, pero durante el estadio juvenil o subadulto utilizan las áreas de agua dulce para su alimentación.
- Especies anádromas constituidas por especies que se reproducen en agua dulce, pero usan el estuario y/o el mar durante su fase larval, juvenil y/o adulto.

Específicamente para México, Castro-Aguirre *et al.*, (1999) agrupan a las especies estuarinas en base a su tolerancia a la salinidad de la siguiente manera:

- Componente dulceacuícola primario y secundario, que está constituido por especies dulceacuícolas que, en general, no toleran salinidades altas; pueden penetrar a los sistemas estuarinos, pero no soportan la salinidad marina.
- Componente residente estuarino, que está integrado por peces que viven y se reproducen dentro del estuario; son relativamente escasos en número y por lo general pequeños, y suelen permanecer dentro de un intervalo variable de salinidades intermedias.
- Componente Marino estenohalino que, son peces que visitan ocasionalmente los sistemas estuarinos. Como no tienen capacidad para soportar los cambios de salinidad, viven entre 30 y 40 Unidades Prácticas de Salinidad (UPS).
- Componente Marino eurihalino constituye la mayoría de la ictiofauna estuarino-lagunar. Está conformado por peces típicamente oceánicos, que pueden tolerar varios grados de disminución en la salinidad o bien permanecer cerca de las áreas de franca influencia marina. Los adultos de estas especies residen y se reproducen en el mar y usan a los estuarios como áreas de crianza, en donde los juveniles encuentran un abundante suministro de alimento y protección contra sus depredadores.

Los estudios ecológicos sobre peces en lagunas costeras son una importante herramienta y línea base para proponer acciones en el manejo de pesquerías, para el monitoreo de biodiversidad y para medir la salud relativa de los ecosistemas acuáticos (Velázquez-Velázquez y Vega-Cendejas, 2004).

### III. ANTECEDENTES

Poco interés se ha mostrado hacia la ictiofauna del Pacífico Mexicano, de hecho, la mayoría de los estudios ecológicos se han centrado a zonas templadas del norte del país y específicamente para el Sureste, son escasos los trabajos realizados para conocer el estado actual de la composición y abundancia de la ictiofauna de los sistemas estuarino-lagunares (Contreras-Espinosa, 2010).

Algunas de las investigaciones ecológicas pioneras sobre la ictiofauna estuarina en nuestro país se iniciaron en el Golfo de México, con estudios como los de Darnell (1962), Chávez (1972), Yáñez-Arancibia (1978a) y Reséndez (1979).

Otros estudios de importancia en la costa del Golfo y Mar Caribe son los de Avilés-Torres *et al.*, (2001), Chávez-López *et al.*, (2005), Arceo-Carranza y Vega-Cendejas (2009), Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas (2011).

Para la costa del Pacífico, se han realizado investigaciones como los de: Amézcua-Linares (1977), Álvarez-Rubio *et al.*, (1986), Torres-Orozco y Castro-Aguirre (1992), Grijalva-Chon *et al.*, (1996), Benítez-Valle *et al.*, (2007), González-Sansón *et al.*, (2014).

Para el Pacífico sur sobresale el trabajo de Yáñez-Arancibia (1978b), con su estudio ecológico sobre los peces de las lagunas costeras de Guerrero, y el de Chávez (1979), sobre la ictiofauna del sistema Oriental-Occidental y en Laguna Chacahua (Mendoza *et al.*, 2009), ambos en el estado de Oaxaca (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estudios realizados sobre comunidad ictiofaunística en México

Autor	Sistema Lagunar	Artes de pesca	Número de especies colectadas
Lagunas costeras del Golfo de México y Caribe			
Darnell, 1962	Río Tamesí y Lagunas costeras relacionadas	Naza Anzuelo Arpón Redes agallera Red mosquitera	66 especies

## Continuación

Avilés-Torres, <i>et al.</i> , 2001	Lagunas costeras del sur de Quintana Roo	Chinchorro playero Atarraya Red de mano Anzuelo	39 especies
Chávez-López, <i>et al.</i> , 2005	Sistema lagunar de Alvarado	Chinchorro playero	109 especies
Arceo-Carranza y Vega Cendejas, 2009	Laguna Bocas de Dzilam	Chinchorro playero	81 especies
Peralta-Meixueiro y Vega Cendejas, 2011	Sistema Costero Ría Lagartos	Chinchorro playero	63 especies
Lagunas costeras del Pacífico Norte			
Álvarez-Rubio, <i>et al.</i> , 1986	Sistema lagunar Teacapán-Agua Brava	Chinchorro playero Red de arrastre camaronera Red agallera	76 especies
Torres-Orozco y Castro Aguirre, 1992	Sistema lagunar Bahía de Magdalena-Bahía Almejas	Red de arrastre camaronera	82 especies
Grijalva-Chon, <i>et al.</i> , 1996	Laguna Costera La Cruz	Chinchorro playero Red de arrastre camaronera Atarraya Red de plancton	96 especies
Amézcua-Linares, 1997	Sistema lagunar Huizache-Caimanero	Chinchorro playero Atarraya Red de arrastre	60 especies
Benítez-Valle, <i>et al.</i> , 2007	Estero El Custodio	Red agallera Chinchorro playero Anzuelo	30 especies
González-Sansón, <i>et al.</i> , 2014	Laguna Barra de Navidad	Atarraya Red agallera Chinchorro playero	92 especies
Lagunas costeras del Pacífico Sur			
Yáñez-Arancibia, 1978	Lagunas costeras de Guerrero	Chinchorro Atarraya Red agallera Anzuelo	105 especies
Chávez, 1979	Lagunas Oriental y Occidental	Chinchorro playero Red de arrastre camaronera	72 especies
Mendoza, <i>et al.</i> , 2009	Laguna Chacahua	Red de arrastre camaronera	33 especies

Los estudios realizados en sistemas estuarino-lagunares en Chiapas son escasos y recientes. Tapia-García *et al.*, (1998), caracterizó a la ictiofauna en cuanto a su

composición y abundancia en el sistema de Mar Muerto, obteniendo como resultados, mayor número de especies presentes en la parte Sureste de la laguna (cerca de la bocabarra de Tonalá), zona donde se presenta la mayor influencia marina, vegetación y descarga fluvial y por el contrario, el menor número de especies en la parte interna de la laguna que se caracteriza por presentar hipersalinidad en temporada de estiaje y disminución de la salinidad en temporadas de lluvias debido a las descargas de ríos.

Díaz-Ruíz *et al.*, (2004) analizaron la estructura de la ictiofauna a través de la diversidad, distribución, abundancia y su relación con algunas variables ambientales. Mediante el uso de un chinchorro playero, se recolectó un total de 31 especies. Las variables ambientales registradas fueron temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, profundidad y transparencia. Los análisis de riqueza y diversidad demostraron que las variaciones espaciales y temporales fueron pequeñas, no obstante, están relacionadas con las condiciones hidrológicas y los diferentes ambientes presentes en el sistema, El análisis discriminante múltiple, mostró que la temperatura y la salinidad son los factores más importantes en la variación de la comunidad. Este trabajo aportó la primera información sobre la comunidad de peces del sistema lagunar Chantuto-Panzacola.

Posteriormente, empleando la misma metodología, Díaz-Ruíz *et al.*, (2006), evaluaron aspectos de la estructura y función de las comunidades de peces en los sistemas lagunar Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra ubicados en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, recolectando 1, 456 peces distribuidas en 31 especies y 3, 081 organismos en 19 especies respectivamente para cada sistema lagunar, cabe destacar que el autor menciona variaciones en los valores de diversidad y abundancia relacionados con las características ambientales y biológicas de estos sistemas. Las variaciones de diversidad y riqueza de especies muestran una relación con la salinidad y el oxígeno disuelto, registrándose la mayor diversidad cuando la salinidad y el oxígeno disuelto promedios son bajos. El análisis discriminante mostró que las variables con mayor importancia en el comportamiento

de los parámetros ecológicos de la comunidad fueron la salinidad, el oxígeno disuelto y en menor medida la temperatura.

También para el sistema de Carretas-Pereyra, Velázquez-Velázquez *et al.*, (2008), realizó un análisis sobre la variación espacio-temporal de los ensamblajes de peces, recolectando 11, 797 organismos, distribuidos en 40 especies, 30 géneros y 21 familias. Los peces se colectaron utilizando una atarraya tipo camaronera realizando 10 lances para cada sitio de muestreo. Previo al lanzamiento de atarraya, se tomaron los datos de profundidad, transparencia, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, pH y salinidad. El análisis reveló que la salinidad y la temperatura son los principales parámetros abióticos que determinan la estructura del ensamblaje de peces en el sistema. Los resultados contribuyeron al aporte de información de cómo las variables ambientales determinan la estructura espacio-temporal de la comunidad de peces.

Así mismo, para el sistema Chantuto-Panzacola, García-Morales (2007) describió la composición de las especies con valor comercial, reportando 39 especies con esta característica. Posteriormente, Gómez-González (2010) documentó la composición y estructura de la comunidad de peces, en relación con los parámetros hidrológicos. Para analizar la estructura de la comunidad se empleó la metodología propuesta por Velázquez-Velázquez *et al.*, (2008), realizando 10 lances de atarraya por estación de muestreo, adicionalmente se emplearon otros artes de pesca para completar la composición íctica del sistema. La estructura de la comunidad, la cual se basó en 76 especies, varió entre épocas del año y sitios de muestreo. Los valores más altos de riqueza, diversidad y equidad se presentaron durante la época de estiaje, como consecuencia de la mayor afluencia de especies marinas al sistema, mientras que la abundancia y biomasa registraron sus valores más altos durante la época lluviosa, cuando la salinidad fue más baja, debido a la dominancia de algunas especies de afinidad dulceacuícola. Los análisis explicaron que la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH son las variables que más influyeron en la estructura de la comunidad. Finalmente, López-Vila (2010) caracterizó el descarte en la pesquería del camarón mediante el uso del copo (arte de pesca ilegal),

reportando 76 especies involucradas en la fauna de acompañamiento en la pesca de camarón, de las cuales 71 especies corresponden a la fauna íctica de este sistema y contribuyendo con información actualizada sobre la composición y estructura de la fauna acuática del sistema lagunar.

En base a la revisión de literatura se puede inferir que básicamente los estudios ictiofaunísticos se enfocan en el conocimiento de la composición y en menor grado la distribución espacial y temporal por efecto de las variables ambientales.

## **IV. HIPÓTESIS**

Los sistemas estuarinos están influenciados por diversos factores ambientales que determinan la composición, riqueza y abundancia de las especies ícticas. Sin embargo se ha observado que el ciclo de lluvias y estiaje en la costa subtropical del Pacífico Mexicano determina la variación estacional de los parámetros ambientales; por lo que la estructura ecológica de la ictiofauna del sistema Los Patos-Solo Dios varía con relación a la salinidad a escala espacial y temporal.

## **V. OBJETIVO**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la composición y distribución de la ictiofauna del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios y su variación a escala espacial y temporal.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la composición específica de la ictiofauna.
- Describir ambientalmente al sistema y su variación en términos de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos, transparencia y profundidad.
- Caracterizar a la comunidad de peces y su variación a partir de los parámetros ecológicos de dominancia, abundancia, riqueza, equitatividad y diversidad.
- Determinar la influencia de las variables ambientales en la comunidad de peces.

## VI. ÁREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios, está localizado en la costa de Chiapas entre los límites municipales de Pijijiapan y Tonalá y pertenece a la provincia fisiográfica Sierras del sur de Chiapas y a la subprovincia Llanura costera de Chiapas y Guatemala (Cervantes-Zamora, 1990). Los límites geográficos del área de estudio son 15°45'N, 93°32'O y 15°37'N, 93°21'O (Figura 1). El sistema lagunar forma una zona de inundación que se conecta con los complejos La Joya-Buenavista (15°55'N, 93°41'O) y El Zapotal-Palo Blanco (15°30'N, 93°10'). Es un sistema integrado por los cuerpos lagunares de Los Patos, La Balona, El Mosquito, La Pampita y Cheto, interconectados por una red de canales y esteros (Cuadro 1). El sistema recibe el aporte fluvial de los ríos Las Hermanas, De Jesús, Los Patos, Siete Cigarros, Los Mosquitos y San Isidro. La entrada de agua marina al sistema ocurre a través del estero Cequeleño, comunicado con el canal estuarino de Boca del Cielo, así como por el canal de dragado de Joaquín Amaro-La Conquista, que desemboca frente a la barra de lolomita. Asociado a este canal se localiza una extensa zona pantanosa conocida como las marismas de Solo Dios que junto con los cuerpos lagunares y esteros abarcan una extensión de 11, 300 hectáreas (Contreras-Espinosa *et al.*, 1993).

El clima en la región pertenece al tipo Cálido subhúmedo ( $Aw_2$ ). La precipitación media anual es de 1664.6mm y la temperatura media anual oscila alrededor de los 29 °C La temporada de lluvias se presenta entre los meses de mayo-octubre y la de secas entre los meses de noviembre-abril (CONABIO, 1998). Los suelos del área de estudio están constituidos por solonchak en un 31%, cambisol 26.38%, regosol 25.46, litosol 9.32%, luvisol 2.67%, fluvisol 2.29% y gleysol 1.99%. La geología se caracteriza por ser de tipo aluvial en 45.06%, lacustre 33.27%, litoral 9.44%, granodiorita 7.85% y granito 4.34% (INEGI, 2000). En cuanto a la vegetación, el litoral chiapaneco está dominado por la presencia de manglares, asociados a ellos se encuentran parches de selva mediana, bosques de zapotón, tulares, vegetación acuática riparia y pastizales (Tovilla-Hernández y Romero-Berny, 2012).

El sistema lagunar es un área de pesca de la sociedad cooperativa pesquera "Unión y Trabajo" con sede en la colonia Joaquín Amaro, dedicada principalmente a la explotación de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) y en menor escala a grupos de peces como lisas (Mugilidae), robálos (Centropomidae) y mojarras dulceacuícolas (Cichlidae) (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2006; Laguna-Caballero, 2009).

Cuadro 2. Localidades y coordenadas del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

Clave-Localidad	Nombre-Localidad	Coordenadas (UTM)	
		X	Y
S1	Estero Cequeleño	0448611	1744027
S2	Laguna Los Patos	0450490	1742239
S3	Laguna La Balona	0452793	1741956
S4	Laguna La Pampita	0454343	1742798
S5	Laguna El Mosquito	0455399	1743789
S6	Canal Joaquín Amaro	0456982	1742189
S7	Boca lolomita	0455247	1731860
S8	Laguna El Cheto	0456204	1740593

## VII. MÉTODOS

Durante el periodo comprendido entre agosto de 2014 y octubre de 2015, se realizaron 5 muestreos en 8 estaciones distribuidas en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios (Fig. 1). Los muestreos se realizaron durante los meses de Agosto, Enero, Marzo, Junio y Octubre, abarcando el ciclo anual de lluvias y secas. Las localidades fueron georeferenciadas con un GPS Garmin Etrex. Se trató de que incluyeran diferentes tipos de hábitat como lagunas, esteros y canales interlagunares (Velázquez-Velázquez, 2008).

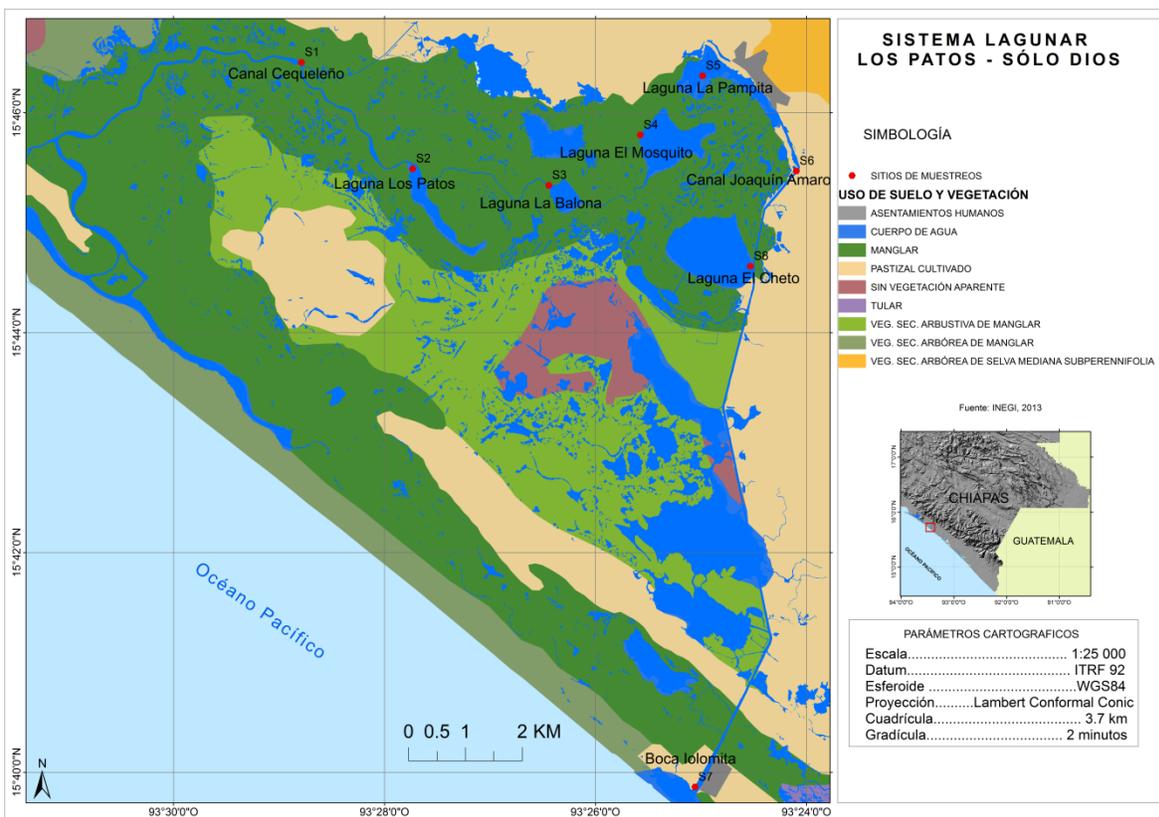


Figura 1. Mapa del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios y ubicación de los puntos de muestreo.

Los peces se recolectaron utilizando una atarraya de 5 m de diámetro y ½ pulgada de luz de malla, realizando 10 lances por sitio de acuerdo a lo propuesto por Velázquez-Velázquez (2008). La atarraya ha resultado ser un arte de pesca útil para el muestreo de comunidades de necton en hábitats estuarinos, especialmente cuando se presentan diferencias en las ocurrencias espaciales y temporales (Stein *et al.*, 2014). La versatilidad que ofrece permite realizar muestreos con mayor eficiencia y rapidez, así mismo tiene un impacto mínimo en el área de muestreo, ya que no se requiere la manipulación del hábitat (eliminación de ramas y escombros) y reduce la perturbación del área muestreada, especialmente cuando la zona se puede muestrear repetidamente en el tiempo (Stevens, 2006).

Para completar el listado íctico del sistema adicionalmente se colectaron organismos con una red tipo agallera (20 m de longitud-2.5 m de caída - 56 mm de luz de malla). Esta red se colocó paralela al manglar, esto con la finalidad capturar organismos de mayor talla que se refugian en las raíces del manglar. Para capturar organismos de menor talla y de hábitos bentónicos se realizaron arrastres con una red tipo chinchorro (3 m de longitud-2 m de caída-5 mm de luz de malla). Ambos procedimientos se realizaron con un esfuerzo pesquero de 20 minutos por sitio.

En cada estación de monitoreo se midieron los parámetros físico-químicos del agua, tales como temperatura (°C), salinidad (UPS), oxígeno disuelto (mg/l), pH y sólidos disueltos (mg/l) utilizando un equipo multiparamétrico YSI 556 MPS y un disco de Secchi para la transparencia y profundidad (ambos en cm). El equipo multiparamétrico empleado proporciona un valor aproximado de los sólidos disueltos a partir de la conductividad eléctrica.

Los ejemplares colectados se fijaron en campo con formalina al 10% y se trasladaron a las instalaciones del Museo de Zoología de la UNICACH en donde fueron medidos (longitud patrón, mm) con un ictiómetro convencional y pesados con una balanza analítica (gr). La identificación taxonómica se realizó con base en Álvarez del Villar (1970), Fischer *et al.*, (1995), Allen y Robertson (1998), Castro-Aguirre *et al.*, (1999) y Miller *et al.*, (2009). El arreglo sistemático para los niveles de

orden y familia se realizó de acuerdo a Nelson (2006), nomenclatura y reconocimiento de autor y año en base a Eschmeyer *et al.*, 2016. Por último los organismos procesados se preservaron en alcohol al 70% y se ingresaron a la colección ictiológica regional del Museo de Zoología de la UNICACH (Anexo I).

Para determinar la estructura de la comunidad de peces se estimaron los siguientes parámetros ecológicos, por sitio y mes:

**Riqueza (S), mediante el número de especies.**

Número total de especies obtenido por un censo o muestreo de la comunidad (Brower y Zar, 1977).

**Diversidad (H), a partir del índice de Shannon-Wiener.**

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra. Este índice representa una medida de la heterogeneidad de la composición de especies, da mayor importancia a las especies raras. (Magurran, 1988).

$$H' = -\sum p_1 \ln p_1$$

**H'** = Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

**Σ** = Sumatoria.

**P<sub>1</sub>** = Proporción de individuos hallados en la especie i-ésima con respecto al total de individuos; se calcula mediante la relación **ni/N**.

**ni** = número de individuos o cobertura de la especie i.

**N** = Suma del número total de individuos o de las coberturas de todas las especies.

**ln**= Logaritmo natural.

### **Equitatividad ( $J$ ), con el índice de Pielou.**

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener.

$H'max = \ln(S)$ .

**Abundancia:** Expresada como la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), se tomó de manera numérica y en biomasa (g), empleando el número de organismos capturados en 10 lances de atarraya (Velázquez-Velázquez, 2008). La frecuencia se obtuvo de acuerdo al porcentaje de las estaciones de muestreo en la que cada especie estuvo presente.

**Especies dominantes:** Determinadas por aquellas que en conjunto sumaron un valor mayor o igual a 75% del Índice de Valor de Importancia (IVI). El IVI se expresó en porcentaje mediante el promedio de los valores relativos de abundancia, biomasa y frecuencia de aparición de todas las especies (Brower y Zar, 1977).

El grado de asociación espacial de los sitios se evaluó mediante una matriz de presencia-ausencia de las especies, con un dendrograma basado en el índice de similitud de Jaccard y el algoritmo de promedio aritmético de grupos pares no ponderados (UPGMA).

Los parámetros ecológicos y ambientales se presentaron en forma descriptiva mediante gráficos de caja, los cuales se compararon por mes y sitio mediante análisis de varianza de un factor (ANOVA) o la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis después de verificar la normalidad de los datos con un test de Bartlett. El coeficiente de correlación de Spearman fue usado para examinar relaciones simples entre las variables ambientales y la abundancia, riqueza, diversidad y equitatividad. La asociación entre la abundancia de especies y las variables ambientales fue determinada mediante un Análisis de Correspondencia Canónico (ACC). Los gráficos descriptivos y pruebas estadísticas se realizaron con los programas STATA 11.0, PAST 3.0 y MVSP 3.22 (Hammer *et al.*, 2001).

## VIII. RESULTADOS

### 8.1. COMPOSICIÓN

Se capturaron un total de 1 824 organismos con un peso de 18 206 gr, pertenecientes a 41 especies, las cuales representan 9 órdenes, 18 familias y 29 géneros de teleósteos (Actinopterygii).

Las familias mejor representadas fueron Engraulidae y Poecilidae (5 especies), Ariidae, Gerreidae y Eleotridae (4 especies), así como Carangidae y Centropomidae (3 especies). El resto de las familias presentaron entre 1 y 2 especies (Cuadro 1, 2).

La distribución de las especies capturadas por sitio se muestra en el Anexo II.

Cuadro 3. Número de familias, géneros y especies registradas por orden en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

<b>Orden</b>	<b>Familias</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>
Lepisosteiformes	1	1	1
Clupeiformes	2	3	6
Characiformes	1	1	1
Siluriformes	1	2	4
Mugiliformes	1	1	2
Atheriniformes	1	1	1
Cyprinodontiformes	2	3	6
Perciformes	8	16	19
Pleuronectiformes	1	1	1
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>29</b>	<b>41</b>

Cuadro 4. Listado sistemático de las especies registradas en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

PR: Especie sujeta a protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010); LC: Preocupación menor, NT: Casi amenazado. (UICN, 2012).

DP: Dulceacuícola primaria, DS: Dulceacuícola secundaria, E: Estuarina residente, EU: Marina eurihalina, ES: Marina estenohalina.

---

A. Orden Lepisosteiformes.

I. Familia Lepisosteidae.

1. *Atractosteus tropicus* Gill, 1863. <sup>DS</sup>

B. Orden Clupeiformes.

II. Familia Engraulidae.

2. <sup>LC</sup>*Anchoa ischana* (Jordan & Gilbert 1882). <sup>EU</sup>  
3. <sup>LC</sup>*Anchoa lucida* (Jordan & Gilbert, 1882). <sup>EU</sup>  
4. <sup>LC</sup>*Anchoa mundeola* (Gilbert & Pierson 1898). <sup>EU</sup>  
5. <sup>LC</sup>*Anchoa starksii* (Gilbert & Pierson 1898). <sup>EU</sup>  
6. <sup>LC</sup>*Anchoa macrolepidota* (Kner, 1863). <sup>ES</sup>

III. Familia Clupeidae.

7. <sup>LC</sup>*Lile gracilis* (Castro-Aguirre & Vivero, 1990). <sup>E</sup>

C. Orden Characiformes.

IV. Familia Characidae.

8. *Astyanax aeneus* (Günther, 1860). <sup>DP</sup>

D. Orden Siluriformes.

V. Familia Ariidae.

9. <sup>LC</sup>*Sciades guatemalensis* (Günther, 1864). <sup>EU</sup>  
10. <sup>LC</sup>*Sciades seemanni* (Günther 1864). <sup>EU</sup>  
11. *Cathorops liropus* (Bristol, 1897). <sup>EU</sup>  
12. *Cathorops steindachneri* (Gilbert & Starks, 1904). <sup>EU</sup>

E. Orden Mugiliformes.

VI. Familia Mugilidae.

13. <sup>LC</sup>*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758. <sup>EU</sup>  
14. <sup>LC</sup>*Mugil curema* Valenciennes, 1836. <sup>EU</sup>

F. Orden Atheriniformes.

VII. Familia Atherinopsidae.

15. <sup>LC</sup>*Atherinella guatemalensis* (Günther, 1864). <sup>E</sup>

G. Orden Cyprinodontiformes.

VIII. Familia Anablepidae.

16. *Anableps dowei* (Gill, 1861). <sup>DS</sup>

IX. Familia Poeciliidae.

17. <sup>PR</sup>*Poecilia butleri* Jordan, 1889. <sup>DS</sup>  
18. *Poecilia sphenops* Valenciennes, 1846. <sup>DS</sup>  
19. <sup>NT</sup>*Poeciliopsis fasciata* (Meek, 1904). <sup>DS</sup>  
20. *Poeciliopsis pleurospilus* (Günther, 1866). <sup>DS</sup>  
21. <sup>LC</sup>*Poeciliopsis turrubarensis* (Meek, 1912). <sup>DS</sup>

H. Orden Perciformes.

X. Familia Centropomidae.

22. <sup>LC</sup>*Centropomus nigrescens* Günther, 1864. <sup>EU</sup>  
23. <sup>LC</sup>*Centropomus robalito* Jordan & Gilbert, 1882. <sup>EU</sup>  
24. <sup>LC</sup>*Centropomus viridis* Lockington, 1877. <sup>EU</sup>
-

## Continuación

---

- XI. Familia Carangidae.  
25. <sup>LC</sup>*Caranx caninus* Günther, 1867. <sup>EU</sup>  
26. <sup>LC</sup>*Oligoplites altus* (Günther, 1868). <sup>EU</sup>  
27. <sup>LC</sup>*Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801). <sup>EU</sup>
- XII. Familia Lutjanidae.  
28. <sup>LC</sup>*Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869). <sup>ES</sup>
- XIII. Familia Gerreidae.  
29. <sup>LC</sup>*Diapterus brevirostris* (Sauvage, 1879). <sup>EU</sup>  
30. <sup>LC</sup>*Eucinostomus currani* Zauranec, 1980. <sup>EU</sup>  
31. <sup>LC</sup>*Gerres simillimus* Regan, 1907. <sup>EU</sup>  
32. <sup>LC</sup>*Eugerres lineatus* (Humboldt, 1821). <sup>ES</sup>
- XIV. Familia Cichlidae.  
33. *Astatheros macracanthus* (Günther, 1864). <sup>DS</sup>  
34. *Amphilophus trimaculatum* Günther, 1867. <sup>DS</sup>
- XV. Familia Dactyloscopidae.  
35. <sup>LC</sup>*Dactyloscopus amnis* Miller & Briggs 1962. <sup>ES</sup>
- XVI. Familia Eleotridae.  
36. <sup>LC</sup>*Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). <sup>E</sup>  
37. <sup>LC</sup>*Eleotris picta* Kner, 1863. <sup>E</sup>  
38. *Erotelis armiger* (Jordan & Richardson 1895). <sup>EU</sup>  
39. <sup>LC</sup>*Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859). <sup>E</sup>
- XVII. Familia Gobiidae.  
40. <sup>LC</sup>*Gobionellus microdon* (Gilbert, 1892). <sup>E</sup>
- I. Orden Pleuronectiformes.  
XVIII. Familia Achiridae.  
41. <sup>LC</sup>*Achirus mazatlanus* (Steindachner, 1869). <sup>EU</sup>
-

Con base a su afinidad ecológica, 21 especies se consideran marinas eurihalinas (51.22%), 9 dulceacuícolas secundarias (21.95%), 6 residentes estuarinas (14.63%), 4 marinas estenohalinas (9.76%) y 1 dulceacuícola primaria (2.44%) (Figura 2; Cuadro 5).

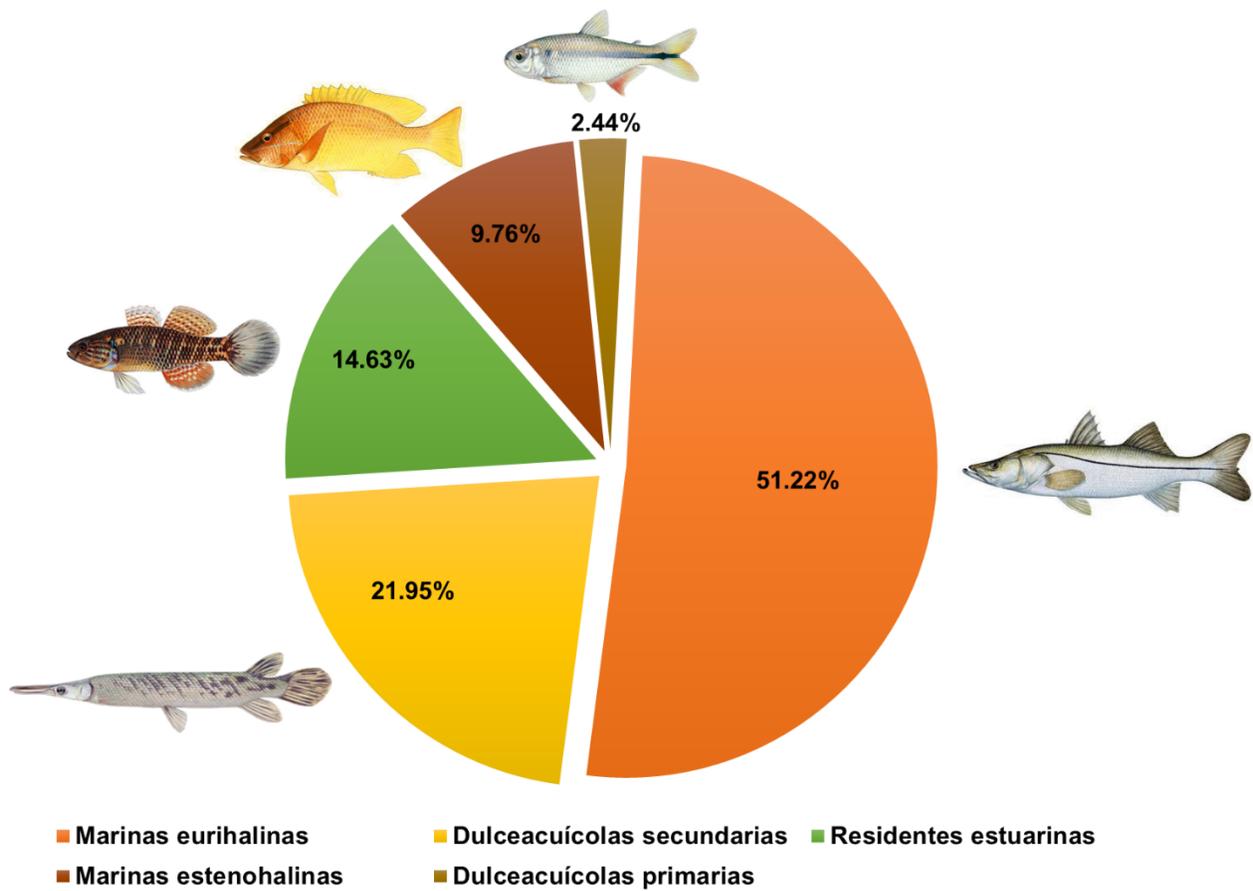


Figura 2. Categorías ecológicas de la composición íctica del sistema lagunar Los Patos-Solo Dios.

Cuadro 5. Clasificación ecológica por especie de la ictiofauna del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

Especie	Dulceacuícola		Residente estuarino	Marino	
	primario	secundario		eurihalino	estenohalino
<i>Atractosteus tropicus</i>					
<i>Anchoa ischana</i>					
<i>Anchoa lucida</i>					
<i>Anchoa mundeola</i>					
<i>Anchoa starksi</i>					
<i>Anchovia macrolepidota</i>					
<i>Lile gracilis</i>					
<i>Astyanax aeneus</i>					
<i>Sciades guatemalensis</i>					
<i>Sciades seemanni</i>					
<i>Cathorops liropus</i>					
<i>Cathorops steindachneri</i>					
<i>Mugil cephalus</i>					
<i>Mugil curema</i>					
<i>Atherinella guatemalensis</i>					
<i>Anableps dowei</i>					
<i>Poecilia butleri</i>					
<i>Poecilia sphenops</i>					
<i>Poeciliopsis fasciata</i>					
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>					
<i>Poeciliopsis turrubarensis</i>					
<i>Centropomus nigrescens</i>					
<i>Centropomus robalito</i>					
<i>Centropomus viridis</i>					
<i>Caranx caninus</i>					
<i>Oligoplites altus</i>					
<i>Oligoplites saurus</i>					
<i>Lutjanus argentiventris</i>					
<i>Diapterus brevirostris</i>					
<i>Eucinostomus currani</i>					
<i>Gerres simillimus</i>					
<i>Eugerres lineatus</i>					
<i>Astatheros macracanthus</i>					
<i>Amphilophus trimaculatum</i>					
<i>Dactyloscopus amnis</i>					
<i>Dormitator latifrons</i>					
<i>Eleotris picta</i>					
<i>Erotelis armiger</i>					
<i>Gobiomorus maculatus</i>					
<i>Gobionellus microdon</i>					
<i>Achirus mazatlanus</i>					
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>4</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>2.44%</b>	<b>21.95%</b>	<b>14.63%</b>	<b>51.22%</b>	<b>9.76%</b>

## 8.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES.

### 8.2.1. Temperatura

Durante el periodo de estudio, la temperatura del agua varió de 24.4 °C (Enero 2015, sitio 4) a 35.4 °C (Junio 2015, sitio 8). Espacialmente este parámetro mostró poca variación, registrando el promedio más alto en el sitio 8 (31.76 °C; DE= 2.98), y el más bajo en el sitio 3 (29.48 °C; DE= 3.52), no se encontraron diferencias significativas (ANOVA,  $F= 0.32$ ,  $p=0.9406$ ). De manera temporal, el promedio más alto se registró durante el mes de junio de 2015 (32.93 °C; DE = 1.88) y el más bajo en enero de 2015 (26.30 °C; DE = 1.35), presentándose diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 24.963$ ,  $p= 0.0001$ ) (Figura 3).

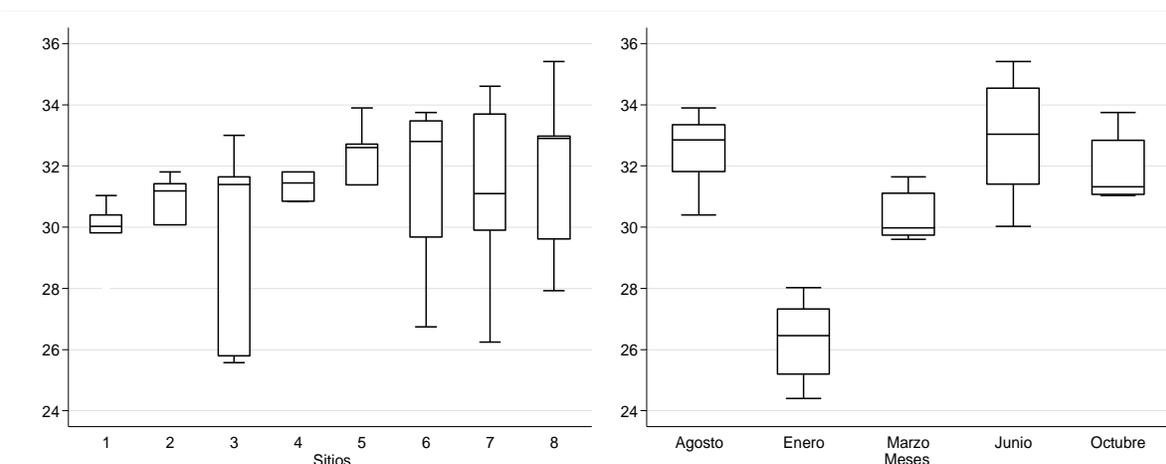


Figura 3. Variación espacial y temporal de la temperatura del agua en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. Ubicación de los sitios en la figura 1.

### 8.2.2. Oxígeno

La concentración de oxígeno disuelto fluctuó de 0.03 mg/l (octubre 2015, sitio 2) a 9.74 mg/l (agosto 2014, sitio 5). Espacialmente, el promedio más alto se registró en el sitio 8 (6.2 mg/l, DE=2.8) y el más bajo en el sitio 1 (1.58 mg/l, DE= 1.32), encontrándose diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 11.131$ ,  $p=0.0251$ ). De manera temporal, el promedio más alto se registró durante agosto de 2014 (6.15 mg/l, DE= 2.69) y el más bajo en octubre de 2015 (1.88 mg/l, DE= 1.57) con diferencias significativas (ANOVA,  $F= 3.5$ ,  $p= 0.0068$ ) (Figura 4).

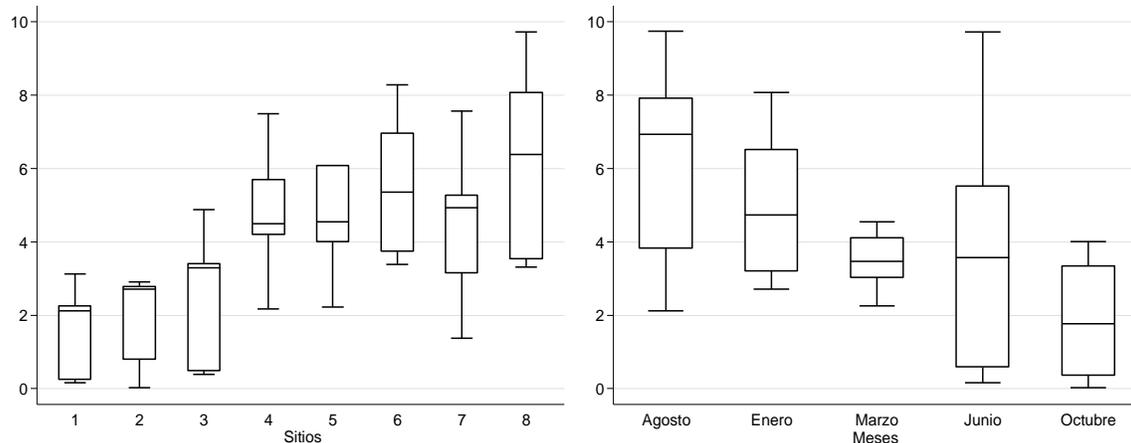


Figura 4. Variación espacial y temporal del oxígeno disuelto en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.2.3. Salinidad

La salinidad osciló desde condiciones oligohalinas (4.2 ups, octubre 2015, sitio 5) hasta condiciones eurihalinas (37.9 ups, junio 2015, sitio 2). Espacialmente el promedio más alto se presentó en el sitio 1 (23.7 ups, DE= 13.7) y el más bajo en el sitio 8 (15.7 ups, DE= 13.12) sin diferencias significativas (ANOVA,  $F= 0.26$ ,  $p= 0.9632$ ). De manera temporal, el promedio más alto se presentó en junio de 2015 (35.4 ups, DE = 2.4) y el más bajo en agosto de 2014 (6.86 ups, DE = 3.5), significativamente más alto durante la época de estiaje y principios de lluvia (enero, marzo y junio de 2015) (Kruskal-Wallis,  $H= 30.933$ ,  $p= 0.0001$ ) (Figura 5).

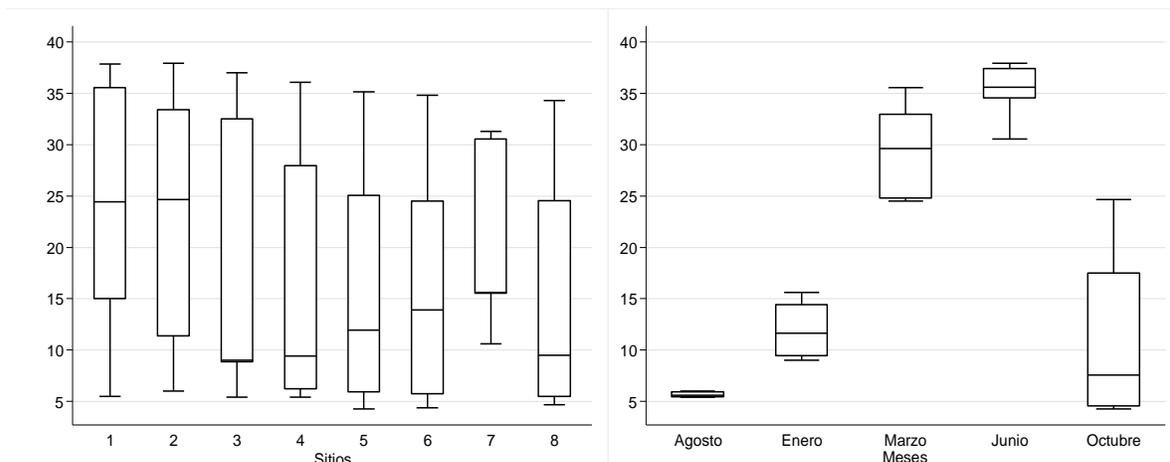


Figura 5. Variación espacial y temporal de la salinidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

#### 8.2.4. Sólidos disueltos

Los sólidos disueltos totales fluctuaron de 5.05 mg/l (octubre 2015, sitio 5) a 37.24 mg/l (junio 2015, sitio 2). Espacialmente, el promedio más alto se registró en el sitio 1 (23.93 mg/l, DE= 12.31) y el más bajo en el sitio 8 (16.73 mg/l, DE= 12.45), sin presentarse diferencias significativas (ANOVA,  $F= 0.29$ ,  $p= 0.9526$ ). De manera temporal, el promedio más alto se registró en junio 2015 (35.13 mg/l, DE= 2.08) y el más bajo en agosto 2014 (10.76 mg/l, DE= 4.44) encontrándose diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 30.015$ ,  $p= 0.0001$ ) (Figura 6).

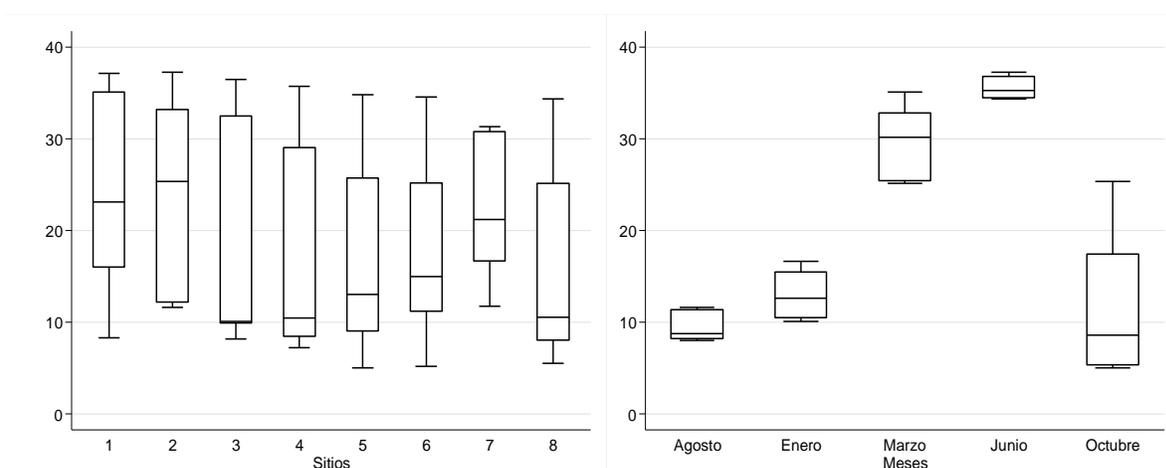


Figura 6. Variación espacial y temporal de los sólidos disueltos en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

#### 8.2.5. pH

El pH varió de 5.54 (octubre 2015, sitio 1) a 9.49 (junio 2015, sitio 8). Espacialmente, el promedio más alto se presentó en el sitio 8 (8.16, DE= 0.54) y el más bajo en el sitio 1 (6.90, DE= 0.76) con diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 18.08$ ,  $p= 0.0116$ ). De manera temporal, el promedio más alto se presentó en junio de 2015 (8.0, DE= 0.77) y el más bajo en agosto de 2014 (7.26, DE= 0.29), significativamente menor en el mes de agosto de 2014 (Kruskal-Wallis,  $H= 10.12$ ,  $p= 0.0385$ ) (Figura 7).

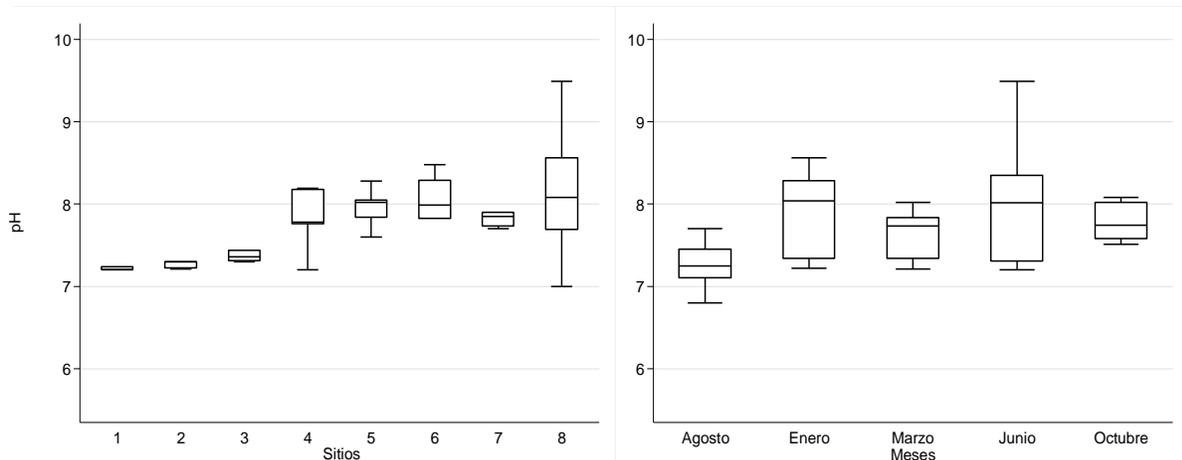


Figura 7. Variación espacial y temporal del pH en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.2.6. Profundidad

La profundidad osciló de 0.34 m (octubre 2015, sitio 6) a 3.4m (agosto 2014, sitio 1) en los sitios de muestreo. Espacialmente, el promedio más alto se registró en el sitio 1 (2.78 m, DE= 0.65) y el más bajo en el sitio 7 (0.57 m, DE= 0.20) presentándose diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 17.81$ ,  $p= 0.0129$ ). De manera temporal, el promedio más alto ocurrió durante marzo de 2015 (1.52 m, DE= 0.77) y el más bajo en junio de 2015 (1.19 m, DE= 0.80), sin diferencias significativas (ANOVA,  $F= 0.19$ ,  $p= 0.9403$ ) (Figura 8).

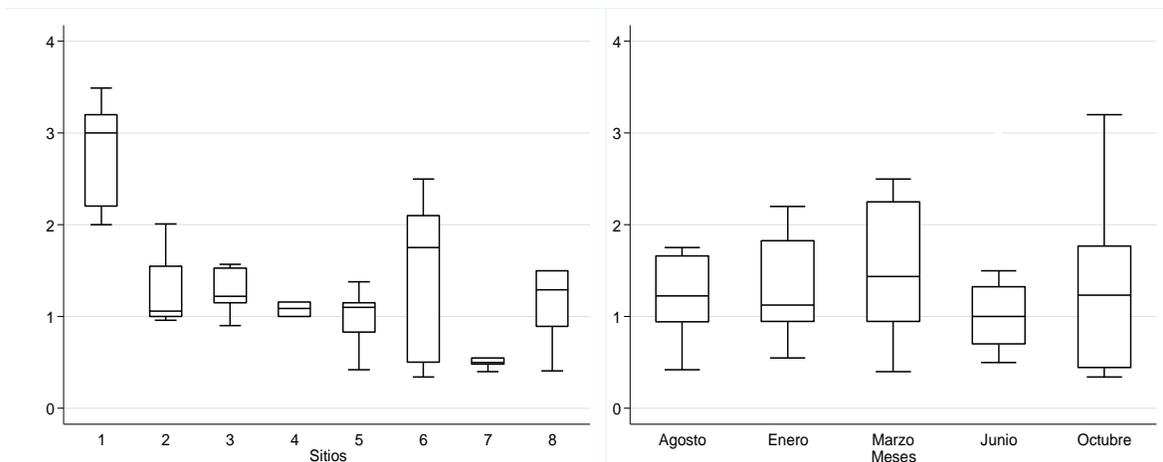


Figura 8. Variación espacial y temporal de la profundidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.2.7. Transparencia

La transparencia varió de 0.27 m (octubre 2015, sitio 2) a 1.13 m (marzo 2015, sitio 4). Espacialmente el promedio más alto se registró en el sitio 4 (0.81 m, DE= 0.21) y el más bajo en el sitio 1 (0.45 m, DE= 0.07), presentándose diferencias significativas (ANOVA,  $F= 3.03$ ,  $p= 0.0145$ ). De manera temporal, el promedio más alto se encontró en enero de 2015 (0.67 m, DE= 0.13) y el más bajo en junio de 2015 (0.49 m, DE= 0.16) sin registrarse diferencias significativas (ANOVA,  $F= 1.26$ ,  $p= 0.3038$ ) (Figura 9).

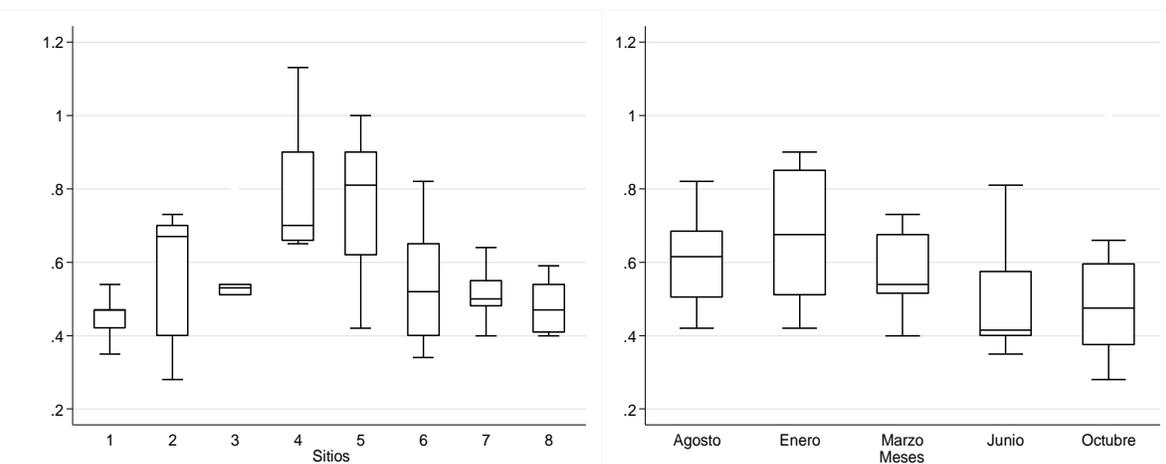


Figura 9. Variación espacial y temporal de la transparencia en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.2.8. Análisis de agrupamiento en base a salinidad

Los análisis de agrupamiento expresan un régimen espacial con cierto grado de homogeneidad en cuanto a la salinidad y el oxígeno disuelto. Para la salinidad se distinguen 3 grupos, el primero conformado por los sitios 1 y 2, el segundo constituido por el complejo que se forma entre los sitios 3, 4, 5, 6 y 8, y el último grupo integrado exclusivamente por el sitio 7 (Figura 10).

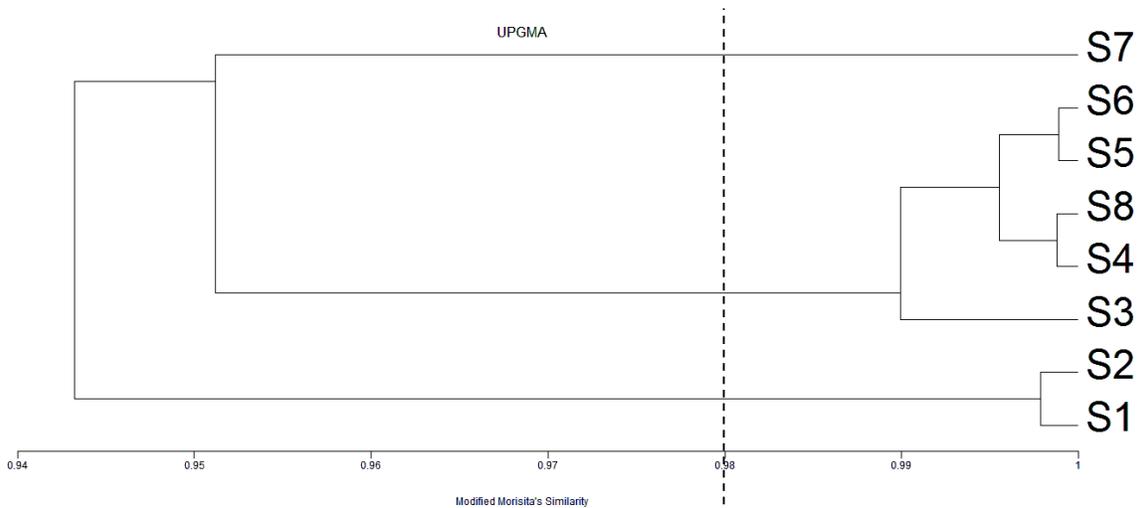


Figura 10. Dendrograma de similitud de la salinidad anual por sitio en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.2.9. Análisis de agrupamiento en base a oxígeno disuelto

Para el oxígeno disuelto se distinguen 3 grupos, el primero compuesto por los sitios 1, 2 y 3, el segundo integrado por el complejo conformado por los sitios 4, 6, 7 y 5, y el último grupo constituido exclusivamente por el sitio 8 (Figura 11).

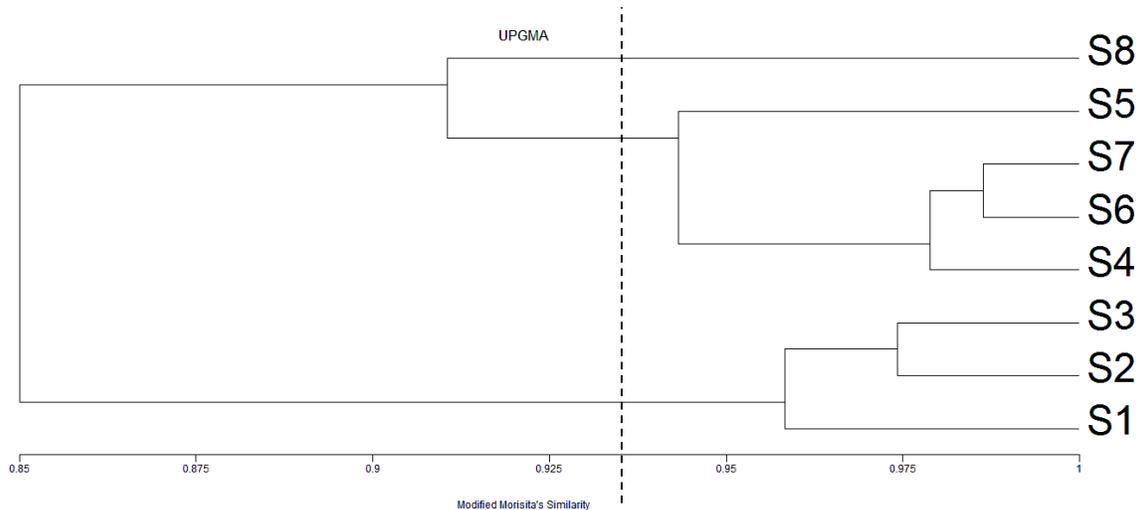


Figura 11. Dendrograma de similitud del oxígeno disuelto anual por sitio en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.3. CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABLES ECOLÓGICAS.

#### 8.3.1. Abundancia (CPUE).

En lo que respecta a las variables ecológicas, la abundancia numérica expresada como el número de especies capturadas (CPUE) osciló de cero (sitios 3 y 7 en los meses de agosto de 2014 y octubre de 2015 respectivamente) a 173 organismos (enero 2014, sitio 8). Especialmente, el promedio más alto fue registrado en el sitio 8 (89, DE= 58.34), mientras que el más bajo en el sitio 5 (9.6, DE= 10.53), sin diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 12.018$ ,  $p= 0.1000$ ). Temporalmente, el promedio más alto se encontró en enero de 2015 (52.75, DE= 61.19), mientras que el más bajo sucedió en agosto de 2014 (11.43, DE= 10.44) sin presentarse diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 5.920$ ,  $p= 0.2052$ ) (Figura 12).

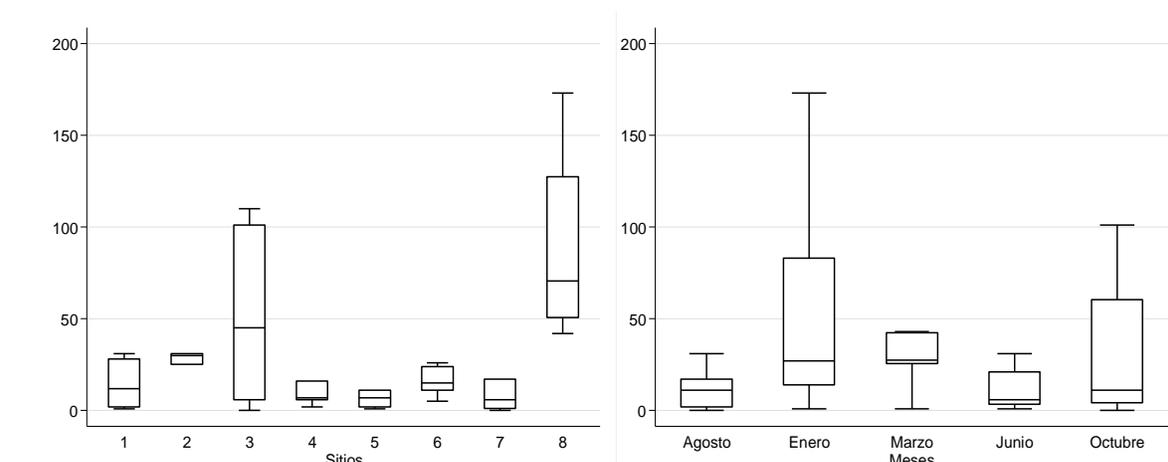


Figura 12. Variación espacial y temporal de la abundancia numérica en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

#### 8.3.2. Biomasa

La biomasa (g) varió de cero (sitios 3 y 7 en los meses de agosto de 2014 y octubre de 2015 respectivamente) a 2,047 g (agosto 2014, sitio 1). Especialmente, el promedio más alto fue registrado en el sitio 8 (1175 g, DE= 600) mientras que el más bajo se presentó en el sitio 5 (92.98 g, DE 86.52), sin diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 9.45$ ,  $p= 0.2217$ ). De manera temporal, el promedio más alto se presentó durante enero de 2015 (490.04 g, DE= 490.14) y el menor en octubre de

2015 (108.95 g, DE= 109.35), sin registrarse diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H= 9.454$ ,  $p= 0.2217$ ). (Figura 13).

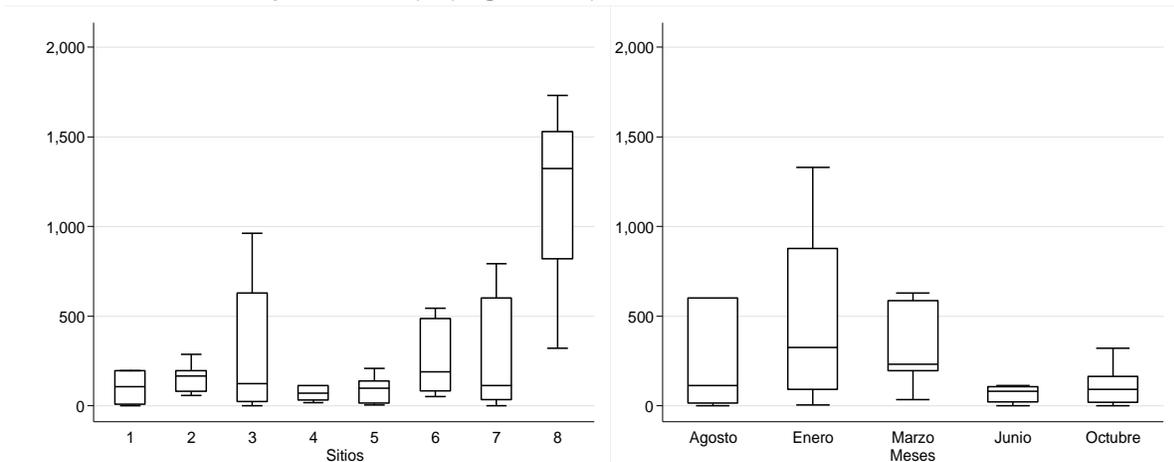


Figura 13. Variación espacial y temporal de la biomasa en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.3.3. Diversidad

Los valores de diversidad ( $H'$ ) variaron de cero (sitio 3 en el mes de agosto de 2014, sitio 4 en los meses de junio y octubre de 2015, sitio 5 en el mes de enero de 2015 y sitio 7 en los meses de marzo y octubre de 2015) a 2.25 (marzo 2015, sitio 6). Espacialmente, el promedio más alto se presentó en el sitio 6 ( $H'= 1.6864$ ,  $DE= 0.41$ ), por otro lado el más bajo sucedió en el sitio 7 ( $H'= 0.511$ ,  $DE= 0.60$ ), con diferencias significativas (ANOVA,  $F= 3.58$ ,  $p= 0.0062$ ). A escala temporal, el promedio más alto se registró en marzo de 2015 ( $H'= 1.29$ ,  $DE= 0.65$ ) y el más bajo

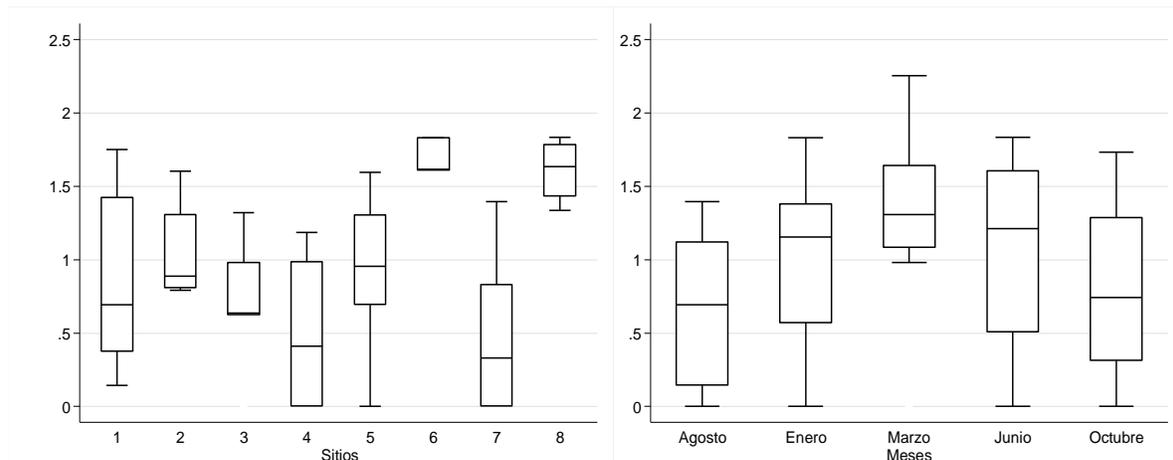


Figura 14. Variación espacial y temporal de la diversidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

en agosto de 2014 ( $H' = 0.6642$ ,  $DE = 0.51$ ), sin diferencias significativas entre ambas épocas del año (ANOVA,  $F = 1.13$ ,  $p = 0.3573$ ) (Figura 14).

#### 8.3.4. Riqueza

La riqueza ( $S$ ) varió de cero (sitios 3 y 7 en los meses de agosto de 2014 y octubre de 2015 respectivamente) a 12 especies (enero, marzo y junio de 2015; sitios 6 y 8). Espacialmente, el promedio más alto se registró en el sitio 8 ( $S = 11.3$ ,  $DE = 0.957$ ), mientras que el más bajo en el sitio 4 ( $S = 2.8$ ,  $DE = 2.2$ ), presentándose diferencias significativas (ANOVA,  $F = 6.12$ ,  $p = 0.0002$ ). A nivel temporal, el promedio más alto se presentó en marzo de 2015 ( $S = 6.8$ ,  $DE = 3.3$ ) y el más bajo en agosto de 2014 ( $S = 2.7$ ,  $DE = 1.9$ ). Sin encontrarse diferencias significativas entre ambas temporadas anuales (ANOVA,  $F = 1.80$ ,  $p = 0.1516$ ) (Figura 15).

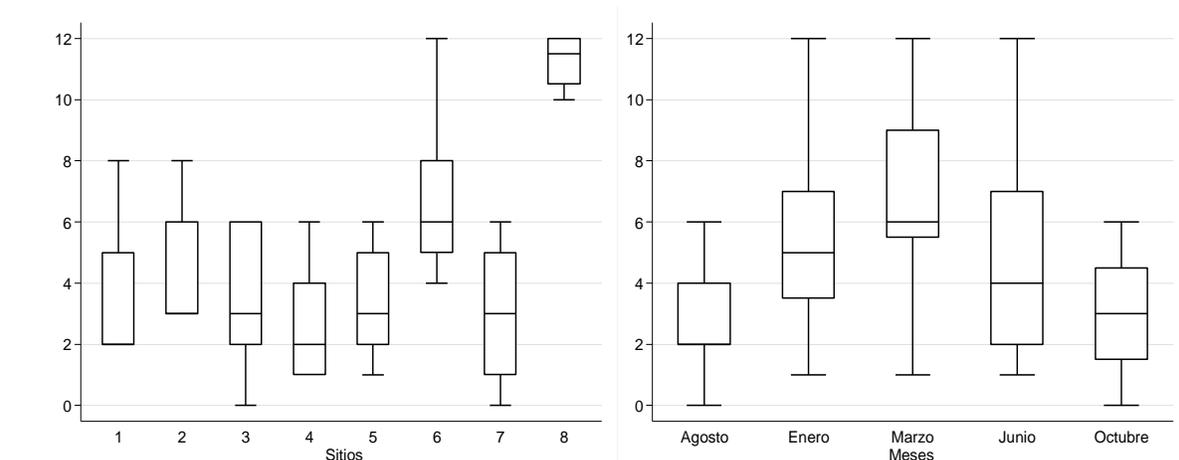


Figura 15. Variación espacial y temporal de la riqueza en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

#### 8.3.5. Equidad

La equidad ( $J'$ ) varió de cero (sitios 3 y 7 en los meses de agosto de 2014 y octubre de 2015 respectivamente) a uno (varios sitios en varios meses). Espacialmente, el promedio más alto se presentó en el sitio 5 ( $J' = 0.885$ ,  $DE = 0.115$ ) y el más bajo en el sitio 8 ( $J' = 0.454$ ,  $DE = 0.095$ ), con diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H = 15.78$ ,  $p = 0.0272$ ). De manera temporal, el promedio más alto se registró en el mes de junio 2015 ( $J' = 0.80$ ,  $DE = 0.176$ ) y el más bajo en agosto de 2014 ( $J' = 0.654$ ,

DE= 0.316) sin registrarse diferencias significativas (ANOVA,  $F= 0.45$ ,  $p= 0.7707$ ) (Figura 16).

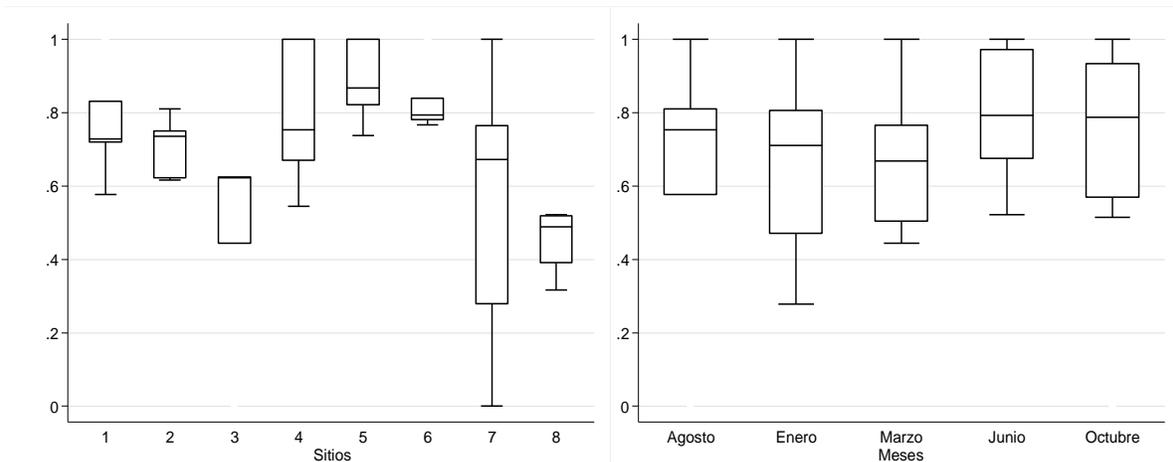


Figura 16. Variación espacial y temporal de la equidad en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

### 8.3.6. Dendrograma de similitud en base a la abundancia de organismos

El dendrograma basado en la abundancia de los organismos en las estaciones de muestreo conformó 4 grupos, el primero formado por los sitios 1 y 2, el segundo por los sitios 4, 6 y 5, el tercer grupo constituido por el sitio 3, y el último grupo compuesto por los sitios 7 y 8 (Figura 17).

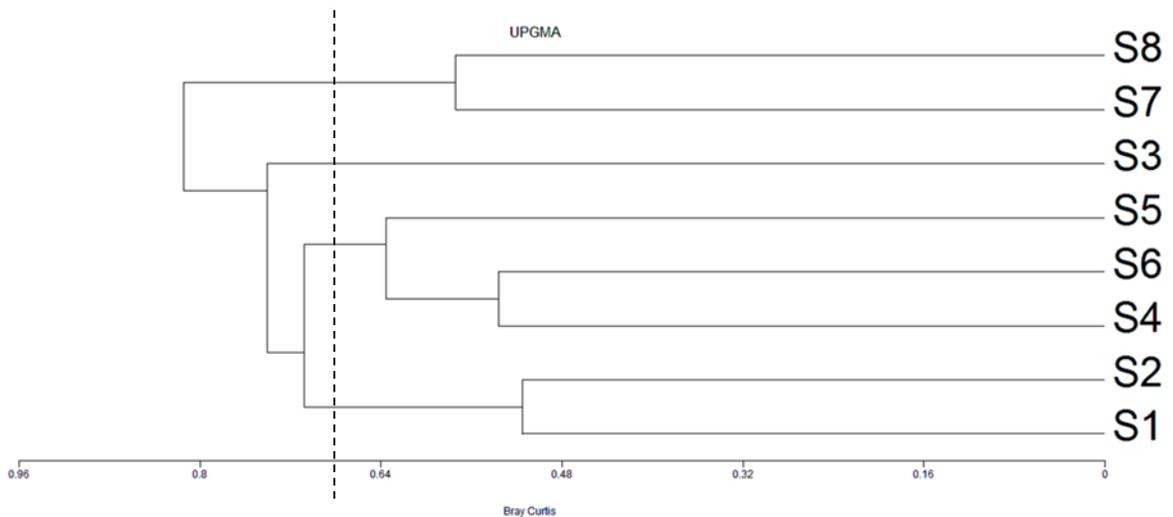


Figura 17. Dendrograma de similitud de la abundancia íctica en los sitios de muestreo del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

#### 8.4. DOMINANCIA.

Las especies numéricamente más abundantes fueron *Lile gracilis* (20.41 %), *Centropomus robalito* (16.87 %), *Astatheros macracanthus* (12.02 %), *Poecilia butleri* (10.45 %), *Dormitator latifrons* (7.65 %), *Anchoa mundeola* (6.35 %), *Amphilophus trimaculatum* (3.37 %), las cuales contribuyen con casi el 75 % de la abundancia total. En cuanto a la biomasa, *D. latifrons* (32.38 %), *A. macracanthus* (17.16 %), *L. gracilis* (8.78 %), *C. robalito* (8.77 %) y *A. trimaculatum* (7.42 %) de igual manera representan casi el 75 % del total (Cuadro 3).

De acuerdo al IVI, las especies dominantes fueron *D. latifrons* (14.93 %), *Astatheros macracanthus* (11.58 %), *L. gracilis* (11.32 %), *C. robalito* (10.40 %), *P. butleri* (5.23 %), *Amphilophus trimaculatum* (4.92 %), *Anchoa mundeola* (3.91 %), *Gobiomorus maculatus* (3.03 %) y *Mugil curema* (3.02 %), que contribuyeron con casi el 70 % del IVI, exhibiendo una amplia tolerancia a las variaciones de las condiciones abióticas.

Conforme a su categoría ecológica, las especies residentes estuarinas representaron el 34.35 %, las marinas eurihalinas el 30.78 %, las dulceacuícolas secundarias el 29.1 %, las marinas estenohalinas el 4.1 % y las dulceacuícolas primarias el 1.67 %.

Cuadro 6. Índice de valor de importancia (IVI) de la ictiofauna registrada en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

Rango de longitud patrón (LP), número de organismos (n), abundancia relativa (AR), frecuencia relativa (FR), biomasa relativa (BR), clasificación ecótica (CE).

<b>Especie</b>	<b>LP (mm)</b>	<b>n</b>	<b>AR</b>	<b>FR</b>	<b>BR</b>	<b>IVI</b>	<b>CE</b>
<i>Dormitator latifrons</i>	19 - 164	93	7.65	4.76	32.38	14.93	E
<i>Astatheros macracanthus</i>	29 - 137	146	12.02	5.56	17.16	11.58	DS
<i>Lile gracilis</i>	51 - 86	248	20.41	4.76	8.78	11.32	E
<i>Centropomus robalito</i>	20 - 146	205	16.87	5.56	8.77	10.40	EU
<i>Poecilia butleri</i>	15 - 58	127	10.45	3.97	1.27	5.23	DS
<i>Amphilophus trimaculatum</i>	11 - 120	41	3.37	3.97	7.42	4.92	DS
<i>Anchoa mundeola</i>	62 - 92	45	3.70	6.35	1.68	3.91	EU
<i>Gobiomorus maculatus</i>	11 - 135	20	1.65	4.76	2.69	3.03	E
<i>Mugil curema</i>	34 - 168	14	1.15	3.17	4.74	3.02	EU
<i>Gobionellus microdon</i>	66 - 175	30	2.47	3.97	2.00	2.81	E
<i>Diapterus brevirostris</i>	34 - 90	40	3.29	3.17	1.02	2.49	EU
<i>Anchovia macrolepidota</i>	58 - 125	17	1.40	3.17	2.55	2.37	ES
<i>Poeciliopsis turrubarensis</i>	22 - 58	33	2.72	2.38	0.75	1.95	DS
<i>Atherinella guatemalensis</i>	45 - 71	13	1.07	3.97	0.21	1.75	E
<i>Anableps dowei</i>	42 - 137	13	1.07	3.17	1.00	1.75	DS
<i>Poecilia sphenops</i>	21 - 63	12	0.99	3.97	0.18	1.71	DS
<i>Astyanax aeneus</i>	40 - 61	23	1.89	2.38	0.75	1.67	DP
<i>Achirus mazatlanus</i>	20 - 65	10	0.82	3.97	0.21	1.67	EU
<i>Eucinostomus currani</i>	35 - 94	20	1.65	1.59	1.08	1.44	EU
<i>Poeciliopsis fasciata</i>	15 - 23	21	1.73	2.38	0.02	1.38	DS
<i>Cathorops liropus</i>	77 - 172	6	0.49	1.59	1.23	1.10	EU
<i>Eugerres lineatus</i>	63 - 107	3	0.25	2.38	0.51	1.05	ES
<i>Centropomus nigrescens</i>	84 - 105	4	0.33	2.38	0.38	1.03	EU
<i>Sciades guatemalensis</i>	72 - 148	6	0.49	1.59	0.73	0.94	EU
<i>Gerres simillimus</i>	63 - 112	4	0.33	1.59	0.64	0.85	EU
<i>Cathorops steindachneri</i>	60 - 105	6	0.49	1.59	0.40	0.83	EU
<i>Lutjanus argentiventris</i>	84 - 90	2	0.16	1.59	0.30	0.68	ES
<i>Anchoa lucida</i>	68 - 79	2	0.16	1.59	0.08	0.61	EU
<i>Oligoplites saurus</i>	63 - 77	2	0.16	1.59	0.06	0.60	EU
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>	27 - 35	2	0.16	1.59	0.01	0.59	DS
<i>Oligoplites altus</i>	25 - 41	2	0.16	1.59	0.01	0.59	EU
<i>Eleotris picta</i>	160	1	0.08	0.79	0.63	0.50	E
<i>Centropomus viridis</i>	121	1	0.08	0.79	0.21	0.36	EU
<i>Caranx caninus</i>	77	1	0.08	0.79	0.08	0.32	EU
<i>Anchoa starksi</i>	84	1	0.08	0.79	0.06	0.31	EU
<i>Anchoa ischana</i>	68	1	0.08	0.79	0.03	0.30	EU
<b>Total</b>		<b>1215</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

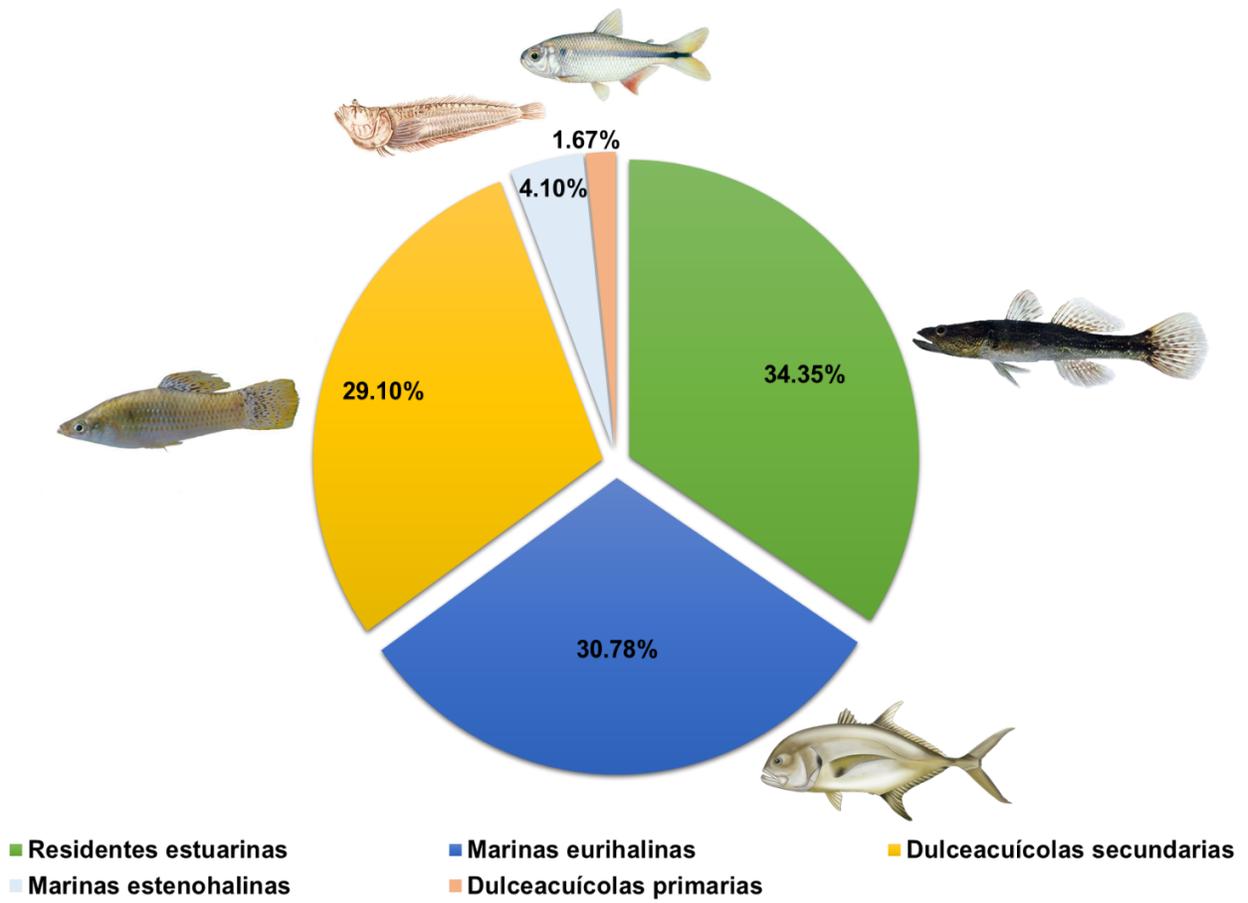


Figura 18. Categorías ecológicas de la ictiofauna dominante del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios

## 8.5. CORRELACIÓN DE SPEARMAN.

El coeficiente de Spearman mostró que la riqueza se correlacionó de manera positiva con la profundidad, mientras que la biomasa estuvo inversamente correlacionada con la transparencia (Cuadro 4).

Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Spearman entre las variables ecológicas y las variables ambientales.

\* = Valores significativos  $p < 0.05$ .

	Riqueza (S)	Abundancia (CPUE)	Diversidad (H')	Equidad (J')	Biomasa (g)
Profundidad (m)	0.7425*	0.1557	0.6429	-0.0476	0.5238
Transparencia (m)	-0.5629	-0.3234	-0.2381	0.4286	-0.8095*
Temperatura (°C)	0.3832	0.1198	0.4286	0.0238	0.0476
Salinidad (ppm)	0.3832	0.1198	0.4286	0.0238	0.0476
Oxígeno disuelto (mg/l)	0.2994	0.0958	0.4524	0.0952	-0.0714
pH	0.1807	0.0964	0.2755	0.0000	-0.0599
SDT (mg/l)	-0.1697	-0.0121	-0.3374	-0.0964	0.0964

## 8.6. RELACIÓN ENTRE ESPECIES Y VARIABLES AMBIENTALES.

El ACC indica que la temperatura, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos totales y profundidad fueron los factores ambientales más importantes en el sistema. A pesar de que el vector correspondiente a salinidad es corto, muchas especies muestran una marcada asociación hacia esta variable. Los primeros dos ejes de ordenación con eigenvalues de 0.51 (ACC1) y 0.29 (ACC2), explicaron el 66.72% de la varianza acumulada (42.38% y 24.34% respectivamente) (Figura 18).

En los distintos patrones de asociación entre los organismos y su ambiente, se encuentra la distribución de tres especies dulceacuícolas secundarias, *A. macracanthus* y *P. butleri* marcadamente asociadas a la transparencia y *A. trimaculatum* asociada mayormente a sólidos disueltos totales y temperatura.

Se observaron cuatro especies marinas eurihalinas en las cuales no se exhibe una relación hacia las mismas variables ambientales. *Diapterus brevirostris* indica una fuerte relación con los sólidos disueltos totales, *C. robalito* mayormente influenciada

por la transparencia y *M. curema* y *A. mundeola* mostraron mayor grado de asociación con la salinidad.

Por último, las especies residentes estuarinas (cinco especies), ampliamente distribuidas en el sistema, fueron mayormente influenciadas por la profundidad (*Gobionellus microdon* y *G. maculatus*), salinidad (*D. latifrons* y *Atherinella guatemalensis*). *L. gracilis* fue la única especie que mostró influencia a zonas de con mayores niveles de oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto demostró ser la variable más importante que determinó al gradiente del modelo al estar prácticamente alineado al eje 1.

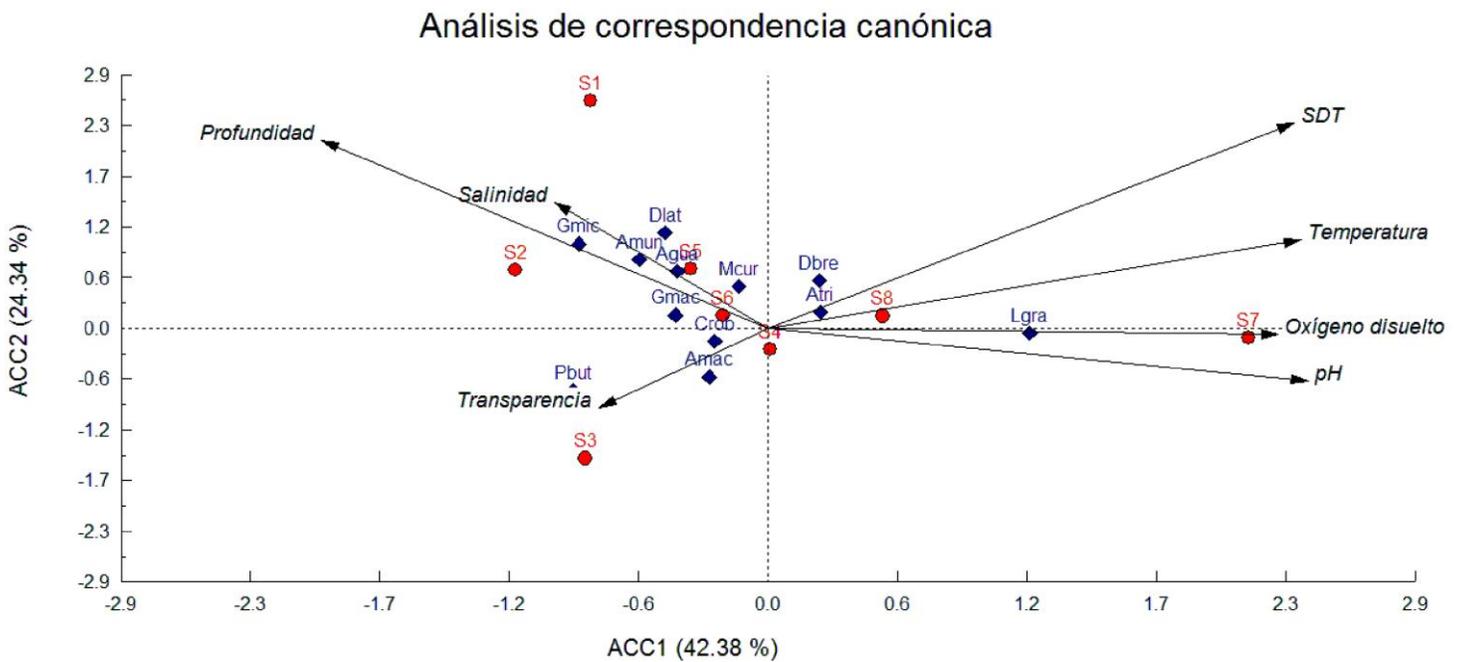


Figura 19. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) entre las especies dominantes y las variables ambientales del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios.

Amun= *Anchoa mundeola*, Lgra= *Lile gracilis*, Agua= *Atherinella guatemalensis*, Pbut= *Poecilia butleri*, Crob= *Centropomus robalito*, Dbre= *Diapterus brevirostris*, Amac= *Astatheros macracanthus*, Atri= *Amphilophus trimaculatum*, Dlat= *Dormitator latifrons*, Gmac= *Gobiomorus maculatus*, Gmic= *Gobionellus microdon*.

## IX. DISCUSIÓN

En las regiones tropicales y subtropicales se reconoce la presencia de dos épocas climáticas características: secas y lluvias (Alongi, 1998), los cambios en las condiciones climáticas en ambas temporadas influyen en una gran variedad de procesos ecológicos; estos efectos operan a través de parámetros como la lluvia, descargas fluviales y corrientes marinas (Stenseth *et al.*, 2002), de manera que las fluctuaciones en las variables ambientales pueden regular a las poblaciones (Sánchez-Santillán *et al.*, 2012) y en cierta manera explicar el comportamiento de éstas mismas en los sistemas estuarinos.

Varios estudios han indicado que la salinidad, es uno de los parámetros que influye en mayor medida sobre la diversidad de peces (Amézcuca-Linares *et al.*, 1987; Fraser, 1997; Whitfield *et al.*, 2006). De acuerdo a la hipótesis planteada en este trabajo, en donde se esperaba que se presentara el mismo patrón de influencia, se observó que esta no fue determinante para los atributos estructurales de la comunidad de peces. Sin embargo, es necesario ampliar el número de muestreos con la finalidad de comprobar si este modelo es correcto y es constante en el sistema, como se ha presentado en los sistemas vecinos (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2008; Gómez-González, 2010).

### **Composición**

Los resultados muestran la presencia de una diversidad íctica relativamente baja en el sistema Los Patos-Solo Dios, en contraste con otros sistemas estuarino-lagunares del Pacífico mexicano, el número de especies registradas (41) está por debajo a lo reportado en varios sistemas del norte del país, en los que destacan por su riqueza, la Bahía de San Quintín con un total de 90 especies (Rosales-Casián, 1996) y la Laguna de San Ignacio con 107 especies (De la Cruz-Agüero *et al.*, 1998). Para el Golfo de California, en la laguna La Cruz se registran 96 especies (Grijalva-Chon *et al.*, 1996), mientras que para el complejo formado por las bahías Ohuira, Topolobampo y Santa María se reportan 109 especies (Balart *et al.*, 1992).

En la región central del Pacífico Mexicano se mantiene el mismo patrón de riqueza que en los sistemas del Norte, por lo que la ictiofauna se encuentra por encima de las 100 especies como en lo registrado en la zona costera de Jalisco y Colima en la que se colectó un total de 173 especies (Lucano-Ramírez *et al.*, 2001), evidentemente existen diferencias entre las dimensiones de las áreas de estudio entre ambos trabajos, sin embargo, es notable la alta riqueza presentada, y esto puede deberse principalmente a los métodos de colecta y al esfuerzo pesquero en sitios y meses. Para el estado de Michoacán se registraron 31 especies que corresponden a 4 sistemas estuarinos (Sandoval-Huerta *et al.*, 2014), sin omitir que en dicho estudio, únicamente se evaluó la ictiofauna de las bocabarras. Considerando que la bocaborra del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios se encuentra bloqueada, es interesante contrastar que la riqueza es mayor a la encontrada en los estuarios de Michoacán.

En general la estructura de la comunidad de peces en este estudio consistió de aproximadamente los mismos grupos taxonómicos y ecológicos que son comunes en las lagunas costeras del Pacífico sur mexicano (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Al respecto, Yáñez-Arancibia (1978) registró para las lagunas del estado de Guerrero un total de 105 especies, Laguna de Mitla (16 especies), Laguna Salinas del Cuajo (25), Laguna de Coyuca (25), Laguna de Tres Palos (31), Laguna de Tecomate (33), Laguna Salinas de Apozahualco (39), Laguna de Nuxco (43), Laguna de Potosí (58) y Laguna de Chautengo (85); en estos últimos tres sistemas la riqueza es notablemente mayor que la registrada en este estudio, sin embargo, en los demás sistemas lagunares de Guerrero la ictiofauna es menor, demostrando un mismo patrón estructural de la comunidad, habitual en los sistemas lagunares estuarinos con bocas efímeras en el Pacífico sur de México. En las lagunas Oriental-Occidental, adyacentes a la Laguna de Mar Muerto, Oaxaca, Castro-Aguirre *et al.*, (1977), Chávez (1979) y Castro-Aguirre (1982) encontraron un total de 72 especies en conjunto; y Mendoza *et al.*, (2009), registran 33 especies para la Laguna Chacahua, con resultados similares a los de este estudio, en donde la riqueza de las especies estuvo dominada principalmente por especies de origen marino. A pesar de que el sistema de Los Patos-Solo Dios presenta permanentemente una

bocabarra bloqueada, las especies de origen marino estuvieron presentes, esto puede estar relacionado con la entrada permanente de los organismos marinos a través del canal estuarino de Las Tendidas que conecta con la bocabarra de Chocohuital, 14 km al sur de la boca de lolomita.

Comparado con los sistemas lagunares de Chiapas que han sido estudiados, la riqueza registrada en este estudio (41 especies) está por debajo de las 66 especies reportadas por Tapia-García *et al.*, (1998) en la Laguna Mar Muerto, las 67 especies registradas para Carretas-Pereyra y las 143 que componen al Sistema Chantuto-Panzacola (Gómez-González *et al.*, 2012).

Similar a lo expuesto por Velázquez-Velázquez, *et al.* (2008) en el sistema Carretas-Pereyra, las especies marinas eurihalinas estuvieron ampliamente distribuidas en el sistema Los Patos-Solo Dios, siendo 22 especies las que representaron el 54% de la ictiofauna total, observando que el número de especies fue mayor al de especies residentes estuarinas, sin embargo, estas últimas fueron más dominantes tanto numéricamente como en biomasa.

### **Caracterización de las variables hidrológicas.**

Temporalmente los cambios en la salinidad fueron notables, mientras que espacialmente se presentaron condiciones relativamente homogéneas, destacando la zona de influencia marina y zonas cercanas a descargas fluviales. Un patrón similar fue observado en el sistema Carretas-Pereyra (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2008) en donde se notó un mayor régimen dulceacuícola determinado por las descargas fluviales de los ríos que desembocan en el sistema y una baja intrusión de agua marina como consecuencia de la boca efímera que presenta ese sistema. La boca del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios está completamente cerrada debido al azolvamiento, por lo que la influencia de agua marina al sistema se limita a entrar por medio del canal Cequeleño que conecta con el sistema lagunar La Joya-Buenavista. Los sólidos disueltos (SDT) presentaron un patrón similar al de salinidad, ya que incluyen todos los electrolitos disociados que componen concentraciones de salinidad, así como otros compuestos tales como la materia

orgánica disuelta (Fondriest, 2016), por lo que existe una correlación evidente entre ambos parámetros (Gómez-González, 2010), es probable que esta correlación se presente debido a que los valores de sólidos disueltos fueron calculados a partir de la conductividad eléctrica.

La ubicación latitudinal de las lagunas y estuarios influye en la temperatura del agua, generalmente la mayoría de los cuerpos acuáticos en México se encuentran en latitudes tropicales y subtropicales por lo que normalmente se presentan temperaturas que fluctúan entre los 25° y 30° C. (Contreras-Espinosa, 2010). La temperatura del agua en el sistema, mantuvo valores relativamente similares durante todo el muestreo, siendo ligeramente más baja en el mes de enero por la influencia de los frentes fríos (Velázquez-Muñoz *et al.*, 2011). A excepción de ese mes, las temperaturas normalmente presentaron valores superiores a los 30 °C., mostrando el perfil típico de las lagunas costeras tropicales, temperaturas menores en invierno y mayores en verano (Oczkowski *et al.*, 2010).

Con respecto al pH, los valores más bajos se presentaron en el mes de agosto correspondiente a la temporada de lluvias que normalmente es más influyente de junio a septiembre; durante este tiempo los altos niveles de precipitación y escorrentía pluvial provocan una gran turbidez y la disminución de la salinidad en el agua (Ruíz-Marin *et al.*, 2011) que reducen los niveles de compuestos carbonatados y por consiguiente los niveles de pH disminuyen. Durante los meses que corresponden a la temporada de estiaje, los valores fluctúan por encima de las 7 unidades, esto puede deberse a una menor influencia de escorrentías (Ahumada-Sempoal *et al.*, 2008). Las lagunas costeras, son ambientes que tienden a regular sus variables, en el caso del pH, las variaciones puede deberse a la degradación de la materia orgánica o la remoción del sedimento por efectos de las corrientes, lo cual causa remineralización (López-Ortega *et al.*, 2012).

La concentración de oxígeno disuelto fue en decremento durante el ciclo, debido a que la bocabarra se encuentra cerrada, y por consiguiente el recambio de agua no ocurre de manera eficiente. Se presentaron condiciones de hipoxia en los primeros

3 sitios del sistema, este fenómeno es común en los sistemas estuarinos y suele estar asociado a sitios en donde la descomposición de materia orgánica y detritus es el proceso dominante (Sanay-González *et al.*, 2006; Contreras-Espinosa, 2010).

La profundidad muestra un pequeño decremento en el mes de junio, como resultado del final de la época de estiaje, en el mes de octubre se vuelve a incrementar por el efecto de la temporada de lluvias, este patrón se observa en lagunas costeras donde el comportamiento cíclico de las variaciones están determinadas por la estabilización del régimen pluvial (Márquez *et al.*, 2006). Las variaciones presentadas espacialmente se deben a la naturaleza de cada sitio muestreado, siendo los canales los sitios con mayor profundidad (Gómez-González, 2010).

El análisis de agrupamiento realizado con la salinidad y el oxígeno disuelto promedio de todos los sitios reveló una similitud mayor a 90% y 85% respectivamente. A pesar de separar a los sitios con mayor influencia marina, es notable que las condiciones de salinidad presentan cierto grado de homogeneidad en el sistema. De la misma manera, el análisis para oxígeno disuelto separó a las estaciones con menor concentración de oxígeno debido a la degradación de materia orgánica, sin embargo, los bajos niveles en todas las estaciones fueron característicos del sistema durante todo el año.

### **Caracterización de las variables ecológicas.**

Tanto la diversidad como la riqueza del sistema Los Patos-Solo Dios es baja, donde se destaca la dominancia de unas cuantas especies, siendo un patrón común en sistemas tropicales (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2008; González-Solís *et al.*, 2013).

Espacialmente, los valores más altos de la mayoría de los parámetros ecológicos se registraron en áreas de mayor influencia dulceacuícola (sitios 3, 5, 6 y 8) por la descarga de los ríos Siete Cigarros, Mosquitos, San Isidro y San Diego (Santamaría-Damián, 2013). Los valores altos en el Canal Joaquín Amaro (sitio 6), pueden atribuirse a que este favorece la conectividad entre los cuerpos lagunares y el ambiente marino ya que constituye un canal de tránsito.

El bloqueo de la bocabarra y los niveles de salinidad variables, afectaron de manera evidente a la estructura de la comunidad. La presencia de bocabarras se ha señalado como un factor que incrementa la diversidad íctica, ya que en los sitios cercanos existe una mayor frecuencia de especies de afinidad marina, tales como Serránidos, Carángidos, Lutjánidos, Esciénidos y otros visitantes esporádicos (Cowley *et al.*, 2001; James *et al.*, 2007).

Los sitios con influencia dulceacuícola en áreas mixohalinas del sistema presentaron una diversidad considerablemente alta ya que ahí confluyen especies propiamente dulceacuícolas (Poecílidos y Cíclidos), con las residentes estuarinas y marinas eurihalinas que soportan cambios graduales en la salinidad (Gómez-González, 2010).

El análisis de agrupamiento basado en la abundancia de organismos capturados, demostró la existencia de cuatro grupos. El primero conformado por la abundancia de especies residentes estuarinas como *Atherinella guatemalensis*, *D. latifrons* y *G. microdon* y la especie eurihalina *Anchoa mundeola*, cabe destacar que estas especies son de amplia distribución en el sistema, pero incrementan su presencia en las dos estaciones que conforman este grupo (sitios 1 y 2). En ambos sitios los niveles de oxígeno son muy bajos, lo que puede estar reflejando procesos elevados de degradación de materia orgánica. Tomando en cuenta que tanto *D. latifrons* como *G. microdon* son de hábitos detritófagos, la constante disponibilidad de detritus puede explicar la presencia y abundancia de ambas especies (Yáñez-Arancibia, 1977). Considerando la cercanía con zonas de influencia dulceacuícola, se destaca la presencia de *D. latifrons*, principalmente en los meses de agosto y octubre, correspondientes a la época lluviosa. Este comportamiento ha sido reportado por Velázquez-Velázquez, 2008; Gómez-González, 2010 y López-Vila, (2010), quienes mencionan que la disminución en los niveles de salinidad durante la temporada de lluvias se asocia al periodo reproductivo de esta especie.

El segundo grupo compuesto por los sitios 4, 6 y 5 refleja una zona de transición entre las zonas de influencia dulceacuícola y marina, ya que se caracteriza por la

presencia de especies dulceacuícolas secundarias (*Astatheros macracanthus*, *Amphilophus trimaculatum*), especies típicamente estuarinas (*D. latifrons* y *G. maculatus*) y visitantes eurihalinos ocasionales como *C. robalito*.

El tercer grupo está compuesto únicamente por el sitio 3, que al presentar influencia dulceacuícola, se caracteriza por la presencia de especies dulceacuícolas primarias (*Astyanax aeneus*) y secundarias (*P. butleri*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *Astatheros macracanthus*); así como de una especie marina eurihalina (*C. robalito*). A pesar de que tanto *A. aeneus* como *C. robalito* fueron capturadas en otros sitios de este sistema, el sitio 3 fue en donde se presentaron con mayor abundancia, por lo que se cree que la disponibilidad de alimento, principalmente consumidores primarios, influye en la presencia de *C. robalito*, similar a lo expuesto por Flores-Ortega *et al.*, (2015).

Finalmente, el cuarto grupo reúne a dos estaciones (sitios 7 y 8). Se caracterizan por una elevada abundancia de *L. gracilis*, así como la presencia de especies de menor distribución en el sistema como *Anableps dowei*, *Anchovia macrolepidota* y *Eucinostomus currani*, esta última como componente común de estos sistemas, ya que se ha reportado que utiliza a las lagunas costeras como protección y alimentación en sus primeros estadios de desarrollo (Grijalva-Chon *et al.*, 1996); mientras que *A. macrolepidota* está presente únicamente en su etapa adulta para alimentarse (Amézcu-Linares, 1972). Pese a que la bocabarra (sitio 7) se encuentra bloqueada, se destaca la presencia de especies de afinidad marina (*Caranx caninus*, *Eugerres lineatus* y *Lutjanus argentiventris*), lo que demuestra la conectividad entre sistemas, ya que la ictiofauna marina ingresa a Los Patos-Solo a través de la bocabarra de Chocohuital del sistema adyacente de Las Tendidas. Cabe destacar que el sitio 8 presenta valores importantes de riqueza, diversidad, abundancia y biomasa íctica, esto puede estar influenciado a que durante el ciclo muestreado, fue el sitio con los niveles más altos de oxígeno. Así mismo, las cooperativas pesqueras la emplean como zona de crianza de camarón por lo que la ictiofauna utiliza esta laguna como zona de protección y alimentación (Yáñez-

Arancibia, 1978b; Tapia-García *et al.*, 1998; Vega-Cendejas, 2004; Peralta-Meixueiro, *et al.*, 2011.

A nivel temporal, los valores más altos de diversidad y riqueza se presentaron durante el mes de marzo, correspondiente a la época de estiaje, esto como consecuencia del aumento de salinidad, lo que permitió una mayor presencia de especies marinas y dulceacuícolas ocasionales (Rico, 2000). Durante la época de lluvias, con el descenso de la salinidad se registraron valores más bajos de estos parámetros, debido a la baja presencia de especies marinas, la alta abundancia de residentes estuarinos y al incremento de individuos pertenecientes al complejo dulceacuícola. Patrones similares se han documentado en otros ambientes mixohalinos (Fraser, 1997; Benítez-Valle *et al.*, 2007; Velázquez-Velázquez *et al.*, 2008; Gómez-González, 2010).

Con respecto a la abundancia y la biomasa, fueron parámetros que no mostraron diferencias entre las dos épocas. Se observa un incremento en ambos parámetros en el mes de enero, como consecuencia de la captura de organismos como *L. gracilis*, *P. butleri*, *Poeciliopsis turrubarensis*, *C. robalito*, *A. macracanthus* y *A. trimaculatum*, organismos importantes en el sistema, tanto en biomasa como en frecuencia de captura. Las dos especies más dominantes en cuanto a biomasa incidieron de manera contrastante durante el periodo de muestreo: *D. latifrons* fue más abundante en agosto y octubre correspondiente a la época lluviosa, y *A. macracanthus*, por el contrario fue más frecuente durante enero y marzo correspondientes a la época de estiaje.

El IVI mostró que durante ambas épocas el sistema estuvo dominado principalmente por especies de afinidad estuarina y algunas marinas eurihalinas ocasionales (*D. latifrons*, *L. gracilis*, *C. robalito*, *A. mundeola* y *G. maculatus*), con amplia distribución espacial en el sistema.

Se destaca la dominancia de especies dulceacuícola que tienden a agruparse en zonas de menor salinidad (*A. macracanthus*, *P. butleri*, *A. trimaculatum*), señalando que tanto *A. macracanthus* como *P. butleri* tuvieron una amplia distribución espacial

y temporal, debido a que el sistema presenta condiciones dulceacuícolas constantemente.

El ACC expresó una dominancia íctica marcadamente asociada a las variables de salinidad y transparencia. La longitud del vector de una variable dada sobre el gráfico del ACC indica la importancia de la variable, y las especies cercanas al vector o a otras especies, tienen las relaciones más fuertes entre ellas (ter Braak y Verdonschot, 1995). Por lo tanto el análisis expresa que tanto el oxígeno disuelto, temperatura, sólidos disueltos, pH y profundidad son las variables más importantes. El oxígeno disuelto, cuyo vector se encuentra prácticamente alineado al eje, determinó al gradiente del modelo.

Los estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras son importantes ya que permiten conocer la dinámica energética y estructura del ecosistema. La sensibilidad a los diferentes tipos de estrés (físico, químico y biológico), la dependencia al entorno acuático para todo el ciclo vital y la variedad de niveles tróficos que representan, son considerados como importantes atributos que permiten reflejar la salud de los ecosistemas acuáticos (Palacios-Sánchez *et al.*, 2010). Así mismo, los peces generan un gran interés económico, principalmente en el sector pesquero. Por lo tanto, profundizar en el conocimiento de la relaciones existentes entre peces y el ambiente en que viven, es fundamental para realizar políticas apropiadas para la protección y el manejo de los recursos en estos ecosistemas (Torres-Orozco, 1994).

## X. CONCLUSIONES

La ictiofauna del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios está compuesta por 41 especies, que representan 9 órdenes, 18 familias y 29 géneros de teleósteos (Actinopterygii). Las familias mejor representadas fueron Engraulidae y Poeciliidae (5 especies), Ariidae, Gerreidae y Eleotridae (4 especies), así como Carangidae y Centropomidae (3 especies). El resto de las familias presentaron entre 1 y 2 especies.

En cuanto a la estructura de la comunidad, a nivel temporal los valores más altos de riqueza y diversidad se presentaron en la temporada de estiaje, como consecuencia de la mayor afluencia de peces marinos. A nivel espacial los valores más altos de diversidad y riqueza se encontraron en sitios donde los valores de oxígeno fueron mayores. Con respecto a la abundancia y la biomasa, ambos parámetros no mostraron diferencias entre las dos épocas. Se observa un incremento en ambos parámetros en el mes de enero como consecuencia de la captura de organismos que son frecuentes en el sistema.

Durante ambas épocas el sistema estuvo dominado principalmente por especies de afinidad estuarina y marinas eurihalinas ocasionales como *D. latifrons*, *L. gracilis*, *C. robalito*, *A. mundeola* y *G. maculatus*, con amplia distribución espacial. En base al Índice de Valor de Importancia (IVI), la estructura de la ictiofauna estuvo dominada por *D. latifrons*, *A. macracanthus*, *L. gracilis* y *C. robalito*. *D. latifrons* y *A. macracanthus*, que contribuyeron con casi el 50 % de la biomasa. De la misma manera, *L. gracilis*, *C. robalito* y *A. macracanthus* sumaron casi el 50 % de la abundancia total.

La dominancia de especies estuarinas y dulceacuícolas es característico de sistemas lagunares con bocas efímeras que al cerrarse limitan la entrada de especies marinas. Durante el periodo muestreado, la bocabarra del sistema estuvo cerrada por lo que la riqueza de especies se vio influenciada, sin embargo, la

presencia de algunas especies marinas explican la conectividad existente con los sistemas lagunares adyacentes.

Ambientalmente, la asociación entre los parámetros hidrológicos y las especies dominantes del sistema, expresó que la temperatura, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos totales y la profundidad son las variables más importantes. La salinidad y la profundidad son las variables que más influyen en la asociación de las especies en términos de dominancia. El oxígeno disuelto demostró ser la variable que determinó al gradiente del modelo al estar prácticamente alineado al eje. El análisis de correlación mostró asociaciones entre la profundidad y la riqueza de manera positiva y la transparencia con la biomasa de manera negativa.

## REFERENCIAS

- Acosta**, C. J. R. 1989. Evaluación técnica, social y económica del sistema de cultivo artesanal de camarón en la costa de Chiapas. Secretaría de Pesca. México. 125 p.
- Ahumada-Sempoal**, M. A. y Ruíz-García, N. 2008. Características fisicoquímicas de la Laguna Pastoría, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 36: 3-17.
- Allen**, R.G. y Robertson, D.R. 1998. Peces del Pacífico Oriental tropical. 2ª ed. CONABIO/Agrupación Sierra Madre/CEMEX. México. 327 p.
- Alongi**, D.M. 1998. Coastal Ecosystem Processes. CRC Press. Boca Ratón, USA. 419 p.
- Álvarez-Rubio**, B., F. Amézcu-Linares y A. Yáñez-Arancibia. 1986. Ecología y estructura de las comunidades de peces del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 13: 185-242.
- Álvarez-Rubio**, B, Amézcu-Linares, F y Álvarez-Rubio, M. 1990. Análisis de la diversidad, amplitud y traslape del nicho en la comunidad de peces del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, Nayarit, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 17 (1): 215-240.
- Álvarez-del Villar**, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Secretaría de Industria y Comercio, México D. F. 166 p.
- Amézcu-Linares**, F. 1972. Aportación al conocimiento de los peces del sistema de Agua Brava, Nayarit. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. México, D.F. 209 p.

- Amézcu-Linares, F.** 1977. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 4: 1-26.
- Amézcu-Linares, F., Álvarez-Rubio, M. y Yáñez-Arancibia, A.** 1987. Dinámica y estructura de la comunidad de peces en un sistema ecológico de manglares de la costa del Pacífico de México, Nayarit. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 14 (2): 221-248.
- Arceo-Carranza, D. y Vega-Cendejas, M. E.** 2009. Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatan peninsula. *Revista de Biología Tropical*. 57 (1-2): 89-103.
- Avilés-Torres, S., Schmitter-Soto J. J. y Barrientos-Medina, R. C.** 2001. Patrones espaciales de la riqueza de peces en lagunas costeras del sur de Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*. 11 (2): 141-148.
- Balart, E. F., Castro-Aguirre, J. L. y Torres-Orozco, R.** 1992. Ictiofauna de las bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR*. 7 (2): 91-103.
- Benítez-Valle, C., Ruíz-Velazco Arce, J. M., Peña-Messina, E., Blanco y Correa, M., López-Rivas, C., López-Lugo, P., Castañeda-Martínez, A.** 2007. Diversidad y abundancia de la comunidad de peces del estero "El Custodio", municipio de Compostela, Nayarit, México. *Revista electrónica de Veterinaria*. 8 (5): 050715.
- Brower, J.E. y Zar, J. H.** 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown, Dubuque, Iowa. 194 p.
- Castro-Aguirre, J.L., M.J. Parra-Alcocer y F. de Lachica-Bonilla.** 1977. Los peces de las lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca y sus relaciones con la

temperatura y salinidad. Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía., Guaymas, Sonora, México (1974): 148-161.

**Castro-Aguirre**, J. L. 1982. Los peces de laguna Oriental y Occidental, Oaxaca, México y sus relaciones con la temperatura y salinidad. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México. 26: 85-100.

**Castro-Aguirre**, J. L., Espinosa-Pérez, H. S. y Schmitter-Soto, J.J. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. IPN /LIMUSA, México, D.F. 711 p.

**Cervantes-Zamora**, Y. 1990. Provincias fisiográficas de México. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Escala 1:4,000,000.

**Chan-González**, R. 1980. Composición y abundancia de la ictiofauna del estero de “El Verde”, Sinaloa. Tesis profesional. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur. 71 p.

**Chávez**, E. A. 1972. Notas acerca de la ictiofauna del río Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía. México. 177-199.

**Chávez**, E. A. 1979. Análisis de la comunidad de una laguna costera en la costa suroccidental de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 6:15-44.

**Chávez-López**, R., Rocha-Ramírez, A. y Ramírez-Rojas, A. 2005. Cambios en los ensamblajes de peces del sistema lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz, México. *Revista Digital Universitaria*. 6 (8):19 p.

**CONABIO**. 1998. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Climas. Escala 1:1,000,000.

- Contreras**, F. 1988. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, México, D.F. 263 p.
- Contreras-Espinosa**, F., García-Nagaya, A., Castañeda-López, O., Pérez G. M. A. 1993. Los ecosistemas costeros del estado de Chiapas. Laboratorio de Ecosistemas Costeros. UAM-I. México, D.F. 31 p.
- Contreras-Espinosa**, F. 2010. Ecosistemas costeros mexicanos, una actualización. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 514 p.
- Cowley**, P. D. y Whitfield, A. K. 2001. Ichthyofaunal characteristics of a typical temporarily open/closed estuary on the south east coast of South África. *Ichthyological Bulletin*. 71: 1-17.
- Darnell**, R. M. 1962. Fishes of the Rio Tamesi and related coastal lagoons in east central Mexico. Publications of the Institute of Marine Sciences-University of Texas No. 8: 299-365.
- Day**, J. H. 1951. The ecology of South African estuaries. Part 1. A review of estuarine conditions in general. *Transactions of the Royal Society of South Africa*. 33: 53-91.
- Day**, J. W. & A. Yáñez-Arancibia. 1985. "Coastal lagoons and estuaries as an environment for nekton". In: Yáñez-Arancibia A (Ed.). *Fish Community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 654 p.
- De la Cruz-Agüero**, J. y Cota-Gómez, V. M. 1998. Ictiofauna de la laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México: Nuevos registros y ampliaciones de ámbito. *Ciencias Marinas*. 24 (3): 353-358.
- De la Lanza-Espino**, G. y Cáceres-Martínez, C. 1994. Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 525 p.

- Díaz-Ruiz, S., Pérez-Hernández, M. A. y Aguirre-León, A.** 2003. Characterization of fish assemblages in a tropical coastal lagoon in the north west Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas*. 29 (4B): 631-644.
- Díaz-Ruiz, S., Aguirre-León, A. y Cano-Quiroga, E.** 2006. Evaluación ecológica de las comunidades de peces en dos sistemas lagunares estuarinos del sur de Chiapas, México. *Hidrobiológica*.16: 197-210.
- Elliott, M. y McLlusky, D.** 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal Shelf Science*. 55: 815-827.
- Eschmeyer, W. N. y Fricke, R. (Eds.).** 2016. Catalog of fishes. California Academy of Sciences. <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. (Consulta: 15 octubre 2015).
- Espinosa, H.** 1993. Riqueza y diversidad de peces. *Ciencias*. 7: 77-84.
- Espinosa, H., Fuentes, P., Gaspar-Dillanes, M. T. y Arenas V.** 1993. Notes on diversity of Mexican Ichthyofauna. In Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. y Fa, A. (Eds.). Biological diversity of México. Oxford University Press, New York, USA. 229-251 pp.
- Espinosa, H.** 2014. Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 450-459.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V. H.** 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental, vols. II y III. FAO, Roma. 647-1813.
- Flores-Ortega, J. R., González-Sansón, G., Aguillar-Betancourt, C., Kosonoy-Aceves, D., Venegas-Muñoz, A., Lucano-Ramírez, G. y Ruíz-Ramírez, S.** 2015. Hábitos alimentarios de los jóvenes de *Centropomus robalito*

(Centropomidae: Actinopterygii) en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*. 63 (4): 1071-1081.

**Fraser**, T. H. 1997. Abundance, seasonality, community indices, trends and relationships with physicochemical factors of trawled fish in upper Charlotte Harbor, Florida. *Bulletin of Marine Science*. 60: 739-763.

**Fondriest**. 2016. Conductivity, Salinity and Total Dissolved Solids. Fundamentals of environmental measurements. <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds>. Consulta (06 Junio 2016).

**García-Morales**, C. 2007. Actividad pesquera en el sistema lagunar costero Chantuto-Panzacola, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Chiapas, México. 70 p.

**Grijalva-Chon**, J. M., Núñez-Quevedo, S. y Castro-Longoria, R. 1996. Ictiofauna de la Laguna Costera La Cruz, Sonora, México. *Ciencias Marinas*. 22 (2): 129-150.

**Gómez-González**, A. E. 2010. Comunidad de peces del sistema Chantuto-Panzacola, Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 78 p.

**Gómez-González**, A. E., Velázquez-Velázquez, E., Rodiles-Hernández, R., González-Díaz, A. A., González-Acosta, A. F. y Castro-Aguirre, J. L. 2012. Lista sistemática de la ictiofauna en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 674-686.

**González-Sansón**, G., Aguilar-Betancourt, C., Kosonoy-Aceves, D., Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S., Flores-Ortega, J. R., Hinojosa-Larios, Á., de

- Asís Silva-Bátiz, F. 2014. Composición por especies y tallas de los peces en la laguna Barra de Navidad, Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 62 (1): 129-144.
- González-Solís**, A. y Torruco, D. 2013. Fish assemblage structure in relation to environmental conditions in a tropical estuary. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 48 (3): 553-563.
- Hammer**, Ø., Harper, D. A. y Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*. 4 (1): 9 p.
- INEGI**. 2000. Conjunto de datos vectoriales edafológicos, Escala 1:250,000 Serie I. Continuo nacional. Escala 1:250,000.
- James**, N. C., Cowley, P. D., Whitfield, A. K. y Lambert, S. J., 2007, Fish communities in temporarily open/closed estuaries from the warm- and cool-temperate regions of South Africa: A review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 17: 565–580.
- Laguna-Caballero**, H., 2009. Joaquín Amaro: Un pueblo singular de la costa de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas. 283 p.
- Lankford**, R.R. 1977. Coastal lagoons of México: their origin and classification. In: Wiley, M. (Ed.). *Estuarine processes* Academic Press Inc. Volume II, 182-215 pp.
- López-Ortega**, M., Pulido-Flores, G., Serrano-Solís, A., Gaytán-Oyarzún, J.C., Monks-Sheets, W. S. y López-Jiménez, M. A. 2012. Evaluación estacional de las variables fisicoquímicas del agua de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12 (3): 713:719.
- López-Vila**, M. J. 2010. El descarte en la pesca del camarón en un sistema lagunar de la Reserva de la biosfera “La Encrucijada”, Chiapas, México. Tesis de

Licenciatura, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Chiapas, México. 64 p.

**Lucano-Ramírez, G., Ruíz-Ramírez, S., Aguilar-Palomino, B. y Rojo-Vázquez, J. A.** 2001. Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y Mar*. 15: 13-20.

**McHugh, J. L.** 1967. Estuarine nekton. In: Lauff, G. H. (Ed.). *Estuaries*. Am. Assoc. Advancement Science. Washington D.C. 581-620 pp.

**Márquez, A. Z., Calva-Benítez, L. G. y Pérez-Rojas, A.** 2006. Consideraciones batimétricas del sistema lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas, México. *Hidrobiológica*. 16 (2): 121-126.

**Mendoza, E., Castillo-Rivera, M., Zárate-Hernández, R. y Ortiz-Burgos, S.** 2009. Seasonal variations in the diversity, abundance, and composition of species in an estuarine fish community in the Tropical Eastern Pacific, Mexico. *Ichthyological Research*. 56: 330–339.

**Miller, R. R., Minckley W. L. y Norris S. M.** 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. The University of Chicago Press, Illinois. 490 p.

**Nelson, J. S.** 2006. *Fishes of the world*, 4ta.edición. Wiley, Nueva York. 624 p.

**Oczkowski, A. J. y Nixox, S. W.** 2010. Lagoons of the Nile Delta. In: Kennish, M. J. y Pearl, H. W. (Eds). *Coastal Lagoons, Critical Habitats of Environmental Change*. CRC Marine Science. 539 p.

**Palacios-Sánchez, S. E. y Vega-Cendejas, M. E.** Ensamblajes de peces como indicadores de cambios ambientales. In: Durán-García, R. y Méndez-González, M. (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. Mérida, Yuc. 496 p.

- Peralta-Meixueiro**, M. A. y Vega-Cendejas, M. E. 2011. Spatial and temporal structure of fish assemblages in a hyperhaline coastal system: Ría Lagartos, Mexico. *Neotropical Ichthyology*. 9 (3): 673-682
- Pritchard**, D.W. 1967, "What is an estuary?. Physical viewpoint", In: G.H. Lauff (Ed.). Estuaries. American Association for the Advancement of Science Publication. 3-5 pp.
- Reséndez**, M. A. 1979. Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras del Golfo de México y Mar Caribe, entre 1966 y 1978. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*. 50 (1): 633-646.
- Rico**, M. R. 2000. La salinidad y la distribución espacial de la ictiofauna en el estuario del Río de la Plata. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina. 76 p.
- Rojas-García**, J. y R. M. Vidal-Rodríguez. 2008. Catálogo tipológico de humedales lacustres y costeros del estado de Chiapas. PRONATURA/SEMARNAT, México, D.F. 304 p.
- Rosales-Casián**, J. A. 1996. Ictiofauna de la Bahía de San Quintín, Baja California, México y su costa adyacente. *Ciencias Marinas*. 22 (4): 443-458.
- Ruíz-Marín**, A., Canedo-López, Y., Campos-García, S., Zavala-Loria, J., Elvira-Antonio, N. y Sabido-Pérez, M. 2011. Hydrology and Pollution in Coastal Zone of Carmen City: Relationship with Effluents of Urban Areas. *International Journal of Environmental Protection*. 1 (5): 34-40.
- Sanay-González**, R., Monreal-Gómez, M. A. y Salas de León, D. A. 2006. Simulación de la circulación en el sistema lagunar Chacahua-Pastoría, Oaxaca, México. *Ciencias y Mar*. 29: 3-16.
- Sánchez-Santillán**, N., de la Lanza-Espino, G. y Sánchez- Trejo, R. 2012. Análisis de la climatología dinámica en el NE de la península de Yucatán, México.

In: Sánchez, A. J. Chiappa-Carrara, X. y Brito-Pérez, R. (Eds.). Recursos acuáticos costeros del sureste. RECORECOS. 29-55 pp.

**Sandoval-Huerta**, E. R., Madrigal-Guridi, X., Escalera-Vázquez, L. H., Medina-Nava, M. y Domínguez-Domínguez, O. 2014. Estructura de la comunidad de peces en cuatro estuarios del Pacífico mexicano central. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 1184-1196.

**Santamaría-Damián**, S. 2013. Caracterización estructural y cambios en la cobertura del manglar en el sistema lagunar Los Patos-Sólo Dios en la Costa de Chiapas. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Tapachula, Chiapas, México. 114 p.

**Schifino**, L. C., Fialho, C. B. & Verani, J. R. 2004. Fish Community Composition, Seasonality and Abundance in Fortaleza Lake, Cidreira. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 47 (5): 755-763.

**Stein**, W., Smith, P. W. y Smith, G. 2014. The Cast Net: an overlooked sampling gear. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management and Ecosystem Science*. 6: 12-19.

**Stenseth**, N., Ottersen, G., Hurrell, J., Sik, K. y Lima, M. (2002). Ecological effects of climate fluctuations. *Science*. 297: 1292-1296.

**Stevens**, P. W. 2006. Sampling fish communities in saltmarsh impoundments in the Northern Indian River Lagoon, Florida: Cast Net and Culvert Trap gear testing. *Florida Scientist*. 69 (2): 135-147.

**Tapia-García**, M., Suárez-Núñez, C., Cerdaneres L. de Guevara, G., Macuitl-Montes, M.C. y García-Abad, M. C. 1998. Composición y distribución de la ictiofauna en la laguna del Mar Muerto, Pacífico Mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 46: 277-284.

- Tapia-García, M. y B. Gutiérrez-Díaz.** 1998. Recursos pesqueros de los estados de Oaxaca y Chiapas. In: Tapia-García, M. (Ed.). El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 149-162.
- ter Braak, C.J.F. y Verdonschot, P.F.M.** 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences*. 57 (3): 255-289.
- Torres-Orozco, R. E. y J. L. Castro-Aguirre.** 1992. Registros nuevos de peces tropicales en el Complejo Lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*. 63 (2): 281-286.
- Torres-Orozco, R.** 1994. Los peces. In: De la Lanza, E. G. y Cáceres-Martínez, C. (Eds.). Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 269-304 pp.
- Tovilla-Hernández, C., Rojas-García, J. y Vázquez-Lule, A. D.** 2009. Caracterización del sitio de manglar Los Patos–Solo Dios. In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. 18 p.
- Tovilla-Hernández, C. y Romero-Berny, E. I.** 2012. Diagnóstico estructural de los manglares de Chiapas y Oaxaca. In: Sánchez, A. J., Chiappa-Carrara, X. y Brito-Pérez, R. (Eds.). Recursos acuáticos costeros del sureste. RECORECOS. 257-279 pp.
- Vega-Cendejas, M.E.** 2004. Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera Celestún, Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad. *Anales del Instituto de Biología*. 75 (1): 193 - 206.

- Velázquez-Muñoz**, F. A., Martínez, J. A., Chavanne, C., Durazo, R. y Flament, P. 2011. Circulación costera forzada por el viento en el golfo de Tehuantepec, México. *Ciencias Marinas*. 37 (4A): 443-456.
- Velázquez-Velázquez**, E., y Vega Cendejas, M. E. 2004. Los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. *Biodiversitas*. 57: 12-15.
- Velázquez-Velázquez**, E., García-Morales, C. y Rivera-Velázquez, G. 2006. Caracterización de la pesca en un sistema estuarino de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. Memorias del III Foro Científico de Pesca Ribereña. Puerto Vallarta, Jalisco, México. 113-114.
- Velázquez-Velázquez**, E., Gómez-González, A. E., Vega-Cendejas, M. E., Rivera-Velázquez, G. y Domínguez-Cisneros, S. E. 2007. Peces del sistema estuarino Carretas-Pereyra, Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas. *Lacandonia*. 1: 45-54.
- Velázquez-Velázquez**, E., Vega-Cendejas, M. E. y Navarro-Alberto, J. 2008. Spatial and temporal variation of fish assemblages in a coastal lagoon of the Biosphere Reserve La Encrucijada, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*. 56: 557-574.
- Whitfield**, A. K. 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 9: 151-186.
- Wilkinson** T., Wiken, E., Bezaury-Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L., y Padilla, M. 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 200 p.
- Yáñez-Arancibia**, A. 1977. Ecología trofodinámica de *Dormitator latifrons* (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacífico de México. (Pisces:

Eleotridae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. 4: 125-140.

**Yáñez-Arancibia**, A. 1978a. Ecology in the inlet of Puerto Real, Términos Lagoon. Discussion on trophic structure of fish communities in banks of *Thalassia testudinum*. En: P. Lasserre, H. Postman, J. Costlow y M. Steyaert (eds.) Coastal Lagoon Research: Present and Future. UNESCO Technical Paper of Marine Science 33: 191-232.

**Yáñez-Arancibia**, A. 1978b. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* (Publ. Esp. 2): 1-306.

**Yáñez-Arancibia**, A., Lara-Domínguez, L., Aguirre-León, A, Díaz-Ruiz, S, Amezcua, F., Flores, D., & Chavance, P. 1985. Ecología de las poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.). Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 311-365 pp.

## ANEXO I

Número de catálogo de los especímenes del sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios, Chiapas, México, depositados en la colección ictiológica (CHIS-PEC-210-03-09) del Museo de Zoología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (# MZ- P-UNICACH). Especies por orden alfabético:

**Achirusmazatlanus:** 6115, 6126, 6168, 6170, 6780, 6785;  
**Amphilopustrimaculatum:** 5774, 5787, 5794, 5853, 5860, 6059, 6164;  
**Anablepsdowei:** 5793, 5891, 6066, 6990; **Anchoaischana:** 6161; **Anchoalucida:** 5898; **Anchoamundeola:** 5803, 5852, 5859, 5886, 6173, 6177, 6774;  
**Anchoastarksi:** 6232; **Anchoviamacrolepidota:** 6114, 6771, 6773, 6939;  
**Astatherosmacracanthus:** 5776, 5780, 5785, 5796, 5850, 5896, 6057, 6172;  
**Astyanaxaeneus:** 5777, 6795; **Atherinellaguatemalensis:** 5858, 5871, 5892, 6068, 6779, 6989; **Atractosteustropicus:** 5789, 6800; **Caranxcaninus:** 6128;  
**Cathoropsliropus:** 5849, 5875, 6163; **Cathoropssteindachneri:** 5851, 5874, 6165; **Centropomusnigrescens:** 5846, 5897, 6069; **Centropomusrobalito:** 5775, 5795, 5847, 5857, 5869, 5895, 6063, 6174, 6176; **Centropomusviridis:** 5879;  
**Dactyloscopusamnis:** 6810; **Diapterusbrevirostris:** 6116, 6129, 6184, 6775, 6783; **Dormitatorlatifrons:** 5790, 5887, 6065, 6112, 6782, 6788, 6798;  
**Eleotrispicta:** 5873, 6166; **Erotelisarmiger:** 5877; **Eucinostomuscurreni:** 5801, 6064, 6778; **Eugerreslineatus:** 5781; **Gerressimillimus:** 5870, 6113;  
**Gobiomorusmaculatus:** 5783, 5855, 5861, 6060, 6169, 6171, 6175;  
**Gobionellusmicrodon:** 6125, 6167, 6178, 6185, 6781, 6786, 6794; **Lilegracilis:** 5779, 5788, 5845, 6162, 6770, 6772; **Lutjanusargentiventris:** 5802;  
**Mugilcephalus:** 7109; **Mugilcurema:** 5800, 5899, 6067, 6131, 6182;  
**Oligoplitesaltus:** 6127, 6183; **Oligoplitesaurus:** 5854, 6186; **Poeciliabutleri:** 5784, 5797, 5893, 6061, 6789, 6797; **Poeciliasphenops:** 5876, 6058, 6062, 6787, 6791, 6799; **Poeciliopsisfasciata:** 6790, 6793; **Poeciliopsispleurospilus:** 5888, 6769, 6777, 6792, 6988; **Poeciliopsisisturrubarensis:** 5786, 5872, 5890, 6776, 6991; **Sciadesguatemalensis:** 5848, 5889, 6962; **Sciadesseemanni:** 5782, 6134.

## ANEXO II

Tabla presencia-ausencia de las especies colectadas en el sistema lagunar-estuarino Los Patos-Solo Dios. \* Pesquería Unión y Trabajo (0456209 – 1743665 UTM). Sitio únicamente muestreado para complementar la composición íctica.

Especies	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	*
<i>Atractosteus tropicus</i>									
<i>Anchoa lucida</i>									
<i>Anchoa mundeola</i>									
<i>Anchoa ischana</i>									
<i>Anchoa starksi</i>									
<i>Anchovia macrolepidota</i>									
<i>Lile gracilis</i>									
<i>Astyanax aeneus</i>									
<i>Sciades guatemalensis</i>									
<i>Sciades seemanni</i>									
<i>Cathorops liropus</i>									
<i>Cathorops steindachneri</i>									
<i>Mugil curema</i>									
<i>Mugil cephalus</i>									
<i>Atherinella guatemalensis</i>									
<i>Anableps dowei</i>									
<i>Poecilia butleri</i>									
<i>Poecilia sphenops</i>									
<i>Poeciliopsis fasciata</i>									
<i>Poeciliopsis pleurospilus</i>									
<i>Poeciliopsis turrubarensis</i>									
<i>Centropomus nigrescens</i>									
<i>Centropomus robalito</i>									
<i>Centropomus viridis</i>									
<i>Caranx caninus</i>									
<i>Oligoplites altus</i>									
<i>Oligoplites saurus</i>									
<i>Lutjanus argentiventris</i>									
<i>Diapterus brevirostris</i>									
<i>Eucinostomus currani</i>									
<i>Gerres simillimus</i>									
<i>Eugerres lineatus</i>									
<i>Astatheros macracanthus</i>									
<i>Amphilophus trimaculatum</i>									
<i>Dactyloscopus amnis</i>									
<i>Dormitator latifrons</i>									
<i>Eleotris picta</i>									
<i>Erotelis armiger</i>									
<i>Gobiomorus maculatus</i>									
<i>Gobionellus microdon</i>									
<i>Achirus mazatlanus</i>									