



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
CARRERA DE BIOLOGÍA

**BIOGEOGRAFÍA DE PECES ESTUARINOS DEL GOLFO DE
MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A
JESICA SABINA LÓPEZ LLANOS

JURADO DE EXAMEN

DIRECTOR: M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo
ASESORA: M. en C. Catalina Machuca Rodríguez
ASESOR: M. en C. Genaro Montaña Arias
SINODAL: M. en C. Guadalupe Bribiesca Escutia
SINODAL: Mtro. Carlos Alberto Santana Martínez



Ciudad de México, 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Este trabajo fue elaborado bajo la dirección de M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo en la Colección de peces “ Dr. Castro Aguirre” y bajo la asesoría de M. en C. Catalina Machuca Rodríguez en el Laboratorio 7 primer piso en la Unidad Multidisciplinaria de Investigación Experimental Zaragoza.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme tus puertas y cambiar mi perspectiva de la vida, por formarme no sólo intelectualmente sino humanamente.

Agradezco al Profesor Ernesto Mendoza Vallejo, no sólo por ser mi Asesor de Tesis, sino por ser mi guía de la vida, por compartir todo su conocimiento, palabras de aliento, sus valores, paciencia y apoyo incondicional. Gracias gran amigo.

Agradezco a mis Asesores: Catalina Machuca, Guadalupe Bribiesca, Genaro Montaña y Carlos santana, por su tiempo y dedicación.

Agradezco a mis padres Rosario Llanos y Moisés López, sin ellos estos no hubiera sido posible, por ser mi motor, mi guía, darme su amor incondicional, aceptarme como soy y por recorrer esta travesía conmigo, siempre dándome aliento.

Agradezco a mis tías Cecilia López y Graciela Llanos por ser mi inspiración, por la orientación y sobre todo el apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

Agradezco a CI BENITO JUÁREZ, que ha sido parte muy importante en mi desarrollo Profesional, siendo un gran equipo de trabajo y estar redeada de personas brillantes que compartimos una meta en común: Volver nuestros sueños realidad.

Agradezco a mis amigos que se quedaron conmigo hasta este punto, y que hicieron que este camino fuera más agradable.

Agradezco a mis amigos de la vida: Isa y Anival, que siempre han estado conmigo en las buenas y malas a pesar de la distancia, por ser tan leales y por tanto cariño.

Agradezco a Paola y Michelle, por todo el cariño y apoyo incondicional, me volvieron parte de su familia y son la calma en medio del desastre.

DEDICATORIA

Este logro está dedicado a mis padres Moisés y Rosario, y a mis abuelitos Miguel, Aurora, Ramón y Rafaela, ustedes me formaron y dieron todas las herramientas para nunca darme por vencida y convertir cada uno de mis sueños en metas que poco a poco se están cumpliendo.

Michelle, ¡Se logró! Y tú fuiste parte de esto,
Hemos crecido juntas y lo seguiremos haciendo.
Tú amistad es irremplazable

Siempre habrá vasos vacíos, oh
Con agua de la ciudad
La nuestra es agua de río
Mezclada con mar,
Levanta los brazos mujer
Y ponte esta noche a bailar
Que la nuestra es agua de río
Mezclada con mar.

(Gabriel Julio Fernández Capello)

Índice

Resumen.....	8
Introducción.....	9
Antecedentes.....	11
Marco teórico.....	12
• Biogeografía y sus enfoques.....	12
• Biogeografía marina.....	13
• Lagunas Costeras.....	15
• Lagunas costeras del Golfo de México.....	16
• Diversidad.....	18
Justificación.....	20
Hipótesis.....	21
Objetivos.....	21
Área de estudio.....	22
Metodología.....	26
Resultados.....	28
Análisis y discusión de resultados.....	54
Conclusión.....	58
Referencias.....	59
Anexo.....	62

Índice de Tablas

Tabla 1. Número total de ordenes, familias géneros y especies correspondiente a todos los sistemas lagunar-estuarinos del presente estudio.....	28
Tabla 2. Especies más compartidas entre los sistemas lagunar-estuarino en estudio y su distribución endémica del Atlántico Occidental.....	45
Tabla 3. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino La Mancha, Veracruz.....	46
Tabla 4. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino Pueblo Viejo, Veracruz.....	47
Tabla 5. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz.....	48
Tabla 6. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino de Términos, Campeche.....	49
Tabla 7. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino de Pom-Atasta, Campeche.....	50
Tabla 8. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino de Candelaria-Panlau, Campeche.....	51
Tabla 9. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino de Laguna Grande, Veracruz.....	51

Índice de figuras y gráficas

Figura 1. Provincias Zoogeográficas de la Región del Atlántico Occidental (Briggs, 1974). (Mapa editado de Google Earth, 2022).....	22
Figura 2. Dendrograma.....	52
Gráfica 1. Gráfica ternaria.....	53

Resumen

Se presenta un análisis biogeográfico de la ictiofauna de ocho lagunas costeras del Golfo de México: Pueblo Viejo, La Mancha, Laguna Grande y Tampamachoco, Ver., Laguna de Términos, Pom-Atasta y Candelaria–Panlau, Camp., y Mecoacán, Tab., por medio de un análisis de asociación bajo el concepto de diversidad beta. La recopilación bibliográfica de los listados taxonómicos de las especies ícticas comprende los años 1990 a 2018, habiéndose registrado un total de 183 especies, incluidas en 115 géneros y 50 familias. Suman 21 las especies mayormente compartidas entre los sistemas lagunar-estuarinos; siendo todas exclusivas de Atlántico Occidental, y forman parte de las familias Dasyatidae, Clupeidae, Engraulidae, Ariidae, Batrachoididae, Centropomidae, Carangidae, Lutjanidae, Gerreidae, Paralichthyidae, Sparidae y Achiridae. (Castro-Aguirre, *et al.*, 1999). Especies como *Opsanus beta* y *Oligoplites saurus* presentan una distribución anfiamericana, atribuible a los procesos de vicarianza en el surgimiento del Istmo de Panamá.

Se atribuye la heterogeneidad de los ensamblados ictiofaunísticos, como una consecuencia del último evento de glaciación que concluyó hace 10, 000 años, y que permitió la expansión de la zona templada, permitiendo que sus especies ícticas adaptarán a climas más cálidos. El análisis del grado de asociación (fenética), bajo la conceptualización de la diversidad beta, muestra un gradiente latitudinal entre las provincias Carolineana y Caribeña, donde la mayoría de los sistemas lagunares se agrupa en la zona tropical, disminuyendo la asociación con aquellas lagunas estuarinas

cercanas a la zona templada, debido a la existencia de un mayor número de especies con distribución disyunta.

Introducción

La diversidad biológica es el resultado de la historia evolutiva y biogeográfica de las especies. Razón por la que, la composición de la calidad y abundancia de las especies de los ensamblados ícticos puede variar en los ecosistemas lagunar estuarinos del litoral del Golfo de México. A lo largo de la historia evolutiva de la Tierra se han presentado factores bióticos y abióticos que han contribuido a la diversidad. Por ejemplo, los cambios climáticos ocurridos en los últimos 3 millones de años, consecuencia del periodo glacial presente en las épocas del Pleistoceno–Holoceno, tuvieron un efecto directo sobre la distribución de la biota actual (Lomolino et al., 2006). Sin embargo, aspectos relacionados con la biogeografía histórica de la ictiofauna de lagunas costeras del litoral mexicano, aún se encuentran poco documentados, por lo que, resulta fundamental llevar a cabo el estudio de los patrones biogeográficos prevalecientes en las taxocenosis íctica de estos sistemas litorales.

Las lagunas costeras representan ecotonos reconocidos como hábitat de crianza, alimentación, crecimiento y refugio de diversas especies de peces marinos que residen, en alguna fase de su ciclo de vida temporal o permanentemente, en estos sistemas salobres (Ayala et al., 2015). Bajo el enfoque de la biogeografía dispersionista, las poblaciones ícticas de los sistemas lagunar-estuarinos del litoral marino, son ubicadas en mapas de distribución regional o mundial, donde pareciera que las poblaciones son estáticas en tiempo y espacio. Sin embargo, las poblaciones representan grupos de

especímenes dinámicos, no estáticos, donde los procesos de dispersión, vicarianza y adaptativo, son continuos e influyen directamente en la formación de nuevas especies.

Una forma de analizar la variación en la composición de los ensamblados, y con ello la similitud o disimilitud de los sistemas lagunar estuarinos, es a través del concepto de diversidad beta, que permite reconocer el grado de asociación, atendiendo a la composición de la calidad de los ensamblados particulares a cada sistema (Legendre et al., 2005). Bajo este concepto, se presenta un análisis del grado de asociación de ocho lagunas costeras del Golfo de México, que forman parte de las provincias Carolineana y Caribe: Pueblo Viejo, Tampamachoco, Laguna Grande, La Mancha en el estado de Veracruz; Mecoacán, Tabasco; Sistema de Laguna de Términos, Candelaria–Panlau y Pom–Atasta en el estado de Campeche, donde se observa un gradiente latitudinal entre las provincias Carolineana y la Caribe, agrupándose la mayoría de los sistemas lagunar-estuarinos en la zona tropical, y disminuyendo la asociación con aquellas lagunas estuarinas cercanas a la zona templada, debido a la existencia de un mayor número de especies con distribución disyunta.

Antecedentes

El estudio de la Biogeografía Marina comienza con el mapa que detalla de distribución de la vida marina, elaborado por Edward Forbes y publicado en “The Physical Atlas of Natural Phenomena” por Alexander K. Johnston (1856). Respecto a los peces marinos, el tratado *The Study of Fishes*, elaborado Gunther (1880), es reconocido como el primero en proponer una clasificación de los peces desde la perspectiva ecológica y biogeográfica. Ekman (1935) resaltó, en su tratado *Zoogeography of the Sea*, factores importantes que influyen en la distribución de peces. Estas dos publicaciones fueron la base en el planteamiento de los factores que influyen en distribución geográfica de este grupo de vertebrados. La importancia del tratado propuesto por Briggs (1974), *Marine Zoogeography*, es el reconocimiento de los ecosistemas marinos como parte fundamental en la distribución de los peces, y está basado principalmente en las escuelas filosóficas del dispersalismo y vicarianza, y en él, propone una zonificación delimitando las regiones y provincias biogeográficas con base en la temperatura superficial de los océanos.

En cuanto a la ictiofauna marina mexicana, y en particular aquella referida a los sistemas lagunar-estuarinos de los litorales mexicanos, diferentes autores han contribuido al conocimiento de su origen y distribución, siendo Castro–Aguirre, *et al.*, (1999), en su publicación *Ictiofauna Estuarino Lagunar y vicaria de México*, uno de los trabajos más representativos, al compilar estudios de diversos y reconocidos ictiólogos mexicanos principalmente, y presentándolos en forma de listados ictiofaunísticos. Su propio análisis permite obtener una visión acerca de la diversidad de especies en estos ecosistemas y

la formulación de hipótesis acerca del origen de la ictiofauna mexicana, complementada como de los factores que influyen en su distribución actual.

Marco teórico

Biogeografía y sus enfoques

La biogeografía es una disciplina cuyo objetivo central de estudio son el reconocimiento de los patrones de distribución de los organismos y las causas que los originados (Golikov, *et al.*, 1990). Para explicar dichos patrones se tienen dos enfoques, el primero, corresponde a la biogeografía histórica, que abarca el estudio de las causas a través del tiempo relacionando la distribución actual de los organismos y los cambios geológicos (este enfoque se basa en tres conceptos clave, i) dispersión: caminos que recorrieron los organismos de cierto taxón para alcanzar su distribución actual a partir de su centro de origen; ii) panbiogeografía: Consiste en trazar trazos individuales que hacen referencia al lugar en el espacio donde ocurre la evolución de un taxón y al superponerlos se delinea un trazo generalizado, el cual indica una biota ancestral ampliamente distribuida en el pasado y fragmentada por eventos geológicos; e iii) cladística: realización de cladogramas de áreas. El segundo enfoque explica los patrones de distribución actual de los organismos a partir de los aspectos ecológicos, es decir, que busca los factores ambientales influyentes (Morrone, 2013).

Biogeografía marina

La Biogeografía marina es una ciencia interdisciplinaria y sustentada por teorías evolutivas, ecológicas, oceanográficas, geológicas, entre otras áreas de estudio (Castro-Aguirre, *et al.*, 1999). Desde el punto de vista biogeográfico los peces marinos se consideran medianamente adecuados para delimitar regiones ictiofaunísticas, debido al comportamiento que presentan algunas de sus especies, en particular los peces vicarios. Lo contrario sucede con la ictiofauna exclusivamente dulceacuícolas, donde es posible reconocer más concretamente regiones biogeográficas.

Las escuelas filosóficas en general manejan tres conceptos: Centros de origen, dispersión y vicarianza, que sustenta la idea de que la distribución actual de las especies, es resultado de la subdivisión de la biota ancestral dada por diferentes eventos históricos que provocaron estos eventos (Castro-Aguirre, *op cit.*): i) vicarianza, que origina alopatría, provocando eventos de especiación al fragmentar poblaciones; ii) dispersionismo, que origina simpátria, permitiendo la existencia de cierto grado de interacción entre especies, ocasionando competencia y eventos de extinción.

Actualmente en función de la temperatura de los océanos y mares, se reconocen regiones biogeográficas, como las regiones, tropical y la templado cálido (Briggs, 2011, *In: Castro-Aguirre, op cit.*), existiendo una estrecha relación entre ellas y las provincias que las componen. Factores como número de endemismos, batimetría, hidrografía y productividad, entre otros, son considerados en la delimitación de las regiones biogeográficas de peces marinos. Cuatro son las regiones reconocidas a nivel mundial y se presentan a continuación en orden de presencia de mayor a menor biodiversidad: 1)

Pacífico Indo–Occidental; 2) Atlántico Occidental; 3) Pacífico Oriental; y 4) Atlántico Oriental. Los límites de las provincias correspondientes a cada una de las regiones, fueron propuestas en relación a la temperatura superficial como indicador de cada región biogeográfica:

Menos de 0 a 5°C – Polar

Desde 5° a 10°C – Subpolar

Desde 10° a 25°C – Templado

Desde 15° a 30°C – Subtropical

Desde 25° a 30°C- Tropical

(Briggs, 1974; *In*: Castro-Aguirre, *et al.*, 1999).

Los sistemas lagunar-estuarinos del presente estudio, pertenece al Golfo de México, por lo que, forman parte de la Región del Atlántico Occidental, que, a su vez, se divide en dos provincias, la Carolineana, característica por presentar un clima templado–cálido, y la Caribeana cuyo clima tropical-subtropical es predominante (Briggs, 1974, *In*: Castro-Aguirre, *et al.*, 1999).

En el presente estudio deberá ser considerado dentro los patrones de distribución de la ictiofauna, factores como el comportamiento de los peces en la columna de agua a lo largo de su ontogenia, así como su grado de presencia y ausencia (reemplazo de especies ícticas) lo largo de las temporadas, nortes, secas y lluvias, dentro del ciclo anual. Por lo que, la migración, en muchas de las especies de peces, se refiere a los movimientos periódicos de su ontogenia, que puede ser atribuible a procesos reproductivos, de búsqueda de alimento y de condiciones climáticas adecuadas. Se

reconocen tres categorías para los procesos migratorios: i) potadrómos, especies cuyos movimientos migratorios se realizan exclusivamente entre ambientes dulceacuícolas; ii) oceanódromos, especies cuyos movimientos migratorios se realizan exclusivamente en océanos y mares; e iii) diádromos, donde los movimientos migratorios de las especies se realizan entre los ambientes marinos y el dulceacuícolas. En esta última categoría se identifican tres tipos de diadromía: a) anádromos: especies ícticas que se desplazan, con fines reproductivos, del ambiente marino al dulceacuícola; b) catádromos: especies ícticas que se desplazan, con fines reproductivos del dulceacuícola hacia el marino; y c) anfídromos: especies ícticas que se desplazan indistintamente entre los ambientes marino y dulceacuícola, principalmente con fines alimenticios.

Lagunas costeras

Lankford (1977) definió, desde el punto de vista geomorfológico, a las lagunas costeras como depresiones en la costa por debajo del promedio máximo de las mareas más altas, separadas del mar por algún tipo de barrera, siendo esta comunicación con el mar permanente o efímera. Estos ecosistemas son considerados como ecotonos costeros con características ambientales muy particulares (Flores, *et al.*, 2007); siendo altamente susceptibles a factores temporales como: ciclos mareales, temporadas del año, como patrones de lluvias, sequías, vientos y variación de la descarga del flujo de ríos, así como diversos eventos meteorológicos (Díaz, *et al.*, 2017), que provocan variación en la estructura y composición de las taxocenosis de peces dentro del sistema lagunar-estuarino.

Una de las consecuencias de la influencia predominante de los factores físicos ambientales sobre este tipo de ecosistemas, resulta en su inestabilidad, a pesar de la importancia ecológica de las lagunas costeras tropicales en cuanto a su alta productividad, debido a las perturbaciones externas se registran valores de bajos referidos a los índices de diversidad alfa (Contreras & Castañeda, 2004; Ayala, *et al.*, 2015).

Lagunas costeras del Golfo de México

El Golfo de México geográficamente se ubica en una región de transición entre los climas tropical y subtropical, entre los 18° y 30° N, y 82° y 98° W. Geomorfológicamente es una cuenca semicerrada que por el estrecho de Florida está comunicada con el Océano Atlántico, y por el canal de Yucatán con el Mar Caribe. Su batimetría varía considerablemente, alcanzando profundidades cercanas a los cuatro kilómetros en su porción central. En su porción occidental, de norte a sur, está conformado por una extensión de 1,300 km, mientras que las zonas central y oriental promedian en 900 km, aprox. (Martínez & Perés, 1997).

Latitudinalmente, el litoral del mexicano del golfo de México se encuentra en la región tropical, por lo que, su ciclo climático anual se caracteriza por presentar un período de secas en los meses de finales de febrero a mayo, de lluvias de junio a finales de septiembre, con presencia de depresiones tropicales, y otro que corresponde a los frentes fríos anticiclónicos (nortes) de octubre a febrero, principios de marzo (Beltrán y Rodríguez, 2012).

La compleja y dinámica combinación de procesos geológicos como el aporte de aguas epicontinentales que transportan sedimentos con elevadas concentraciones de

nutrientes disueltos o en suspensión, mezclas de aguas dulces y salinas, intensidad y fuerza mareal y corrientes, hacen del Golfo de México una de las zonas estuarinas más importantes de los mares del mundo (Phleger 1969, *In*: Botello, *et al.*, 2005), ya que más del 50% del litoral del golfo de México, se encuentran bordeados por bahías, estuarios y lagunas costeras. Son veinticuatro los sistemas lagunares-estuarinos más importantes que existen entre la frontera con Estados Unidos y Yucatán. Tamaulipas cuenta con el 41%, de esta superficie estuarino-lagunar (231,200 Ha); Veracruz, con el 19% (116,600 Ha); Tabasco, con el 3% (24,800 Ha) y Campeche, con el 37% (196,000 Ha) (Contreras y Zabalegui, 1988, *In*: Botello *op cit.*).

Por una ligera y menor variación de temperatura, las aguas costeras del Golfo de México y Mar Caribe son más estables y cálidas que aquellas del Pacífico Oriental Tropical mexicano. Las principales diferencias entre ambas vertientes se manifiestan durante el invierno, cuando el litoral oriental se registran temperaturas de entre 20 y 26 °C, con un intervalo de 22 y 26 °C, con dirección de incremento norte-sureste (Contreras & Castañeda, 2004), esto hace el supuesto de que los parámetros ambientales en las lagunas costeras son muy similares a lo largo del Golfo de México, pero el gradiente altitudinal y la historia geológica de cada una, las ubica con características propias, que se reflejan en la dinámica propia de las especies que integran los ensamblados de cada ecosistema lagunar.

Diversidad

En el ámbito de la ecología, la diversidad representa uno de los conceptos ampliamente utilizado en el estudio de las diversas subcomunidades (taxocenosis). Las variantes en su definición dependen del enfoque, entendiéndose de manera general como la variabilidad entre los organismos vivos, que comprende desde la diversidad dentro de la misma especie (genética), entre especies (poblaciones) y ecosistemas (comunidades) (Magurran, 2004, *In*: Sonco, 2013). La diversidad aplicada a comunidades y subcomunidades representa un importante parámetro, que, con base en la abundancia relativa y el grado de equitatividad y dominancia, representa la complejidad estructural de los ensamblados que forman parte de la comunidad de un ecosistema y es reconocida como diversidad alfa, o diversidad local (Solbrig 1991, *In*: Sonco, 2013). Whittaker (1972), separa en diferente escala espacial a la diversidad alfa como la riqueza de especies en una comunidad a nivel local, la diversidad beta como el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diversas comunidades o ensamblados en un paisaje, y la diversidad gamma en la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje (Moreno, 2001). Bajo un enfoque técnico, estos conceptos pueden parecer relativamente fáciles. Aun cuando resulta difícil establecer las escalas espaciales de cada uno de los componentes, resulta de gran utilidad distinguirlas, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, *et al.*, 2001). Las escalas se refieren a las dimensiones cuya delimitación permite comparar sistemas de acuerdo con la magnitud de sus diferencias, sean espacial o temporal. En ecología se ubican tres dimensiones: microescala o escala local, la mesoescala y la macro o mega

escala (Durán, *et al.*, 2002). En la definición anterior de los componentes del estudio de la diversidad, estos se relaciona a la estructura del “paisaje” siendo la mesoescala la dimensión de su estudio, escala que corresponde espacialmente a extensiones mayores a hectáreas, pero menores a miles de kilómetros; la estructura se puede definir mejor morfoedáfica y geomorfológica como la división (regionalización) de un territorio con un mismo tipo de relieve, estructura geológica, suelo, clima, vegetación y fauna relacionando el medio físico y biológico. La importancia de considerar la escala en un estudio ecológico, radica en que, la comprensión de un fenómeno ecológico no se puede analizar desde todas las dimensiones espaciales posibles y temporales al mismo tiempo, por lo cual al establecer una en específico permite un acercamiento más específico y completo de estos fenómenos con relación a la estructura del paisaje.

La diversidad beta se define como la variación o recambio de las especies entre sitios haciendo evidente que las variables ambientales asociadas a la diversidad alfa no corresponden en todo con aquellas ligadas a la diversidad beta, ya que, ésta última se relaciona con factores de espacio y tiempo, así como de heterogeneidad ambiental, y donde el recambio se mide por el grado de similitud y disimilitud, sea en sitios distintos al mismo tiempo, o en el mismo lugar, pero en tiempos distintos (Whittaker, 1975; Halffter *et al.*, 2001). Por lo que, tomando en cuenta la mesoescala, el recambio de especies en los ensamblados, sea por ganancia o pérdida de especies, se debe a factores como la existencia de filtros ambientales, interacciones bióticas, como la competencia, y eventos históricos (Leprieur, *et al.* 2011). La diversidad es representa un indicador del funcionamiento de los ecosistemas, al tratar de comprender la variación y remplazo dentro de los ensamblados y comprender las causas de éstos. Se reconoce que una elevada diversidad se debe a la estabilidad de los factores ambientales, mientras que

una baja diversidad es el reflejo de un ecosistema inestable, ya sea por sus propias características o resultado de perturbaciones externas (Contreras y Castañeda, 2001).

Debido a su importancia, surge la necesidad de poder cuantificar esta diversidad biológica, basada principalmente en el número de especies (riqueza), el número de individuos de cada especie (abundancia) y el grado de diferencia o igualdad entre las especies (disimilitud y similitud), mediante los índices de diversidad que tienen implícito el trasfondo ecológico, pero expresado en valores numéricos.

Justificación

Reconocer los patrones de distribución de las especies, las causas que los producen, y la variación en la composición de los ensamblados que conforman a una comunidad es el objetivo de la Biogeografía (Contreras y Castañeda, 2004). A pesar de la importancia de biogeográfica como base para el establecimiento de la biodiversidad, poca es la información existente relacionada con la biogeografía marina del litoral mexicano. Como una contribución en esta área del conocimiento, es presente trabajo pretende contribuir al reconocimiento en la a composición y el grado de recambio, que, a corto y largo plazo, se presenta en el ensamblado de peces vicarios de los sistemas lagunares costeros del litoral del Golfo de México, contribuyendo así al establecimiento de las bases para el desarrollo de estrategias en la conservación de la biodiversidad.

Hipótesis

Tomando en consideración las lagunas estuarinas tropicales que forman parte del litoral del Golfo de México y la historia biogeográfica de la ictiofauna estuarina vicaria que se encuentra en éstas, es posible discernir la existencia de un gradiente de cambio latitudinal en su composición ictiofaunística, donde se manifieste, a lo largo de éste, mayor presencia de especies de origen tropical y menor proporción de origen templado.

Objetivo General

Evaluar el gradiente de composición de ictiofaunística vicaria de los sistemas lagunar-estuarinos tropicales del litoral del Golfo de México.

Objetivos particulares

- Elaborar el listado taxonómico de las especies ícticas de ocho lagunas costeras del Golfo de México.
- Realizar la comparación de las lagunas costeras en función de las especies más compartidas y exclusivas de cada laguna.
- Estimar el grado de similitud de las lagunas costeras en estudio, aplicando un índice de asociación (Sørensen).
- Analizar la diversidad beta en base al dendrograma de asociación de los ensamblados de peces y la gráfica ternaria de acumulación de localidades.
- Analizar los patrones de distribución de la ictiofauna estuarina de las ocho lagunas en estudio.

Área de estudio



Fig. 1. Provincias Zoogeográficas de la Región del Atlántico Occidental (Briggs, 1974). (Mapa editado de Google Earth, 2022).

Las lagunas costeras en estudio se ubican en dos de las provincias biogeográficas de la Región del Atlántico Occidental que abarcan al Golfo de México: Pueblo Viejo, Veracruz, se localiza en la Provincia Carolineana, mientras que, Tampamachoco, Laguna Grande, La Mancha, Ver., Mecoacán, Tab., Laguna de Términos, Pom–Atasta y Candelaria–Panlau, Camp., se localizan en la Provincia Caribeña.

- **Provincia Carolineana de la costa norte, noreste y noroeste del Golfo de México.**

Esta Provincia se extiende desde la costa suroeste de Florida hasta Cabo Rojo en Tuxpan, Veracruz. El clima presente es el templado–cálido, donde se registran temperaturas de 10°C a 25°C en aguas superficiales (Briggs, 1974, *In*: Castro-Aguirre, *et al.*, 1999).

- **Provincia Caribe.**

Esta Provincia se extiende desde Cabo Rojo, en Tamiahua, Veracruz hasta el Noreste de Venezuela. El clima presente es tropical–subtropical, con temperaturas de 15°C a 30°C en aguas superficiales (Briggs, 1974, *In: Castro-Aguirre, op cit.*).

- **Laguna de Pueblo Viejo**

Se localiza en la parte norte del estado de Veracruz, entre los 22° 05' y 22° 13' N y los 97° 50' y 97° 57' W, cerca del límite propuesto en Cabo Rojo, Veracruz, entre las provincias Caribea y Lineana. En su porción noreste, existe un canal que comunica con el río Pánuco, aproximadamente a 10 km de su desembocadura en el Golfo de México, y en su porción sur recibe al río Tamacuil. Esto genera una condición mesohalina en el sistema, con una salinidad promedio de 13 ppm (Castillo, *et al.*, 2003). Es relativamente pequeña, con una superficie aproximada de 88.7 km² (Castillo, 1999).

- **Laguna de Tampamachoco**

Se localiza en la parte norte del Estado de Veracruz, ubicada entre los 20 ° 55' y 21° 02' N y los 97° 15' y 97° 23' W. Su longitud y su anchura máxima son de aproximadamente 11 y 1.3 km respectivamente. Está separada del mar por la Barra de Galindo. Al norte tiene comunicación con la Laguna de Tamiahua por un canal, con el mar a través de la Boca de Galindo de origen artificial y al sur se comunica con el Río Tuxpan por medio de un estero (Ocaña y Sánchez, 2000).

- **Laguna Grande**

Se localiza en el municipio de Vega de Alatorre en la región central del litoral del estado de Veracruz. Se ubica entre los 20° 02' y 20° 06' N y 96° 36' y 96° 42' W. Tiene una conexión intermitente con el mar por el canal "El Estero" y tiene afluencias de los ríos El Diamante, Carey y El Salado y una superficie de 22.5 km² (Díaz, et al., 2017).

- **Laguna La Mancha**

Ubicada en la parte central de Veracruz, se localiza entre los 19°34' y 19°36' N y 96°22' y 96°24' W. Tiene una superficie de 1.5 km² y está integrada por dos cuerpos de agua unidos por un canal estrecho. Es una laguna somera con profundidad promedio de 0.60 m en el norte a 2.5 m en el sur. Tiene influencia marina a través de una boca de conexión efímera que se abre en época de lluvias, y se cierra durante la época seca (Díaz *et al.*, 2017).

- **Laguna de Mecoacán**

Se localiza en la costa de Tabasco, entre las coordenadas de 93°04' y 93°14' N y 18°16' y 18°26' W; al noroeste se conecta con llanura deltaica del río Mezcalapa. Se comunica con el golfo de México a través de la barra Dos Bocas. Forma parte del sistema costero Grijalva-Usumacinta y el aporte de agua dulce al sistema se establece mediante los ríos Escarbado y Cuxcuchapa (Hernández *et al.*, 2020).

- **Laguna de Términos**

Se localiza en el estado de Campeche, ubicada entre los 18°20' y 19°00' N y 91°10' y 92°00' W, es un sistema somero con profundidad promedio de 4 m conectado al mar a través de dos bocas, cada una con un canal profundo entre 14 y 18 m. La superficie aproximada de la Laguna es de 1 662 km² (Ayala, *et al.*, 2015).

- **Laguna Pom–Atasta**

Se localiza en la porción occidental de la laguna de Términos entre los 18°30' y 18°35' N y los 91°50' y 92°20' W. Forma parte de la llanura costera de Campeche formada por los ríos Grijalva y Usumacinta. Este sistema alargado y paralelo a la línea de costa, quedando delimitado por la boca de Atasta, la cual lo comunica con la laguna de Términos y por la laguna Colorada, con una superficie total aproximada de 300 km², y profundidad promedio de 2.7 m (Ayala, *et al.*, 2015).

- **Laguna Candelaria–Panlau**

Ubicada en la porción este de la laguna de Términos, se localiza entre los 18°36' y 18°38'30" N y 91°17'30" y 91°12'30" W. Está integrado por los ríos Candelaria y Mamantel, la laguna de Panlau y se conecta con la laguna de Términos, por medio de la Boca de Pargos. Comprende una superficie aproximada de 14 km² (Ayala *et al.*, 2015).

Metodología

Se llevó a cabo la revisión y recopilación bibliográfica de los peces de las lagunas costeras, La Mancha, Ver. (Díaz, *et al.*, 2017), Pueblo Viejo, Ver. (Castillo, 1999), Tampamachoco, Ver. (Pérez & Torres, 2000), Laguna Grande, Ver. (Silva, 2017) Laguna de Términos, Camp. (Ayala, *et al.*, 2015), Pom-Atasta, Camp. (Ayala *et al.*, 2015), Candelaria-Panlau, Camp. (Ayala *et al.*, 2015) y laguna de Mecoacán, Tab. (Hernández, *et al.*, 2020). Con los datos recopilados de las especies presentes en cada laguna costera, y siguiendo la clasificación natural de Nelson (2016), se realizó un listado taxonómico de las especies que conforman los ensamblados ícticos de cada una de estas lagunas.

Se elaboró la tabla de las especies ícticas más compartidas, y con la finalidad de ubicar correctamente las zonas de distribución marina de cada una de éstas, se recopiló información bibliográfica acerca de su distribución geográfica, complementada con la base de datos de FishBase (www.fishbase.se). Con este mismo procedimiento para plantear una posible explicación de la composición actual de los ensamblados de peces de las lagunas costeras del Golfo de México, se elaboraron tablas con las especies exclusivas de cada sistema lagunar-estuarino.

Con la finalidad de determinar el grado de asociación existente entre los ecosistemas lagunar-estuarinos, a partir de matriz de presencia–ausencia de las especies presentes en cada uno de estos sistemas. Se aplicó para ello, se aplicó el algoritmo de similitud de Sørensen, que relaciona las Unidades Taxonómicas Operativas (OTU) (especies) con cada sistema lagunar. Se utilizó el paquete estadístico NTSyS v., aplicando el algoritmo (UPGMA) para la obtención del fenograma correspondiente (Crisci y López, 1983).

El índice de Sørensen (SD), se caracteriza por conferir mayor peso a las coincidencias. Los valores de este coeficiente varían entre 0 y 1, que equivalen a los valores de mínima y máxima similitud, respectivamente.

$$SD = \frac{2a}{2a + b + c}$$

Donde:

2a= Doble importancia a las especies presentes en ambas localidades.

b = Presente en la primera localidad, ausente en la segunda.

c = Ausente en la primera localidad, presente en la segunda.

(Crisci y López, 1983).

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del índice de Sørensen expresan en la forma de asociación y son resumidos en un dendrograma donde se observan la relación entre los sistemas lagunar-estuarinos en estudio.

Con la misma matriz de datos (anexo), se procedió a la realización de una gráfica ternaria (Koleff, 2005), para lo cual se comparó los siguientes términos a', el porcentaje de especies compartidas por el par de cuadrantes (entre dos lagunas), b', el porcentaje de especies presentes exclusivamente en uno de los cuadrantes, y c', el porcentaje de especies presentes sólo en el cuadrante focal (una laguna).

El dendrograma obtenido describe el grado de similitud entre la ictiofauna presente en cada laguna de acuerdo a su ubicación geográfica, y la gráfica ternaria de acumulación permite visualizar el grado de similitud de acuerdo a las especies compartidas y exclusivas entre las lagunas.

Resultados

Se recopilaron un total de 183 especies ícticas vicarias, incluidas en 115 géneros, 50 familias y 28 órdenes (Tabla 1), de las cuales 21 especies son las más compartidas en 7 a 6 lagunas costeras, y pertenecen a las familias: Dasyatidae, Clupeidae, Engraulidae, Ariidae, Batrachoididae, Centropomidae, Carangidae, Lutjanidae, Gerreidae, Paralichthyidae, Sparidae y Achiridae (Tabla 2).

Clase	Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Chondrichthyes	2	3	4	4
Actinopterygii	26	47	111	179

Tabla 1. Número total de órdenes, familias géneros y especies correspondiente a todos los sistemas lagunar-estuarinos del presente estudio.

A continuación, se muestra las especies registradas en el análisis de asociación, y se presentan en forma de listado taxonómico siguiendo el criterio de Nelson, *et al.*, (2016), correspondiente a todas las lagunas-estuarinas: La Mancha, Ver. (Díaz, *et al.*, 2017), Pueblo Viejo, Ver. (Castillo, 1999), Tampamachoco, Ver. (Pérez y Torres, 2000), Laguna Grande, Ver. (Silva, 2017) Laguna de Términos, Camp. (Ayala, *et al.*, 2015), Pom-Atasta, Camp. (Ayala *et al.*, *op cit.*), Candelaria-Panlau, Camp. (Ayala *et al.*, *op cit.*) y laguna de Mecoacán, Tab. (Hernández, *et al.*, 2020)

Phylum: Chordata

Clase: Chondrichthyes

Orden: Carcharhiniformes

Familia: Carcharhinidae

Género: *Negaprion*

Especie:

Negaprion brevirostris (Poey, 1868)

Orden: Myliobatiformes

Familia: Dasyatidae

Género: *Dasyatis*

Especie:

Dasyatis sabina (Lesueur, 1824)

Género: *Himantura*

Especie:

Styracura schmardae (Werner, 1904)

Familia: Urotrygonidae

Género: *Urobatis*

Especie:

Urobatis jamaicensis (Cuvier, 1816)

Clase: Actinopterygii

Subclase: Neopterygii

Orden: Elopiformes

Familia: Elopidae

Género: *Elops*

Especie:

Elops saurus Linnaeus, 1776

Familia: Megalopidae

Género: *Megalops*

Especie:

Megalops atlanticus Valenciennes, 1847

Orden: Anguilliformes

Familia: Muraenidae

Género: *Gymnothorax*

Especie:

Gymnothorax saxicola Jordan & Davis, 1891

Familia: Ophichthidae

Género: *Myrophis*

Especie:

Myrophis punctatus Lütken, 1852

Género: *Ophichthus*

Especie:

Ophichthus gomesii (Castelnau, 1855)

Orden: Clupeiformes

Familia: Engraulidae

Género: *Anchoa*

Especies:

Anchoa mitchilli (Valenciennes, 1848)

A. hepsetus (Linnaeus, 1758)

A. lyolepis (Evermann & Marsh, 1900)

Género: *Cetengraulis*

Especie:

Cetengraulis edentulus (Cuvier, 1829)

Familia: Clupeidae

Género: *Brevoortia*

Especies:

Brevoortia patronus Goode, 1878

B. gunteri Hildebrand, 1948

Género: *Dorosoma*

Especies:

Dorosoma petenense (Günther, 1867)

D. anale Meek, 1904

D. cepedianum (Lesueur, 1818)

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Género: *Harengula*

Especies:

Harengula clupeola (Cuvier, 1829)

H. jaguana (Poey, 1865)

Género: *Opisthonema*

Especie:

Opisthonema oglinum (Lesueur, 1818)

Género: *Sardinella*

Especies:

Sardinella aurita Valenciennes, 1848

S.janeiro (Eigenmann, 1894)

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

Género: *Astyanax*

Especie:

Astyanax mexicanus (De Filippi, 1853)

Orden: Siluriformes

Familia: Ariidae

Género: *Ariopsis*

Especie:

Ariopsis felis (Linnaeus, 1766)

Género: *Bagre*

Especie:

Bagre marinus (Mitchill, 1815)

Género: *Cathorops*

Especies:

Cathorops aguadulce (Meek, 1904)

C.melanopus (Gunther, 1864)

Orden: Aulopiformes

Familia: Synodontidae

Género: *Synodus*

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Especie:

Synodus foetens (Linnaeus, 1766)

Orden: Ophidiiformes

Familia: Ophidiidae

Género: *Brotula*

Especie:

Brotula barbata (Bloch & Schneider, 1801)

Género: *Lepophidium*

Especies:

Lepophidium brevibarbe (Cuvier, 1829)

L. profundorum (Gill, 1863)

Orden: Batrachoidiformes

Familia: Batrachoididae

Género: *Batrachoides*

Especie:

Batrachoides gilberti Meek & Hildebrand, 1928

Género: *Opsanus*

Especie:

Opsanus beta (Goode & Bean, 1880)

Género: *Porichthys*

Especie:

Porichthys porosissimus (Cuvier, 1829)

Orden: Gobiiformes

Familia: Eleotridae

Género: *Dormitator*

Especie:

Dormitator maculatus (Bloch, 1792)

Género: *Gobiomorus*

Especie:

Gobiomorus maculatus (Günther, 1859)

Género: *Eleotris*

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Especie:

Eleotris pisonis (Gmelin, 1789)

Género: *Erotelis*

Especie:

Erotelis smaragdus (Valenciennes, 1848)

Familia: Gobiidae

Género: *Bathygobius*

Especie:

Bathygobius soporator (Valenciennes, 1837)

Género: *Evorthodus*

Especie:

Evorthodus lyricus (Girard, 1858)

Género: *Gobioides*

Especies:

Gobioides broussonnetii Lacepède, 1800

G. dormitor (Bloch, 1792)

G. hastatus (Girard, 1858)

G. oceanicus (Pallas, 1770)

G. schufeldti (Lardan & Eigen, 1800)

G. broussonnetii Lacepède, 1800

G. boleosoma (Lordan & Gilbert, 1882)

Género: *Gobisoma*

Especie:

Gobisoma bosc (Lacepède, 1800)

Orden: Mugiliformes

Familia: Mugilidae

Género: *Mugil*

Especies:

Mugil cephalus Linnaeus, 1758

M. curema Cuvier & Valenciennes, 1836

M. hospes Jordan & Culver, 1895

Orden: Cichliformes

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Familia: Cichlidae

Género: *Amphilophus*

Especie:

Amphilophus robertsoni (Regan, 1905)

Género: *Cichlasoma*

Especie:

Cichlasoma urophthalma Günther, 1862

Género: *Herichthys*

Especie:

Herichthys cyanoguttatus Baird & Girard, 1854

Género: *Mayaheros*

Especie:

Mayaheros urophthalmus (Günther, 1862)

Género: *Oreochromis*

Especies:

Oreochromis niloticus Linnaeus, 1758

O. mossambicus (Peters, 1852)

O. aureus (Steindachner, 1864)

Género: *Paraneetroplus*

Especie:

Paraneetroplus synspilus (Hubbs, 1935)

Género: *Petenia*

Especie:

Petenia splendida (Günther, 1862)

Género: *Theraps*

Especie:

Theraps heterospilus (Hubbs, 1936)

Género: *Thorichthys*

Especie:

Thorichthys helleri (Steindachner, 1864)

Género: *Tilapia*

Especie:

Tilapia zillii (Gervais, 1848)

Género: *Vieja*

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Especie:

Vieja fenestrata (Günther, 1860)

Orden: Atheriniformes

Familia: Atherinidae

Género: *Membras*

Especie:

Membras martinica (Valenciennes, 1835)

Género: *Menidia*

Especie:

Menidia beryllina Cope, 1867

Familia: Atherinopsidae

Género: *Atherinella*

Especie:

Atherinella marvelae (Chernoff & Miller, 1982)

Orden: Beloniformes

Familia: Hemiramphidae

Género: *Hemirhamphus*

Especie:

Hemirhamphus brasiliensis (Linnaeus, 1758)

Género: *Hyporhamphus*

Especies:

Hyporhamphus meeki Banford & Collette, 1993

H. unifasciatus (Ranzani, 1841)

H. roberti (Valenciennes, 1847)

Familia: Belonidae

Género: *Strongylura*

Especies:

Strongylura marina (Walbaum, 1792)

S. notata (Poey, 1860)

S. timucu (Walbaum, 1792)

Orden: Cyprinodontiformes

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Familia: Fundulidae

Género: *Fundulus*

Especie:

Fundulus grandis Baird & Girard, 1853

Género: *Lucania*

Especie:

Lucania parva (Baird & Girard, 1855)

Familia: Cyprinodontidae

Género: *Cyprinodon*

Especie:

Cyprinodon variegatus Lacépède, 1803

Familia: Poeciliidae

Género: *Poecilia*

Especie:

Poecilia latipunctata Meek, 1904

Orden: Synbranchiformes

Familia: Synbranchidae

Género: *Ophisternon*

Especie:

Ophisternon aenigmaticum Rosen & Greenwood, 1976

Orden: Carangiformes

Familia: Carangidae

Género: *Caranx*

Especies:

Caranx crysos (Mitchill, 1815)

C. hippos (Linnaeus, 1766)

Género: *Selene*

Especies:

Selene setapinnis (Mitchill, 1815)

S. vomer (Linnaeus, 1758)

Género: *Hemicaranx*

Especie:

Hemicaranx amblyrhynchus (Cuvier, 1833)

Género: *Oligoplites*

Especie:

Oligoplites saurus (Bloch y Schneider, 1801)

Género: *Trachinotus*

Especies:

Trachinotus carolinus (Linnaeus, 1766)

T. falcatus (Linnaeus, 1758)

Orden: Istiophoriformes

Familia: Sphyrænidae

Género: *Sphyræna*

Especies:

Sphyræna barracuda (Edwards, 1771)

S.guachancho (Cuvier, 1829)

Orden: Pleuronectiformes

Familia: Paralichthyidae

Género: *Citharichthys*

Especies:

Citharichthys spilopterus (Günther, 1862)

C. uhleri Jordan, 1889

C. macrops Dresel, 1885

Género: *Etropus*

Especie:

Etropus crossotus Jordan y Gilbert, 1882

Familia: Bothidae

Género: *Bothus*

Especie:

Bothus ocellatus Agassiz, 1831

Familia: Achiridae

Género: *Achirus*

Especie:

Achirus lineatus (Linnaeus, 1758)

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Género: *Trinectes*

Especie:

Trinectes maculatus (Bloch & Schneider, 1801)

Familia: Cynoglossidae

Género: *Symphurus*

Especies:

Symphurus plagiusa (Linnaeus, 1766)

S.civitatium Ginsburg, 1951

Orden: Syngnathiformes

Familia: Syngnathidae

Género: *Hippocampus*

Especie:

Hippocampus erectus (Perry, 1810)

Género: *Oostethus*

Especie:

Oostethus lineatus (Kaup, 1856)

Género: *Syngnathus*

Especies:

Syngnathus louisianae Günther, 1870

S. scovelli (Evermann & Kendall, 1896)

Orden: Scombriformes

Familia: Trichiuridae

Género: *Trichiurus*

Especie:

Trichiurus lepturus Linnaeus, 1758

Familia: Stromateidae

Género: *Peprilus*

Especie:

Peprilus paru (Linnaeus, 1758)

Orden: Labriformes

Familia: Scaridae

Género: *Nicholsina*

Especie:

Nicholsina usta usta (Valenciennes, 1840)

Orden: Perciformes

Familia: Centropomidae

Género: *Centropomus*

Especies:

Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)

C. pectinatus Poey, 1860

C. parallelus Poey, 1860

C. poeyi Chávez, 1961

C. ensiferus Poey, 1860

Familia: Gerreidae

Género: *Diapterus*

Especies:

Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829)

D. auratus Ranzani 1842

Género: *Eucinostomus*

Especies:

Eucinostomus argenteus Baird & Girard, 1855

E. gula (Quoy & Gaimard, 1824)

E. mexicanus Bocourt, 1868

E. melanopterus (Bleeker, 1863)

E. harengulus Goode & Bean, 1879

Género: *Eugerres*

Especie:

Eugerres plumieri (Cuvier & Valenciennes, 1830)

Género: *Gerres*

Especie:

Gerres cinereus (Walbaum, 1792)

Género: *Ulaema*

Especie:

Ulaema lefroyi (Goode, 1874)

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Familia: Polynemidae

Género: *Polydactylus*

Especie:

Polydactylus octonemus (Girard, 1858)

Familia: Serranidae

Género: *Epinephelus*

Especies:

Epinephelus striatus (Bloch, 1792)

E. itajara (Lichtenstein, 1822)

Género: *Mycteroperca*

Especie:

Mycteroperca bonaci Poey, 1860

Familia: Haemulidae

Género: *Anisotremus*

Especies:

Anisotremus surinamensis (Bloch, 1791)

A. virginicus (Linnaeus, 1758)

Género: *Pomadasys*

Especie:

Pomadasys crocro (Cuvier, 1830)

Género: *Haemulon*

Especies:

Haemulon bonariense Cuvier, 1830

H. sciurus (Shaw, 1803)

H. aurolineatum Cuvier 1830

H. plumierii Lacepède, 1801

Género: *Conodon*

Especie:

Conodon nobilis Linnaeus, 1758

Género: *Orthopristis*

Especie:

Orthopristis chrysoptera Linnaeus, 1766

Familia: Lutjanidae

Género: *Lutjanus*

Especies:

Lutjanus cyanopterus (Cuvier, 1828)

L. griseus (Linnaeus, 1758)

L. synagris (Linnaeus, 1758)

L. analis (Cuvier, 1828)

L. jocu Bloch & Schneider, 1801

L. eyanopterus (Cuvier, 1828)

L. apodus (Walbaum, 1792)

L. campechanus (Poey, 1860)

Género: *Ocyurus*

Especie:

Ocyurus chrysurus (Bloch, 1791)

Orden: Scorpaeniformes

Familia: Triglidae

Género: *Prionotus*

Especies:

Prionotus punctatus (Bloch, 1793)

P. tribulus Cuvier, 1829

P. carolinus (Linnaeus, 1771)

P. scitulus Jordan & Gilbert, 1882

Orden: Moroniformes

Familia: Ehippidae

Género: *Chaetodipterus*

Especie:

Chaetodipterus faber (Broussonet, 1782)

Orden: Acanthuriformes

Familia: Sciaenidae

Género: *Bairdiella*

Especies:

Bairdiella chrysoura (Lacepède, 1802)

B. ronchus (Cuvier, 1830)

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Género: *Cynoscion*

Especies:

Cynoscion arenarius Ginsburg, 1930

C. nebulosus (Cuvier & Valenciennes, 1830)

Género: *Menticirrhus*

Especies:

Menticirrhus americanus (Linnaeus, 1758)

M. saxatilis (Bloch & Schneider, 1801)

Género: *Leiostomus*

Especie:

Leiostomus xanthurus Lacépède, 1802

Género: *Sciaenops*

Especie:

Sciaenops ocellata (Linnaeus, 1766)

Género: *Corvula*

Especie:

Corvula sanctaeluciae Jordan, 1890

Género: *Cynoscion*

Especies:

Cynoscion nothus (Holbrook, 1848)

C. arenarius Ginsburg, 1930

C. nebulosus (Cuvier, 1830)

Género: *Odontoscion*

Especie:

Odontoscion dentex (Cuvier & Valenciennes, 1830)

Género: *Stellifer*

Especie:

Stellifer lanceolatus (Holbrook, 1855)

Género: *Micropogonias*

Especies:

Micropogonias undulatus (Linnaeus, 1766)

M. furnieri (Desmarest, 1823)

Género: *Pogonias*

Especie:

Pogonias cromis (Linnaeus, 1766)

Orden: Spariformes

Familia: Lobotidae

Género: *Lobotes*

Especie:

Lobotes surinamensis (Bloch, 1790)

Familia Sparidae

Género: *Archosargus*

Especies:

Archosargus probatocephalus (Walbaum, 1792)

A. rhomboidalis (Linnaeus, 1758)

Género: *Calamus*

Especie:

Calamus penna (Valenciennes, 1830)

Género: *Lagodon*

Especie:

Lagodon rhomboides (Linnaeus, 1766)

Orden: Tetraodontiformes

Familia: Ostraciidae

Género: *Acanthostracion*

Especie:

Acanthostracion quadricornis (Linnaeus, 1758)

Familia: Monacanthidae

Género: *Aluterus*

Especie:

Aluterus schoepfii (Walbaum, 1792)

Género: *Monacanthus*

Especie:

Monacanthus ciliatus (Mitchill, 1818)

Género: *Stephanolepis*

Especie:

Stephanolepis hispida (Linnaeus, 1766)

Familia: Tetraodontidae

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

Género: *Sphoeroides*

Especies:

Sphoeroides parvus Shipp & Yerger, 1969

S. nephelus (Goode & Bean, 1882)

S. pachygaster (Müller, 1848)

S. spengleri (Bloch, 1785)

Género: *Lagocephalus*

Especie:

Lagocephalus laevigatus (Linnaeus, 1766)

Familia: Diodontidae

Género: *Chilomycterus*

Especie:

Chilomycterus schoepfii (Walbaum, 1792)

La Tabla 2 muestra aquellas especies que tienen presencia en siete a ocho de las lagunas en estudio y su distribución. Se observa que la mayoría de las especies se distribuyen exclusivamente en el Atlántico Occidental, y únicamente dos especies: *Opsanus beta* y *Oligoplites saurus*, presentan distribución anfiamericana. Lo que permite analizar los patrones de distribución de la ictiofauna vicaria con mayor presencia en estos sistemas lagunares del Golfo de México.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Miliobatiformes antes Rajiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis sabina</i> (Lesueur, 1824)
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Dorosoma petenense</i> (Günther, 1867)
	Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)
Siluriformes	Ariidae	<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i> (Goode and Bean, 1880)
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)
	Carangidae	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider, 1801)
		<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)
	Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)
	Gerreidae	<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)
		<i>E. gula</i> (Quoy y Gaimard, 1824)
		<i>E. argenteus</i> (Baird y Girard, 1855)
		<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)
	Paralichthyidae	<i>D. auratus</i> Ranzani 1842
		<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier y Valenciennes, 1830)
<i>Citharichthys spilopterus</i> (Günther, 1862)		
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)		
Sparidae	<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus, 1766))	
Scianidae	<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802)	
Pleunorectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)

Tabla 2. Especies más compartidas entre los sistemas lagunar-estuarino en estudio y su distribución endémica del Atlántico Occidental.

Con la finalidad de visualizar y analizar el grado de similitud de acuerdo con las características propias entre las lagunas en estudio, se organizaron las especies exclusivas de cada laguna. Se observa una ausencia de especies exclusivas en la Laguna de Mecoacán, Tabasco y un mayor número de especies exclusivas en la Laguna de Términos, Campeche.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Cichliformes	Cichlidae	<i>Mayaheros uropthalmus</i> (Günther, 1862)
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hemirhamphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758) <i>H. meeki</i> (Banford & Collette, 1993)
Synbranchiformes	Synbranchidae	<i>Ophisternon aenigmaticum</i> Rosen & Greenwood, 1976
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys uhleri</i> Jordan, 1889
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus pectinatus</i> (Poey, 1860)
	Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)
	Lutjanidae	<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)

Tabla 3. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino La Mancha, Veracruz.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Negaprion brevirostris</i> (Poey, 1868)
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Dorosoma .cepedianum</i> (Lesueur, 1818)
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i> (De Filippi, 1853)
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Porichthys porosissimus</i> (Cuvier, 1829)
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)
Perciformes	Haemulidae	<i>Orthopristis chrysoptera</i> Linnaeus, 1766
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Leiostomus xanthurus</i> Lacépede, 1802 <i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)

Tabla 4. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino Pueblo Viejo, Veracruz.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1900)
	Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829) <i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1848
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858) <i>Gobioides schufeldti</i> (Lardan & Eigen, 1800)
	Cichlidae	<i>Herichthys cyanoguttatus</i> Baird & Girard, 1854
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus roberti</i> (Valenciennes, 1847)
Cyprinodontiformes	Fundulidae	<i>Lucania parva</i> (Baird & Girard, 1855)
	Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon variegatus</i> Lacépède, 1803
	Poeciliidae	<i>Poecilia latipunctata</i> Meek, 1904
Istiophoriformes	Sphyraenidae	<i>Sphyraena guachancho</i> (Cuvier, 1829)
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Oostethus lineatus</i> (Kaup, 1856)
Perciformes	Polynemidae	<i>Polydactylus octonemus</i> (Girard, 1858)
	Serranidae	<i>Epinephelus striatus</i> (Bloch, 1792)
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Sciaenops ocellata</i> (Linnaeus, 1766)
	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides parvus</i> (Shipp & Yerger, 1969)

Tabla 5. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Miliobatiformes antes Rajiformes	Urotrygonidae	<i>Urobatis jamaicensis</i> (Cuvier, 1816)
Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax saxicola</i> Jordan & Davis, 1891
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Dorosoma anale</i> (Meek, 1904) <i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818) <i>Sardinella janeiro</i> (Eigenmann, 1894)
Cichliformes	Cichlidae	<i>Tilapia zillii</i> (Gervais, 1848)
Carangiformes	Carangidae	<i>Trachinotus goodei</i> (Jordan & Evermann, 1896) <i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Etropus crossotus</i> Jordan y Gilbert, 1882
	Bothidae	<i>Bothus ocellatus</i> Agassiz, 1831
	Cynoglossidae	<i>Symphurus civitatum</i> (Ginsburg, 1951)
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Hippocampus erectus</i> (Perry, 1810)
Labriformes	Scaridae	<i>Nicholsina usta usta</i> (Valenciennes, 1840)
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus poeyi</i> (Chávez, 1961)
	Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758) <i>Haemulon bonariense</i> (Cuvier, 1830) <i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier 1830) <i>H. plumierii</i> Lacepède, 1801

Tabla 6. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino de Términos, Campeche

	Lutjanidae	<i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792) <i>L. campechanus</i> (Poey, 1860) <i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)
Scorpaeniformes	Triglidae	<i>Prionotus scitulus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Menticirrhus saxatilis</i> (Bloch & Schneider, 1801) <i>Cynoscion nothus</i> (Holbrook, 1848) <i>Corvula sanctaeluciae</i> Jordan, 1890
Spariformes	Sparidae	<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)
Tetraodontiformes	Ostraciidae	<i>Acanthostracion quadricornis</i> (Linnaeus, 1758) <i>Aluterus schoepfii</i> (Walbaum, 1792)
	Monacanthidae	<i>Monacanthus ciliatus</i> (Mitchill, 1818) <i>Stephanolepis hispida</i> (Linnaeus, 1766) <i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)
	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller, 1848)

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Gobiiformes	Gobiida	<i>Gobisoma bosc</i> (Lacepède, 1800)
Cichliformes	Cichlidae	<i>Paraneetroplus synspilus</i> (Hubbs, 1935)

Tabla 7. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino Pom-Atasta, Campeche

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier & Valenciennes, 1830)

Tabla 8. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino de Candelaria-Panlau, Campeche

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides gilberti</i> Meek & Hildebrand, 1928
Gobiiformes	Eleotridae	<i>Gobiomorus maculatus</i> (Günther, 1859)
	Gobiidae	<i>Gobioides broussonnetii</i> Lacepède, 1800
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver, 1895
Cichliformes	Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852)
		<i>Oreochromis aureus</i> (Steindachner, 1864)
		<i>Vieja fenestrata</i> (Günther, 1860)
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella marvelae</i> (Chernoff & Miller, 1982)
Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885
Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus harengulus</i> Goode & Bean, 1879
Acanthuriformes	Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)

Tabla 9. Especies exclusivas del sistema lagunar-estuarino Laguna Grande, Veracruz

Con la matriz de datos de presencia y ausencia, se aplicó el índice de Sørensen y los cálculos se expresan en el dendrograma (Figura 2), donde se puede observar una mayor similitud en las Lagunas costeras ubicadas en la zona tropical, estando estrechamente relacionados los sistemas de Pueblo Viejo y Tampamachoco, Pom-Atasta y Candelaria-Panlau, y se observa un gradiente de cambio latitudinal con las lagunas que se ubican al norte y se encuentran muy cerca del límite de las Provincias Caribeña y Carolineana (Laguna Grande, Tampamachoco y Pueblo Viejo, con respecto a la zona centro (La Mancha) y las que se ubican al sur (Mecoacán, Laguna de Términos, Candelaria–Panlau y Pom–Atasta).

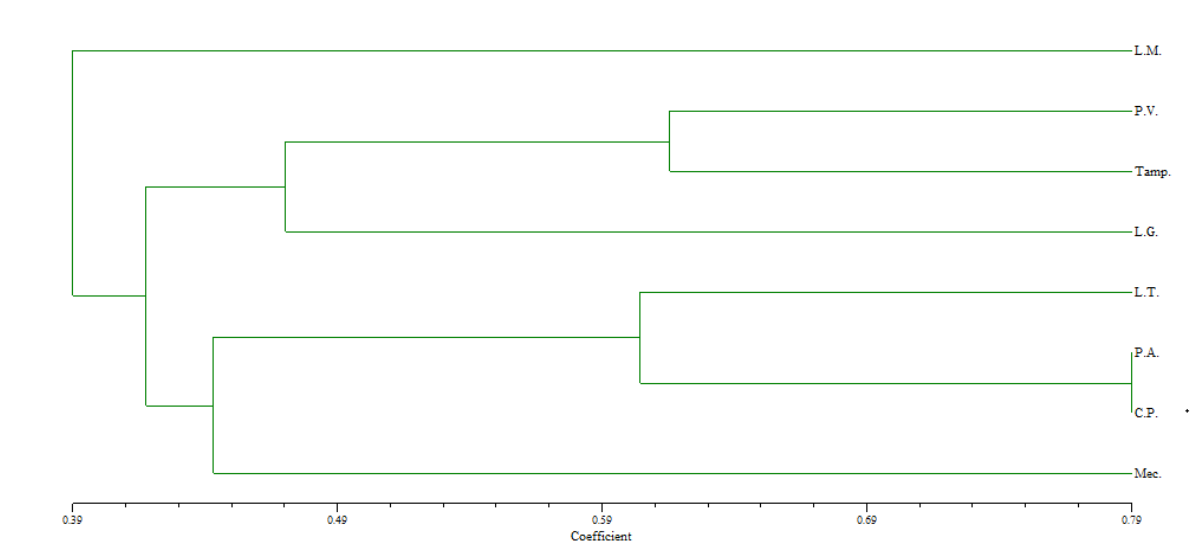


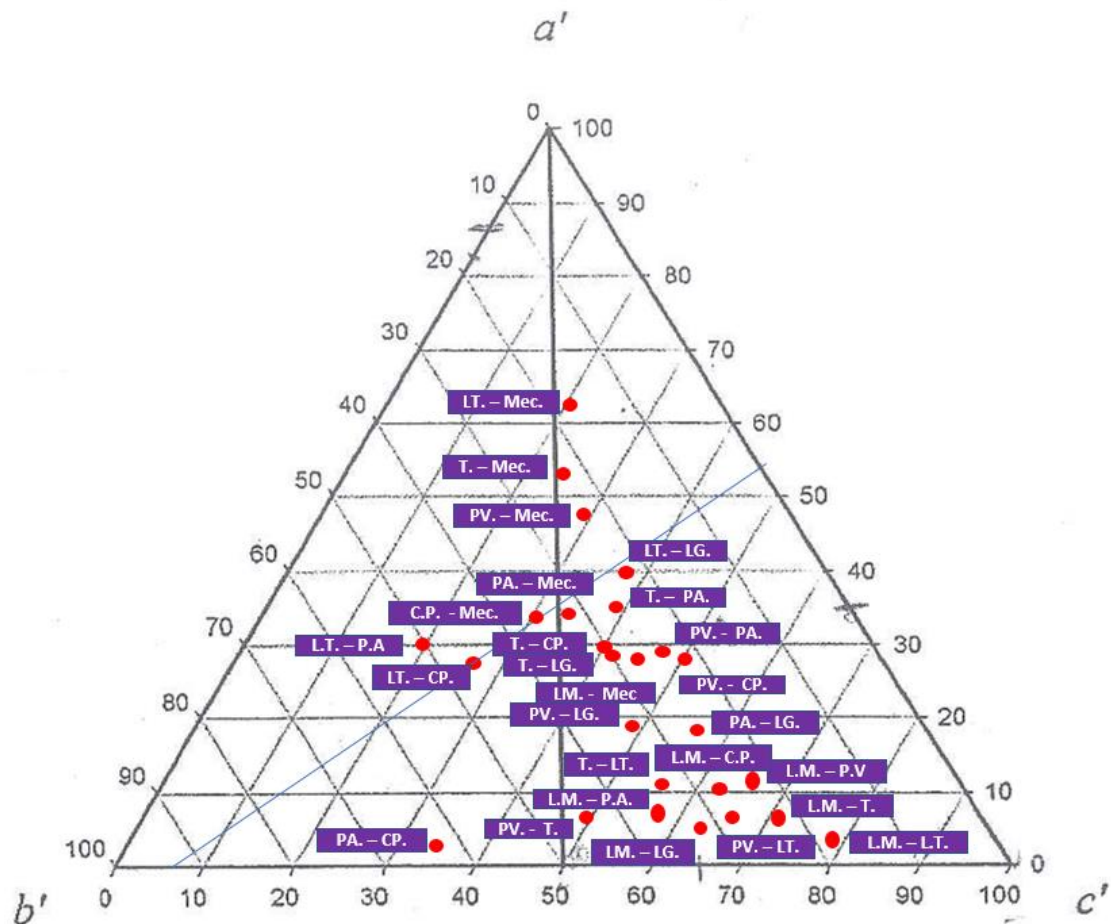
Figura 2. Dendrograma. **L.M.** (La Mancha, Ver.), **P.V.** (Pueblo Viejo, Ver.), **Tamp.** (Tampamachoco, Ver.), **L.G.** (Laguna Grande, Ver.), **L.T.** (Laguna de Términos, Camp.), **P.A.** (Pom-Atasta, Camp.), **C. P.** (Candelaria-Panlau, Camp), **Mec.** (Mecoacán, Tab.).

Con los mismos datos recopilados en la matriz, se obtuvieron los porcentajes de a, b y c y se ubicaron en un par de cuadrantes, que se representan en la siguiente gráfica. Donde:

a' = Porcentaje de especies compartidas en el par de cuadrantes.

b' = Porcentaje de especies presentes exclusivamente en el cuadrante vecino.

c' = Porcentaje de especies presentes sólo en el cuadrante focal.



Gráfica 1. Gráfica ternaria. **L.M** (La mancha, Ver.), **P.V.** (Pueblo viejo, Ver.), **Tamp.** (Tampamachoco, Ver.), **LG.** (Laguna Grande, Ver.), **L.T.** (Laguna de Términos, Camp.), **P.A.** (Pom Atasta, Camp.), **C. P.** (Candelaria Panlau, camp), **Mec.** (Mecoacán, Tab.).

En esta gráfica se presenta la distribución de los sistemas lagunar-estuarinos en 2 cuadrantes, donde el grado de similitud aumenta de la base de la gráfica hacia a'. Se observa a Laguna de Mecoacán con especies más compartidas, especialmente con el complejo lagunar-estuarino de Términos y no presenta especies exclusivas, todas las comparte con las distintas lagunas.

Análisis y discusión de resultados

Se registró un total de 183 especies que representa el 33% de las 563 especies de peces estuarinos y vicarios reportadas en litoral mexicano (Espinoza, 2014), por lo que, se considera como un buen indicador de las especies más representativas de las lagunas costeras del Golfo de México. Sin embargo, debe considerarse que estos ecosistemas son susceptibles a factores temporales (patrones de lluvias, secas y nortes), ciclos de mareas, flujo de ríos y eventos meteorológicos (Díaz, *et al.*, 2017), que influyen directamente en la calidad de los ensamblados. Aunado a esto, las distintas artes de pesca utilizadas en los estudios que se tomaron en cuenta, ejercen gran influencia al momento de alcanzar diferentes profundidades en la columna de agua (FEDEPESCA, 2013), lo cual puede afectar a la representatividad de especies en cada sistema lagunar-estuarino.

De acuerdo con la hipótesis planteada, se confirmó la existencia de un gradiente de cambio latitudinalmente, que de acuerdo con lo reportado por Yáñez Arancibia y Day (1975), las condiciones ambientales espacial y temporal, está condicionado básicamente por la ubicación geográfica latitudinal, donde las lagunas ubicadas al sur presentan un mayor grado de similitud, y está disminuye entre las lagunas que se ubican al norte, y los ensamblados son heterogéneos. Este gradiente de cambio corresponde con la

regionalización zoogeográfica propuesta por Briggs (1974, *In*. Castro-Aguirre, *et al.*, 1999). Siete lagunas-estuarinas: La Mancha, Tampamachoco, Laguna Grande, Candelaria–Panlau, Pom-Atasta y Laguna de Términos se localizan en la Provincia Caribeña que se extiende desde Cabo Rojo, Veracruz hasta el noreste de Venezuela, presentando un clima tropical, mientras que el sistema lagunar-estuarino Pueblo Viejo se localiza en la Provincia Carolineña, cercana al límite entre las dos provincias y donde domina el clima templado–cálido.

De las cuatro lagunas citadas en el presente estudio, que corresponden al estado de Veracruz, el sistema lagunar estuarino La Mancha, registró el menor número de especies y una baja similitud (0.39) con las Lagunas de Pueblo Viejo, Tampamachoco y Laguna Grande. Esto se explica desde el punto de vista de la ubicación y extensión de cada una de las lagunas que sigue 2 conceptos vigentes que propuso Whitaker (1956–1960) que hace referencia a que la similitud disminuye cuanto más aumenta la distancia y el recambio de especies aumenta con la distancia a lo largo de un gradiente ambiental (Calderón, *et al.*, 2012), lo cual se ve reflejado en los resultados obtenidos; Pueblo Viejo y Tampamachoco presentan una similitud alta (0.62), ambas se ubican en la región Norte del estado de Veracruz con una extensión de 9,300 ha. Y 1,500 ha respectivamente (Contreras y Castañeda, 2004), mientras que La Mancha se localiza en la región centro del Estado y tiene una extensión de 132 ha. (Contreras, 2004), además de presentar una conexión intermitente con el mar que explica el número tan bajo de especies presentes en comparación con las tres anteriores.

Los sistemas lagunares Candelaria–Panlau y Pom-Atasta, presentan una alta similitud (0.79) y ambas, a su vez, con el sistema lagunar-estuarino de Términos. Por lo que, se encuentran estrechamente relacionadas al presentar una conexión permanente;

Candelaria-Panlau ubicada en la porción este de la Laguna de Términos con una extensión de 1400 ha. y Pom–Atasta al Occidente y 1300 ha. de extensión (Ayala, *et al.*, 2015) por lo que comparten la mayoría de las especies, aunque Laguna de Términos reporta el mayor número de especies únicas (Tabla 6), esto se puede deber a las siguientes causas como, que presenta la extensión más grande de 166,200 ha., tiene dos conexiones directas con el mar que permite la entrada de especies de origen marino a diferencia de los sistemas lagunar-estuarinos Pom–Atasta y Candelaria–Panlau que tienen mayor afluencia de ríos y recibe la influencia de diferentes complejos lagunares. Laguna de Mecoacán, Tabasco, presenta baja similitud (0.44) con los complejos lagunares ubicados en Veracruz y Campeche, por cuestión de distancia entre los Estados. Sin embargo no presenta especies únicas, todas las especies presentes en esta laguna se comparten con las demás, especialmente con Laguna de Términos.

De las 183 especies recopiladas de los listados ícticos, 21 especies son las más compartidas; si bien, están reportadas como exclusivas del Atlántico Occidental (Castro-Aguirre, *et al.*, 1999), especies como *Opsanus beta* y *Oligoplites saurus* presentan una distribución disyuntiva, que se define como anfiamericanas y anfiatlánticas. La presencia de estas especies refleja que la ictiofauna del Atlántico y el Pacífico tuvieron una conexión directa, esta conexión se cerró definitivamente a finales del Plioceno e inicios del Pleistoceno aproximadamente hace 3.5 millones de años, en los que la emergencia del Istmo se dio por el crecimiento del arco volcánico centroamericano (Coates & Obando, 1996, como se citó en Tavera, 2012), estableciéndose la denominada “barrera centroamericana”, que provocó eventos de vicarianza de gran importancia en la

diversificación de las especies marinas y una estrecha afinidad entre las biotas marinas. (Ekman, 1953, como se citó en Castro, Espinosa y Schmitter, 1999).

La presencia de especies templadas, como *Dorosoma petenense*, *Opsanus beta*, *Oligoplites saurus* y especies tropicales, se debe a las condiciones bióticas y abióticas, que a su vez, estos tienen sus propias causas, por ejemplo, los cambios climáticos durante el Pleistoceno, época que comenzó hace 3 millones de años, debido a la presencia de glaciaciones, la más reciente concluyó hace 10, 000 años, las capas de hielo en el hemisferio Norte se extendieron hasta 45° Norte de latitud (Lomolino et al., 2006) que afectaron la distribución de climas, y corrientes marinas expandiéndose la zona templada, provocando que especies relictas de áreas frío – templadas encontraron un nicho ecológico en climas más cálidos. De la Cruz (1999) menciona que la presencia de elementos tropicales en los cuerpos de agua de la costa occidental se explica con el aislamiento de las corrientes frías y zonas de surgencias, lo cual propicia la generación de regímenes de temperatura por encima de la isoterma de los 20°C, con lo que se favorece la permanencia de elementos tropicales, misma que se observa en el límite entre la Provincia Carolineana y Caribeña y que tiene un ligero movimiento hacia el Norte en temporada de nortes (Castro, Espinosa y Schmitter, 1999), abarcando ya parte de la zona templada, por lo cual existe una heterogeneidad en la composición de la biota.

Todo lo anterior permite interpretar los patrones de distribución y plantear la historia biogeográfica de la ictiofauna estuarina del Golfo de México. Sin embargo, existe la necesidad de realizar un estudio del origen de las familias de peces más representativas, para poder mejorar el conocimiento acerca de las relaciones biogeográficas existentes.

Conclusión

La clasificación natural de las especies conjuntada de las listas ícticas de las lagunas en estudio es un buen indicativo de las especies más representativas de estos ecosistemas presentes en el litoral del Golfo de México. Además de ser fundamental para el conocimiento del equilibrio ecológico y el establecimiento de las bases para el desarrollo de estrategias en la conservación de la biodiversidad.

Los sistemas lagunares costeros del Golfo de México en estudio presentan ensamblados ictiofaunísticos heterogéneos, existiendo una mayor presencia de especies de climas tropicales y en menor proporción de origen templado. Es altamente probable que esta afinidad de especies sea causa del último periodo glacial, que permitió a especies templadas adaptarse a temperaturas más cálidas. La presencia de especies anfiatlánticas son el resultado de uno de los eventos de vicarianza más importantes de Centroamérica que es el surgimiento de Istmo de Panamá.

Referencias

- Ayala, P. A., Ramos, M. D., Flores, H. A., Sosa, L. A., & Martínez, R. G. (2015). *Ictiofauna marina y costera de Campeche*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
http://www.sisal.unam.mx/recorecos/RED/Productos_academicos_files/Ictiofauna_marina_y_costera_de_CampecheVWeb.pdf
- Beltrán, V. O. y Rodríguez, P. N. (2012). *Estudio biogeográfico de la comunidad de peces de Laguna Grande* [Título de Licenciatura, UNAM]
- Botello, A.V., Rendón von Osten, J., Gold Bouchot, G., y Agraz Hernández, G., (2005). *Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. 2da Edición. UNAM, Instituto Nacional de Ecología.
http://etzna.uacam.mx/epomex/publicaciones/contaminacion2/Contaminaci%C3%B3n_Parte1.pdf
- Calderón, J. M., Moreno, C., & Zuria, I. (2012). *La diversidad beta: medio siglo de avances*. (pp. 879 – 890). Revista Mexicana de Biodiversidad.
- Castillo, R. M. (1999). *Diversidad de peces de las lagunas costeras de Pueblo Viejo y el Mango, Veracruz*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H128. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos2.cgi?Letras=H&Numero=128>
- Castillo, R. M., Zárate, R., y Sanvicente, A. L. (2003). *Patrones de la diversidad de peces en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México*. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y Universidad Autónoma de México Instituto de ciencias del Mar y Limnología. <https://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v13n4/v13n4a6.pdf>
- Castro Aguirre, J. L., Espinosa Pérez, H. S., y Schmitter Soto, J. J. (1999). *Ictiofauna Estuarino – Lagunar y Vicaria de México*. Editorial LIMUSA.
- Contreras, F. y Castañeda, O. (2004). *La biodiversidad de las lagunas costeras*. Área de Ecosistemas Costeros, UAM – Iztapalapa.
<https://www.redalyc.org/pdf/644/64407608.pdf>
- Crisci, J.V., y López, M.F. (1983). *Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica*. (pp. 11 – 38). Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
https://www.researchgate.net/publication/312603261_Introduccion_a_la_teor%C3%ADa_y_practica_de_la_taxonomia_numerica
- De la Cruz Agüero, J. (2000). Origen y distribución de la ictiofauna de la Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México. *Ciencia Ergo Sum*, 7(2), 157 – 165.
<https://www.redalyc.org/pdf/104/10401810.pdf>

Díaz, R. S., Aguirre, L. A., Mendoza, S. E., y Lara, D. L. (2017). *Factores ambientales que influyen en la ictiofauna de la laguna La Mancha, sitio Ramsar, Golfo de México*. (pp. 246 – 265). <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v66n1/0034-7744-rbt-66-01-246.pdf>

Durán, E., Galicia, L., Pérez, E. y Zambrano, L. (2002). *El paisaje en Ecología*. Instituto de Biología, UNAM. <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no67/CNS06705.pdf>

Espinoza, H. (2014). *Biodiversidad de peces en México*. Vol. 85, (pp. 450 – 459). Revista Mexicana de Biodiversidad.

Federación Nacional de Asociaciones Provinciales de Empresarios Detallistas de Pescados y Productos Congelados (FEDEPESCA). (2013). Guía técnica sobre artes de pesca 2007 – 2013. <https://fedepesca.org/wp-content/uploads/2014/12/GUIA-ARTES-DE-PESCA.pdf>

Flores, F. J., Agraz, C., & Benitez, D. (2007). *Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación*. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Perpectivas-sobre-conservaci%C3%B3n-de-ecosistemas-acu%C3%A1ticos-en-M%C3%A9xico.pdf>

Golikov, A. N., Dolgolenko, M. A., Maximovich, N. V., y Scarlato, O. A. (1990). *Theoretical approaches to marine biogeography*. *Marine Ecology Progress Series*. 63(2/3) (pp.289–301). <http://www.jstor.org/stable/24844624>

Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.) 2005. *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza.

Hernández, O. R., Ayala, P. L., Esquivel, H. A., y Vega, R. B. (2020). *Estructura de la comunidad de peces de la Laguna Mecoacán, Tabasco*. https://www.researchgate.net/publication/351040819_Estructura_de_la_Comunidad_de_Peces_de_la_Laguna_Mecoacan_Tabasco

Koleff, P. (2005). *Conceptos y medidas de la Diversidad Beta*. (pp. 19 – 40). m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza.

Leprieur, F., Tedesco, P. A., Hugueny, B., Beauchard, O., Dürr, H. H., Brosse, S., Oberdorff, T. (2011). *Partitioning global patterns of freshwater fish beta diversity reveals contrasting signatures of past climate changes*. 14 (4), (pp. 325 – 334). *Ecology Letters*. https://www.academia.edu/58969273/Partitioning_global_patterns_of_freshwater_fish_beta_diversity_reveals_contrasting_signatures_of_past_climate_changes

Lomolino, M. V., Riddle, B. R., y Brown, J. H. (2006). *Biogeography*. Editorial Sinauer Associates.

Martínez, B. y Perés, A. (1997). *Circulación del Golfo de México inducida por mareas, viento y la corriente de Yucatán*. Centro de investigación Científica y de Educación Superior de ensenada.

<https://www.cienciasmarinas.com.mx/index.php/cmarinas/article/view/740/667>

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Morrone, J. J. (2013). *Biogeografía evolutiva: Un enfoque integrativo*. (pp. 137 – 143). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1xxv06>

Nelson, J. S., Grande, T. C. & Wilson, M. V. H. (2016). *Fishes of the World* (5ª ed.). John Wiley & Sons, Hoboken, N.J., 707 pp. <https://doi.org/10.1002/9781119174844>

Ocaña, A. y Sánchez, M. (2000). *Diversidad del ictioplancton en las lagunas Madre y Almagre, Tamaulipas, y laguna de Tampamachoco, Veracruz*. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L070. México, D.F.

<http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfL070.pdf>

Pérez, H. M., y Torres, O. R. (2000). *Evaluación de la riqueza de especies de peces en lagunas costeras mexicanas: Estudio de un caso en el Golfo de México*, 48 (2/3), (pp. 425 – 438). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442000000200014

Sonco Suri, R. (2013). *Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz, Bolivia*. [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia].

http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf

Tavera, J. (2012). *Biodiversidad y vulnerabilidad de ecosistemas costeros de Baja California sur: Asincronía en la especiación asociada con el levantamiento de Istmo de Panamá: El caso de los haemúlidos*. (pp. 76 -93). Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIB).

<https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1582/3/Cap%C3%ADtulo%204%20Biodiversidad%20y%20vulnerabilidad%20de%20ecosistemas%20costeros%20en%20Baja%20California%20Sur.pdf>

Yañez Arancibia, L. A. (1975). *Relaciones tróficas de la fauna ictiológica del sistema lagunar costero de Guerrero y aspectos parciales de dinámica de poblaciones de los peces de importancia comercial*. (pp. 199). Centro Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

Anexo

Anexo 1. Matriz de datos.

Especies	L. M., Ver.	P.V., Ver.	T., Ver.	L.T., Camp.	P.A., Camp.	C - P, Camp.	Mec. Tab.	L.G, Ver.
H.brasiliensis	1	0	0	0	0	0	0	1
H.meeki	1	0	0	0	0	0	0	0
S.timucu	1	0	1	0	0	0	0	1
S.notata	1	0	1	1	0	0	0	1
O.aenigmaticum	1	0	0	0	0	0	0	0
C.undecimalis	1	1	1	1	1	1	1	1
C.pectinatus	1	0	0	0	0	0	0	0
C.parallelus	1	1	1	1	1	1	0	1
O.saurus	1	1	1	1	1	0	0	1
T.falcatus	1	0	0	1	1	0	0	0
S.vomer	1	1	1	1	1	0	0	1
H.amblyrhynchus	1	0	0	1	1	1	0	0
L.cyanopterus	1	0	0	0	0	0	0	0
L.griseus	1	1	1	1	1	1	1	0
G.cinereus	1	0	0	1	1	1	1	1
E.melanopterus	1	0	1	1	1	1	1	1
E.gula	1	0	1	1	1	1	1	1
E.argenteus	1	1	1	1	1	1	0	1
D.rhombeus	1	1	1	1	1	1	1	1
D.auratus	1	1	1	1	1	1	1	1
E.plumieri	1	1	1	1	1	1	1	1
A.surinamensis	1	0	0	0	0	0	0	0
P.crocro	1	1	0	0	0	0	0	1
A.probatoccephalus	1	1	1	1	1	1	1	1
M.undulatus	1	1	0	1	1	1	1	1
B.chrysoura	1	1	1	1	1	1	1	1
B.ronchus	1	1	1	1	1	1	1	1
M.uropthalmus	1	0	0	0	0	0	0	0
G.dormitor	1	1	1	0	0	0	0	1
B.soporator	1	1	1	1	0	0	0	0
G.oceanicus	1	0	0	1	1	1	0	1
S.barracuda	1	0	1	0	0	0	0	0
C.spilopterus	1	1	1	1	1	1	1	1
C.uhleri	1	0	0	0	0	0	0	0
A.lineatus	1	1	1	1	1	1	0	1
E.saurus	0	1	1	1	0	1	0	1
B.gunteri	0	1	1	1	0	0	0	1
B.patronus	0	1	1	0	0	0	0	1
D.cephedianum	0	1	0	0	0	0	0	0
D.petenense	0	1	1	1	1	1	1	1
A.hepsetus	0	1	1	1	0	0	0	1
C.edentulus	0	1	1	1	1	1	1	1

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

<i>B.marinus</i>	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>C.melanopus</i>	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>O.beta</i>	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>P.porosissimus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>C.hippos</i>	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>L.rhomboides</i>	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>C.arenarius</i>	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>L.xanthurus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>P.cromis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>M.cephalus</i>	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>M.curema</i>	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>E.smaragdus</i>	0	1	1	0	0	0	0	1
<i>G.broussoneti</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>G.hastatus</i>	0	1	1	0	0	0	1	0
<i>S.cavadla</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>P.paru</i>	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>S.nepheles</i>	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>I.mitchilli</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>A.mexicanus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>A.felis</i>	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>H.clupeola</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>H.unifasiatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>S.marina</i>	0	1	1	0	0	0	0	1
<i>S.notara</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>F.grandis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>P.mexicana</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>M.martinica</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>M.beryllina</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>S.louisianae</i>	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>O.chrysopiera</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>C.nebulosus</i>	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>L.xanthurus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>C.schoepfii</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>E.pisonis</i>	0	1	1	0	0	0	1	0
<i>G.boleosoma</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>S.plagiusa</i>	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>N.brevirostris</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>D.sabina</i>	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>M.atlanticus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>O.gomesii</i>	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>M.punctatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>A.mitchilli</i>	0	0	1	1	1	1	1	1
<i>A.lyolepis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>H.roberti</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>S.foetens</i>	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>L.parva</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>C.variegatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>S.scovelli</i>	0	1	1	1	0	0	1	1
<i>P.tribulus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

<i>P.punctatus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>C.poeyi</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>E.striatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>T.carolinus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>C.chrysurus</i>	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>S.setapinnis</i>	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>C.latus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>C.crysos</i>	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>L.synagris</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>L.analis</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>U.lefroyi</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>C.nobilis</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>P.oetonemus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>C.nothus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>M.americanus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>S.ocellata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>D.maculatus</i>	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>E.lyricus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>C.faber</i>	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>S.guachancho</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>T.lepturus</i>	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>T.maculatus</i>	0	0	0	1	1	1	0	1
<i>S.parvus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>U.jamaicensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>H.schmardae</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>G.saxicola</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>O.oglinum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>S.janeiro</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>D.anale</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>H.erectus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>P.carolinus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>P.scitulus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>E.itajara</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>M.bonaci</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>T.goodei</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>L.apodus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>L.campechanus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>O.chrysurus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>L.surinamensis</i>	0	0	1	1	0	0	1	0
<i>A.virginicus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>H-aurolineatum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>H.bonariense</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>H.plumierii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>O.chrysoptera</i>	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>A.rhomboidalis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>C.penna</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>P.octonemus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>C.sanctaeluciaie</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>M.americanus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México.

<i>M.saxatilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>S.lanceolatus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>C.urophthalmum</i>	0	0	0	1	0	1	0	1
<i>O.niloticus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>T.zillii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>N.usta-usta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>E.crossotus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>B.ocellatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>S.civitatium</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>A.schoepfii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>M.ciliatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>S.hispida</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>A.quadricornis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>L.laevigatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>S.pachygaster</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>S.spengleri</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>S.testudineus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>H.jaguana</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>H.cyanoguttatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>G.schufeldti</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>S.aurita</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>P.latipunctata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>A.robertsoni</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>T.helleri</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>T.heterospilus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>P.synspilus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>G.bosc</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>O.lineatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>O.dentex</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>C.aguadulce</i>	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>M.urophthalmus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>P.splendida</i>	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>A.marvelae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>B.gilberti</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>V.fenestrata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>C.macrops</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>E.harengulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>G.broussonnetii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>G.maculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>M.furnieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>M.hospes</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>O.mossambicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>O.aureus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
CARRERA DE BIOLOGÍA
FORMATO F-5



OFICIO DE FECHA DE EXAMEN

QFB GRACIELA ROJAS VÁZQUEZ
JEFA DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 Presente

Le comunico que al alumno: **LOPEZ LLANOS JESICA SABINA** con número de cuenta **314212236** de la carrera **BIOLOGÍA** se le ha fijado el día **13 de Noviembre de 2023** a las **16:00 hrs.**, para presentar la réplica oral de su examen profesional, que tendrá lugar en esta facultad, ante el siguiente jurado:

CARGO	NOMBRE
PRESIDENTE	M. EN C. MACHUCA RODRIGUEZ CATALINA
VOCAL	M. EN C. MENDOZA VALLEJO ERNESTO
SECRETARIO	M. EN C. MONTAÑO ARIAS GENARO
SUPLENTE	MTRO. SANTANA MARTINEZ CARLOS ALBERTO
SUPLENTE	M. EN C. BRIBIESCA ESCUTIA GUADALUPE

FIRMA

 Gpe. Bribiesca

El título del trabajo escrito que se presenta es:

Biogeografía de peces estuarinos del Golfo de México

En la modalidad de: **TESIS**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 CDMX, a 18 de Septiembre de 2023

DR. VICENTE JESUS HERNÁNDEZ ABAD
 DIRECTOR DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES ZARAGOZA