



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Estructura poblacional de las especies del género *Eucinostomus* en el ecosistema costero de la Laguna de Ría Lagartos como base para el manejo del recurso.

T E S I S

Que para obtener el título de:

Licenciado en Manejo Sustentable de Zonas Costeras

P R E S E N T A:

Miguel Eduardo Pérez Martínez

Directora de tesis

Dra. Vanesa Papiol Nieves



Sisal, Yucatán, México.

Agosto 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi mamá y Dios, que me dio la vida, dando así el inicio de este viaje, porque siempre tienes las palabras para ayudarme a salir adelante, por no rendirte y sacar siempre fuerzas para seguir, te quiero mucho ma. A mi hermana Roció Alejandra y toda su familia que siempre me alentaron a seguir en este camino, a sus hijas Dani, Fernanda y Ximena por sus llamadas y palabras de apoyo. A mi padre que antes de partir me dijo que podía lograr todo aquello que me propusiera, te mando un abrazo a cualquier parte del universo donde te encuentres.

A la mejor directora de tesis, Dra. Vanesa Papiol Nieves que me brindo su confianza y apoyo durante todo este trayecto, por las horas, las ganas y el compromiso que tiene con el trabajo que hicieron posible finalizar esta tesis, gracias por todo.

Al extraordinario comité tutorial que tuve la fortuna de tener, la maestra Maribel Badillo Alemán y el maestro Alfredo Gallardo Torres que me apoyaron con las herramientas necesarias y su conocimiento en el laboratorio para la identificación de los organismos analizados, al doctor Xavier Chiappa Carrara que siempre me daba palabras de aliento y me ayudo con su gran experiencia a pulir esta tesis, al doctor Daniel Arceo Carranza que me hizo tener otra visión de la tesis y así ayudar a tener más herramientas para armar el documento final.

A la más grande y maravillosa máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México que te abre las puertas y te sientes como en casa, a la UMDI-SISAL donde curse mi licenciatura, la Facultad de Ciencias y la Unidad Académica de Ciencias y tecnología de la UNAM, sede Parque Científico Tecnológico de Yucatán.

Al Centro Mexicano de Innovación en Energía Océano (CEMIE-Océano), a la Dra. Cecilia Enríquez Ortiz, al Dr. Rodolfo Silva Casarín y el proyecto RLT1-12 por su apoyo.

A todos los compañeros que participaron y apoyaron en las campañas del proyecto CEMIE-Océano en Río Lagartos, Yasmin Dávila Jiménez, Luis Sauma, César Salazar Solís, Alejandra Garnica, Pablo Cabrera.

Al Parque Científico Tecnológico de Yucatán que me permitió hospedarme durante el proceso de mi tesis, a la Licenciada América Ceballos Vélez que me brindo su amistad y apoyo durante mi estancia en el parque.

A mi gran amigo Tomas Hernández (Tom Tom), que estuvo conmigo en los momentos más difíciles de este camino, por tu apoyo en el laboratorio y por compartir las aventuras que nos tenía destinado esta etapa de la vida, puras cosas buenas vendrán.

A todos los que me apoyaron en el camino, con buenas platicas, confianza y amistad que trabajan en el parque científico, Walter Ucan, Federico Piña, Alejandro Jiménez, Nielcer

Euan, Armando Pech. A Lourdes (Lulu) por todo su apoyo y confianza en residencia. A la mejor ciclista Araceli Guerrero por sus palabras de apoyo.

A mi compañera y amiga Yas que hizo las tardes muy agradables en el labo, frases que quedaran en la historia (no estás en el mercado, provechito, ¿si con quien hablo?), un abrazo eres una persona increíble.

Al grupo que se armó en residencias y que me dejaron grandes recuerdos, Enrique Ek (Kike) buenas platicas, chavo sigue así, Marco (El Campechano loco), Cesar Sima, Jose Nahao (Chikis), Alejandro Izquierdo (El caza fantasmas), Kary, Lore (la Reyna del Golfo) de Heuristic, Armando (El regañado), Juan Ramón Morales gracias por tu apoyo en el lab, a Karen Haydee Hernández Mendoza que me brindo su amistad y confianza, recuerda que vas a triunfar en la vida, Dalia Méndez por siempre estar dispuesta a compartir aventuras aunque te freseas, te quiero mucho.

A mi buen amigo Miguel Trejo (Mike) y mis apas que aun estando lejos me alentaron a seguir adelante, te quiero chavo. A Isabel Bello (Chabela) que también estuvo ahí siempre para decirme que podía lograrlo, A Zzabi Correa por su gran amistad y llamadas del extranjero, Alejandro Shirp y su mamá Doña Ady y familia que me ayudaron tanto, los quiero mucho. Ana Muñoz que sin saberlo me alentó a concluir esto, a Deyanira Clériga Morales que con su cariño me dijo que todo es posible, Isabel García Franco que me apoyo en un momento difícil de este proceso, gracias amiga, a Armando Carmona que me ayudo también en este proceso, un muy buen amigo, a Rudi Lara, Yarenne y Rommel por recibirme en su casa y ser unos excelentes amigos.

A Adriana Paredes y mi tocayo Lalo que me dejaron compartir con ellos una cena y su casa, son muy especiales en mi vida. Al Dr. Sergio Rodríguez (El doc) que siempre me alentaba a seguir adelante. A la maestra Gabriela Palomino, que aun con su carácter fuerte siempre te hace seguir por el buen camino, la Dra. Claudia Durruty Lagunes y toda su familia por su apoyo durante toda mi carrera. Al Maestro Héctor Cisneros y su esposa Vera que abrieron las puertas de su hogar y siempre me apoyaron y me brindaron su amistad.

A todas las grandes amistades que hice en Sierra Papacal y que siempre llevare en mi corazón, a Eugenio Pacheco, Bertha y familia que me dieron la confianza y me hicieron sentir como parte de la familia, abriéndome las puertas de su casa y amistad, A la tía Yoli y familia, a Chuy y familia que me dejaron compartir el año nuevo, a Don Carlos, Mario, Don Deivid. Don José Ucan y familia que me brindaron su amistad.

A Ernesto Medina (mani mani) y familia que siempre me apoyaron, A mi tía María Luisa que estuvo al pendiente, Ire, Ale, toño, Alfred (Gordo), tobe que se acordaban siempre, a mi tío Oscar, a mis abuelos que todavía siguen con nosotros y a los que ya están con dios.

A mi madre adoptiva de Sisal Gaby y el apa Jovani y familia que siempre se preocuparon por mí, a la abu, al profe y gran familia que siempre estaban ahí.

A mis grandes amigos del CIESAS, a la Dra Valentina Garza, que siempre me apoyo y me dio palabras de aliento, A Francisco Velarde (Paco) por todas esas noches bohémias y grandes pláticas que compartimos, una gran amistad chavo nos vemos pronto, Alberto Roa, Fernando Beltrán, Itzel Díaz y Toño que compartieron conmigo momentos increíbles.

A mi gran amigo José Ríos (El Burrito), que me ayudo en este proceso, por siempre estar aquí. A Miguel Camacho y Nadia Rivera (Los esposos) que estuvieron al pendiente de este proceso.

Y en especial a ti, el más hermoso ser que existe en la tierra, agradezco al universo la conspiración que hizo para encontrarte, conocerte y así poder unir mi vida a ti Norma Angélica Gallardo Bolaños, por confiar en mí, por tener paciencia, por no rendirte, por ser fuerte cada día, porque construyamos y mantengamos la familia que ahora somos con Oso, Mía tu y yo, fue un camino largo este proceso pero salimos adelante, nos esperan más años que quiero seguir viviendo a tu lado, pero de una forma diferente y como una nueva etapa en nuestras vidas, te amo y quiero estar a tu lado siempre.

¿QUIERES CASARTE CONMIGO Y COMPARTIR UNA VIDA LLENA DE AVENTURAS?

TE AMO ANGIE.

Contenido

Agradecimientos	3
Lista de figuras	7
Lista de Tablas	8
Lista de Anexos.....	9
Resumen.....	10
Introducción	12
Antecedentes	17
Justificación.....	18
Objetivo general	19
Objetivos particulares.....	19
Área de estudio.....	20
Trabajo de Campo	21
Especies analizadas	22
Procesamiento y análisis de datos	26
Resultados	29
Discusión.....	52
Conclusiones	58
Bibliografía	59
Anexos.....	63

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de la zona de estudio: Laguna Río Lagartos, donde se indican las distintas cuencas de la laguna (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo). Se indican también las estaciones de muestreo y su numeración durante las campañas.	21
Figura 2. Esquema de un organismo tipo de la familia <i>Gerreidae</i> (Mojarras). Tomado y modificado de Carpenter 2002.	22
Figura 3. <i>Eucinostomus argenteus</i> . Tomado y modificado de Carpenter 2002.	23
Figura 4. <i>Eucinostomus gula</i> . Tomado y modificado de Carpenter 2002.	23
Figura 5. <i>Eucinostomus harengulus</i> . Tomado de Carpenter 2002.	24
Figura 6. <i>Eucinostomus melanopterus</i> . Tomado de Carpenter 2002.	24
Figura 3. Vista superior de la cabeza de distintas especies del género <i>Eucinostomus</i> . Tomado y modificado de Carpenter 2002.	25
Figura 4. Vista de costado señalando longitud total y estándar <i>Eucinostomus</i> . Tomado y modificado de Robertson 2003.	26
Figura 5. Porcentaje de las especies encontradas en septiembre y febrero.	29
Figura 6. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de <i>E. argenteus</i> .	31
Figura 7. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de <i>E. gula</i> .	31
Figura 8. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de <i>E. harengulus</i> .	32
Figura 9. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de <i>Eucinostomus</i> spp.	33
Figura 10. Variaciones en la densidad (promedio y desviación estándar) de <i>E. argenteus</i> y <i>E. gula</i> entre estaciones en septiembre y febrero.	35
Figura 11. Variaciones en la densidad (promedio y desviación estándar) de <i>E. harengulus</i> y <i>Eucinostomus</i> spp. entre estaciones en septiembre y febrero.	37
Figura 12. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de <i>E. argenteus</i> .	38
Figura 13. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de <i>E. gula</i> .	38
Figura 14. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de <i>E. harengulus</i> .	39
Figura 15. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de <i>Eucinostomus</i> spp.	40

Figura 16. Variaciones de la biomasa (promedio y desviación estándar) de <i>E. argenteus</i> y <i>E. gula</i> entre estaciones en septiembre y febrero.	41
Figura 17. Variaciones en la biomasa (promedio y desviación estándar) de <i>E. harengulus</i> y <i>Eucinostomus</i> spp. en septiembre y febrero.	42
Figura 18. Distribución de tallas de <i>E. argenteus</i> en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.	44
Figura 19. Distribución de tallas de <i>E. gula</i> en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.	45
Figura 20. Distribución de tallas de <i>E. harengulus</i> en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.	46
Figura 21. Distribución de tallas de <i>Eucinostomus</i> spp. en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.	47
Figura 22. Relación longitud-peso de <i>E. argenteus</i> en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).	48
Figura 23. Relación longitud-peso de <i>E. gula</i> en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).	49
Figura 24. Relación longitud-peso de <i>E. harengulus</i> en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).	49
Figura 25. Relación longitud-peso de <i>Eucinostomus</i> spp. en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).	50

Lista de Tablas

Tabla 1. Abundancia total y densidad (individuos/400m ²) promedio del género <i>Eucinostomus</i> en las campañas de septiembre y febrero. n=total de organismos colectados, M=media de densidad en cada campaña, DS=desviación estándar.	30
Tabla 2. Peso total y biomasa promedio (g/400m ²) del género <i>Eucinostomus</i> de las campañas de septiembre y febrero. Pt= peso total, M=media de la biomasa, DS=desviación estándar.	36
Tabla 3. Cálculo de la relación longitud-peso de <i>E. argenteus</i> en septiembre y febrero.	48
Tabla 4. Cálculo de la relación longitud-peso de <i>E. gula</i> en septiembre y febrero.	48
Tabla 5. Cálculo de la relación longitud-peso de <i>E. harengulus</i> en septiembre y febrero.	49
Tabla 6. Cálculo de la relación longitud-peso de <i>Eucinostomus</i> spp. en septiembre y febrero.	50
Tabla 7. Diferencias estadísticas del promedio de $K*100$, en los meses de septiembre y febrero de las especies de <i>Eucinostomus</i> .	51

Lista de Anexos

Anexo 1. Posición geográfica de las estaciones realizadas en el mes de septiembre.	63
Anexo 2. Posición geográfica de las estaciones realizadas en el mes de febrero.	64
Anexo 3. Promedio \pm desviación estándar de la densidad (ind/400 m ²) y biomasa (biomasas/400m ²) de <i>E. argenteus</i> , <i>E. gula</i> , <i>E. harengulus</i> y <i>Eucinostomus</i> spp. por estación en el mes de septiembre.	65
Anexo 4. Promedio \pm desviación estándar de la densidad (ind/400m ²) y biomasa (biomasas/400m ²) de <i>E. argenteus</i> , <i>E. gula</i> , <i>E. harengulus</i> y <i>Eucinostomus</i> spp. por estación en el mes de febrero.	66
Anexo 5. Resultados de pruebas estadísticas (Kruskal-Wallis) de la abundancia entre cuencas en los meses de septiembre y febrero. Se indican el valor de Z y el valor de p, no significativo (ns), $p < 0.05$ (*), $p < 0.001$ (**), $p < 0.001$ (***)).	67
Anexo 6. Resultados de pruebas estadísticas (Kruskal-Wallis) de la biomasa entre cuencas del mes de septiembre y febrero. Se indican el valor de Z y el valor de p, no significativo (ns), $p < 0.05$ (*), $p < 0.001$ (**), $p < 0.001$ (***)).	68
Anexo 7. Zona donde está permitida la actividad pesquera dentro de la laguna de Ría Lagartos (se presenta señalada en la siguiente imagen), mapa obtenido del Plan de manejo de la reserva de Ría Lagartos.	69

Resumen

Las zonas costeras tienen una importancia fundamental para la vida en el planeta. Prácticamente todos los seres vivos se benefician de alguna de las actividades que ocurren o se realizan en ellas (p. ej. inicio de muchas cadenas alimenticias, turismo, actividad económica). Una gran parte de la población mundial habita en la zona costera y depende de los ecosistemas que en ésta se encuentran tanto a nivel económico como cultural.

Entre los grupos faunísticos más importantes en las lagunas costeras se encuentran los peces, ya que están presentes de manera abundante y diversa. En estos sitios muchas especies encuentran zonas de refugio, alimentación y crianza. Es por esta razón que el presente trabajo aborda aspectos poblacionales de peces de la familia Gerreidae, comúnmente conocidos como mojarras. Estos son peces regularmente de tallas pequeñas y de color plateado, con cuerpo alargado, elíptico o romboide, y rostro puntiagudo. *Eucinostomus* es uno de los géneros dominantes dentro de la familia en distintos sistemas lagunares en México. Debido a su amplia distribución y a su carácter dominante, estos organismos son modelo para evaluar espacial y temporalmente las dinámicas de los sistemas.

En la presente tesis se analizan las dinámicas espaciales y temporales (intra-anales) de la estructura poblacional de las especies del género *Eucinostomus* en la laguna de Ría Lagartos, donde es dominante, integrando información de dos épocas del año. La estructura poblacional de las especies del género se caracterizó mediante análisis de la densidad y la biomasa, distribución de tallas, relación longitud-peso, crecimiento relativo y factor de condición.

Se colectó un total de 2,610 organismos. Los resultados indicaron la presencia de tres especies: *E. gula*, *E. argenteus* y *E. harengulus*. Muchos de los organismos colectados no se pudieron clasificar a nivel de especie debido a su pequeño tamaño (longitud estándar (LE) <3 cm). Los organismos en la cuenca lagunar de El Cuyo fueron escasos (3 organismos en total). En las otras dos cuencas de la laguna (i.e. Río Lagartos y Las Coloradas) dominaron las especies *E. gula* y *E. argenteus*. En septiembre, los organismos se distribuyeron esencialmente en la cuenca de Río Lagartos, y en febrero también se hallaron distribuidos en la cuenca de Las Coloradas. Prácticamente todos los organismos encontrados fueron juveniles (LE < 12 cm) y se observó un importante pico de abundancia de organismos de muy pequeño tamaño (LE entre 1 y 3.5 cm) en septiembre en la cuenca Río Lagartos, lo que sugiere un reclutamiento estacional. El crecimiento de todos los organismos fue isométrico y el factor de condición fue, más bajo en febrero que en septiembre para *E. argenteus* y *E. harengulus* y no cambió entre periodos en *E. gula* y los organismos de la categoría *Eucinostomus* spp. Teniendo en cuenta toda esta información, se sugieren algunas iniciativas básicas para el manejo de las especies del género.

Los datos generados pueden ayudar a entender una parte del sistema, ya que la especie funciona como un eslabón o conector para transferir energía. Este tipo de estudios que pueden ser utilizados en un futuro para la creación de planes de manejo que establezcan un uso adecuado de las zonas costeras.

Introducción

Lagunas costeras

Las lagunas costeras son cuerpos de agua que se encuentran contiguos a la costa de forma paralela y se pueden encontrar en la mayoría de los continentes (Kjerfve, 1994). Están separadas del mar por lo que se denomina una isla de barrera y presentan una o varias conexiones directas con el mar. Se sitúan por debajo del promedio más alto de las mareas y en ocasiones reciben aportes de agua dulce provenientes de ríos o manantiales, conocidos también por el nombre de ojos de agua (Lankford, 1997).

La importancia de los sistemas lagunares para el ser humano radica en que en estos se desarrollan distintas actividades como el turismo, acuicultura, pesca o extracción de sal, entre otras. Esto es muy importante ya que en la zona costera habita alrededor del 40 % de la población mundial (De Andrés y Barragán 2016), que a la vez depende económicamente de estas actividades. Todo esto no sería posible sin las características que presentan estos sistemas y que los hace tan complejos en su funcionamiento como son: productividad muy alta proveniente del aporte de una gran variedad de productores primarios, presencia de diferentes hábitats que se ven influenciados por las mareas y circulación e intercambio de distintos compuestos dentro del mismo sistema y con zonas aledañas al mar, ayudando a la productividad y diversidad regional (Alongi 1998; Herrera-Silveira y Cortes Balam 2010). La variación espacial de todas estas características dentro de cada sistema permite que dentro de los sistemas encontremos varias zonas con diferentes condiciones (Carvalho et al. 2011).

Las lagunas costeras en México

México tiene más de 11,000 km de línea de costa en el océano Pacífico, Golfo de México, Golfo de California y mar Caribe. Es un país rico en sistemas lagunares costeros: cuenta con más de cien sistemas repartidos en las costas de los océanos Pacífico y Atlántico (Contreras-Espinoza 1993). Aunque tienen un alto valor económico y ecológico, sufren un gran deterioro y contaminación debido a los asentamientos humanos que se encuentran cerca de estos sitios. La falta de cultura para un manejo adecuado de los residuos, las descargas de aguas contaminadas, además de la construcción de caminos que modifican o cierran los flujos de agua y que en muchos casos han ocasionado la eutrofización de las lagunas han causado la degradación de dichos ecosistemas y disminución de los recursos pesqueros (Herrera-Silveira y Cortés Balam 2007; Arreola 2008).

Las características morfológicas y físicas de lagunas costeras de México están definidas por las características climáticas de la zona del país en que se encuentren (Álvarez-Arellano y Gaitán Moran 1994).

El caso de Yucatán

En la península de Yucatán las lagunas costeras están presentes en la mayor parte de la zona costera y ocupan un 90% del total de los ecosistemas que se conectan con el mar. Debido a que la península tiene un suelo cárstico y permeable no tiene ríos superficiales, siendo sus principales aportes de agua dulce afloramientos de agua subterránea y lluvias (Herrera-Silveira y Cortés Balam 2007). En los sistemas lagunares de la península de Yucatán, las condiciones ambientales están establecidas principalmente por la precipitación, la temperatura y los vientos. Se distinguen 3 temporadas climáticas en la región secas (marzo-junio), lluvias (julio-octubre) y nortes (noviembre- febrero) (Figueroa-Espinoza et al. 2017).

Las lagunas costeras pueden ser clasificadas clasifican según su salinidad típica como:

- Oligohalina (<10 ups)
- Estuarina (11-30 ups)
- Euhalina (31-40 ups)
- Hiperhalina (>40 ups)

En Yucatán las principales lagunas son:

- Laguna de Celestún, cuya característica principal es que tiene una menor salinidad en su parte interna que aumenta hacia el mar. Esto es debido a los aportes de agua dulce provenientes de los manantiales que se encuentran alrededor y en la parte central de la laguna.
- Laguna de Chelem, que se caracteriza por ser hiperhalina, excepto en una parte que se conoce como *pista de canotaje*, donde llega a presentar valores oligohalinos.
- Laguna de Dzilam, que, debido a su morfología, presenta valores de salinidad muy variables debido a sus aportes de agua de manantiales y del mar.
- Laguna de Ría Lagartos, que se considera como una laguna hiperhalina, ya que el mayor afluente de agua lo recibe del mar y tiene muy poco aporte de agua dulce y una alta evaporación (Herrera Silveira y Morales Ojeda 2010).

Debido a la importancia económica y ecológica que tienen las lagunas costeras en Yucatán, se han realizado estudios para conocer las características morfológicas y físico-químicas, la biodiversidad de productores primarios (Herrera Silveira 1997; Ortegón-Aznar et al. 2001), la ictiofauna (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2004; Arceo-Carranza et al. 2010; Bonilla-Gómez et al. 2013), los hábitos alimenticios de algunas especies comerciales (Guevara et al. 2007; Arceo-Carranza & Chiappa-Carrara 2015, Chi-Espínola y Vega-Cendejas 2016) o aspectos pesqueros (Leal et al. 2009).

La ictiofauna en las lagunas costeras

A nivel faunístico, la ictiofauna se considera uno de los principales componentes bióticos de los sistemas lagunares porque transfiere nutrientes entre los diferentes niveles de la cadena trófica e intercambia energía con ecosistemas vecinos y la almacena dentro del ecosistema (Yáñez-Arancibia 1977). Los peces lagunares pueden utilizar el sistema durante toda su vida o temporalmente para alimentarse, reproducirse o protegerse, y se pueden hallar especies dulceacuícolas, salobres y marinas, además de especies reconocidas por su alto valor comercial, como el robalo, mojarra plateada o pargo (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2010). De hecho, las lagunas costeras son utilizadas mayormente por organismos juveniles o en fases reproductivas. Por todo esto, los peces lagunares revisten una gran importancia ecológica y económica.

La composición, distribución y abundancia de la ictiofauna lagunar está asociada con los factores físico-químicos y biológicos en el ambiente (Zubiria et al. 2009). Las variaciones espaciales y temporales en estos factores pueden provocar cambios en la estructura de las comunidades o poblaciones ícticas. Además de las condiciones físico-químicas del sistema, las relaciones intra e inter específicas, como por ejemplo la depredación y la competencia, juegan un papel importante en la estructura de la ictiofauna. Todos estos factores controlan también la alimentación, migración o selección del hábitat (Pacheco et al. 2010). Cada especie responderá de distinta manera a los distintos recursos, condiciones e interacciones, presentando una estructura poblacional única. El conocimiento de la distribución y abundancia de las especies presentes en los sistemas lagunares y sus variaciones temporales y espaciales nos podría ayudar a entender mejor el comportamiento de las mismas y su papel en el ecosistema (Farreras 2006). El estudio de la estructura de las poblaciones ícticas permite visualizar la abundancia (densidad) la cual refleja la cantidad de individuos de una especie que se encuentra en un lugar determinado, y puede ser un indicador de bienestar de un sistema, así como mostrar la disponibilidad de alimento (Arceo-Carranza et al. 2010). La abundancia también se relaciona con la cantidad de materia viva producida por los organismos en un área determinada, denominada biomasa, que nos puede dar un estimado de la cantidad de materia que aporta una o varias especies al sistema y que es importante debido al papel que juega en la cadena trófica al transformar, conducir, intercambiar y almacenar energía a diferentes niveles (Yáñez-Arancibia y Nugent 1976).

Las variaciones espaciales y temporales en las poblaciones ícticas de lagunas costeras también se ven reflejadas en cambios en la distribución de los organismos según su tamaño. Las especies con reproducción estacional suelen presentar distintas tallas de los organismos a lo largo del año, asociadas al periodo reproductivo (Tzeek 2013). A nivel espacial, las variaciones en las condiciones y disponibilidad de recursos en una laguna, especialmente en la presencia de hábitats para refugio o en la disponibilidad de distintas fuentes de alimento, favorecerán la presencia de organismos de distinto tamaño (González-Sansón et al. 2016). La disponibilidad de alimento, la edad y el estado reproductivo de los organismos son

factores intrínsecamente relacionados y son determinantes de la condición fisiológica de los organismos. Conocer los patrones espaciales y temporales en los distintos aspectos poblacionales de las especies ícticas proporcionan información valiosa para el establecimiento de estrategias adecuadas para su manejo.

Familia Gerreidae y el género Eucinostomus

La familia Gerreidae, cuyos componentes se conocen comúnmente como mojarra, se encuentra principalmente en aguas de zonas costeras de latitudes tropicales y subtropicales. Además, contiene especies que se distribuyen en aguas salobres o dulces en esteros, lagunas y bahías. Se halla predominantemente en fondos arenosos o fangosos, en praderas de pastos marinos, en los bordes de bosques de manglar, cerca de zonas de playa y en las formaciones arrecifales adyacentes, donde se alimenta de invertebrados bentónicos y plantas (Carpenter 2002).

Las especies de la familia Gerreidae son muy abundantes y se encuentran ampliamente distribuidas en sistemas lagunares costeros. Debido a su amplia distribución y a su carácter dominante, los miembros de esta familia han sido considerados como modelo para evaluar espacial y temporalmente las dinámicas de los sistemas (Pontes Franco et al. 2012; Chi-Espínola y Vega-Cendejas 2016). Además, cumplen una importante función de transmitir, intercambiar y almacenar energía dentro y fuera del sistema, participando como intermediario entre consumidores primarios y organismos piscívoros (Pineda-Peralta et al. 2016).

La familia Gerreidae está clasificada dentro de la clase Actinopterygii, y se reconocen ocho géneros dentro de la familia: *Parequula*, *Pentaprion*, *Eugerres*, *Diapterus*, *Eucinostomus*, *Gerres*, *Ulema* y *Xistae* (de la Cruz 2012). Las especies del género *Eucinostomus* son las que más frecuentemente se han reportado en lagunas costeras. Este género incluye especies de importancia económica que se venden como carnada para actividades de pesca deportiva, siendo el objetivo la captura de peces de alto valor comercial. Los organismos del género *Eucinostomus* son capturados desde tallas pequeñas regularmente como pesca incidental y son aprovechados para realizar salchichas, sopa seca, galletas o croquetas y también se comercializan en fresco o como harina de pescado. Estos organismos, además, contribuyen a la dieta de especies de importancia económica como es el pargo *Lutjanus* spp. (Guevara et al. 2007; Leal et al. 2009; Ocampo 2012; Gallardo Torres et al. 2014). Se reconocen diez especies del género *Eucinostomus*: *Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863) que es anfiatlántica y típica del componente marino eurihalino; cinco especies pertenecientes exclusivamente al Atlántico occidental: *Eucinostomus havana* (Nichols, 1912), *Eucinostomus jonesii* (Gunther, 1879), *Eucinostomus harengulus* (Goode & Bean, 1879), *Eucinostomus gula* (Quoy & Gaimard, 1824) y *Eucinostomus argenteus* (Baird & Girard, 1855); y otras cuatro especies presentes en el Pacífico oriental tropical: *Eucinostomus currani* (Zahuranec, 1980), *Eucinostomus entomelas* (Zahuranec, 1980), *Eucinostomus*

gracilis (Gill, 1862) y *Eucinostomus dowii* (Gill, 1863) (Castro-Aguirre et al. 1999; García Pioquinto 2013).

Se ha registrado que las especies del género *Eucinostomus* se reproducen en aguas marinas y utilizan las lagunas costeras en sus primeras etapas de desarrollo (juveniles) para protegerse y alimentarse. En etapas adultas se pueden encontrar en el mar a profundidades de hasta 30 m (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia 1986; Chaves y Otto 1998; López Martínez et al. 2011). La dieta de los organismos de este género se compone principalmente (50%) de anfípodos, anélidos y detritus. Su alimentación varía temporal y espacialmente dependiendo de la disponibilidad de alimento (Chi-Espínola y Vega-Cendejas 2016; Pineda-Peralta et al. 2016; Wida et al. 2002).

Hay múltiples estudios que hacen referencia a la abundancia de las especies del género *Eucinostomus* en sistemas lagunares. En el estuario Mambucaba, al sudeste de Brasil, *Eucinostomus* es un género abundante y dominante en todo el sistema (Pontes Franco et al. 2012), con presencia de las especies *E. gula* y *E. argenteus*. En la bahía de Guanabara en Brasil la especie *E. argenteus* está presente durante todo el año y ocupa el sitio como zona de crianza y crecimiento (Correa y Vianna 2015). El género *Eucinostomus* y en específico *E. gula* también es dominante en sistemas estuarino-lagunares de la Península de Yucatán, como de los petenes de Campeche (Muñoz Rojas et al. 2012), la laguna de La Carbonera y el sistema lagunar de Río Lagartos. En las dos últimas lagunas mencionadas, la especie *E. argenteus* también es muy abundante (Vega-Cendejas 2007; Bonilla 2014).

Antecedentes

En la Península de Yucatán las lagunas costeras ocupan al rededor del 90% de la superficie de la zona costera. Los peces representan una gran parte de la biomasa faunística presente en los sistemas lagunares y estos sitios son utilizados por diferentes especies para la crianza al contar con hábitats adecuados para su protección y alimentación, razón por la cual se han hecho trabajos que describen la dinámica poblacional.

Varios estudios sugieren que las especies del género *Eucinostomus* utilizan los sistemas lagunares en etapas tempranas de su vida. En la parte norte del caribe colombiano se describió que *E. argenteus* se encuentra en estados juveniles cerca a la costa, en sitios asociados a manglares y pastos marinos que los peces utilizan como zona de alimentación y refugio, y los individuos maduros están más alejados de la costa (Pacheco et al. 2010). En un pequeño estuario dentro del río Mambucaba en el sureste de Brasil, se encontraron 4 especies del género *Eucinosotmus* (*Diapterus rhombeus*, *Eucinosotmus argenteus*, *Eucinosotomus gula*, *Eucinosotmus melanopterus*, *Eugerres brasilianus*) dentro del estuario en tallas pequeñas (menores a 7 cm) en la entrada del sistema y más al centro se encontraron organismos por arriba de esas tallas, lo que sugiere utilizan la entrada del estuario para protegerse (Pontes Franco et al. 2012). En la bahía de Guanabaras al sureste de Brasil, se ha descrito que *E. argenteus* estuvo presente durante todo el año, siendo el 80% de los organismos juveniles, es decir, los individuos estaban por debajo de la talla de madurez sexual, que equivale a una longitud total de 12 cm (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia 1986; Corréa y Vianna 2015). En este mismo sistema se observó que *E. argenteus* tiene un reclutamiento en los primeros meses del año y que utiliza el sistema para su crecimiento. En la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, se describe a dos especies del genero *Eucinostomus*: *Eucinostomus dowii*, con el 63.8 % del total recolectado eran juveniles y *Eucinostomus currani* todos eran juveniles y se encontraban entre los 3 y los 5 cm en promedio, indicando que estos se encuentran en estado juvenil dentro de la laguna (Gonzales-Sansón et al. 2016). Se tiene registro que el género *Eucinostomus* tarda un aproximado de 5 meses en alcanzar los 3 cm de longitud estándar (López-Martínez et al 2011),

En la península de Yucatán se ha descrito que *E. gula* se reproduce en la región (laguna de Celestún) de abril a agosto, teniendo una máxima de desove en el mes de abril (Mexicano-Cintora 1999; Dávalos Navarro 2018). Varios estudios han reportado que *E. gula* y *E. argenteus* son especies muy abundantes y se encuentran en etapas juveniles en la Laguna de Ría Lagartos (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2004; Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas 2011). Ambas especies presentan mayor densidad en la entrada de la laguna y la cuenca de Las Coloradas y que no se encuentran organismos mayores a los 9 cm de longitud estándar (Peralta-Meixueiro 2006; Vega-Cendejas 2007).

Justificación

México es un país en el que las zonas costeras rodean una parte importante del territorio nacional. Estas zonas albergan los ecosistemas más productivos y más diversos del planeta: los manglares, los humedales, los estuarios, las lagunas costeras y los arrecifes de coral permiten la existencia de una enorme cantidad y variedad de vida en su interior y son el punto del que parten muchas de las cadenas alimenticias en los océanos.

Los sistemas lagunares costeros son sitios de importancia económica debido a todas las actividades que en ellos se realizan, tales como pesca, acuicultura y actividades ecoturísticas. Al ser lugares que presentan una productividad muy alta, permiten actividades de resguardo y crianza de varias especies. En Yucatán, un claro ejemplo de esto es la laguna de Río Lagartos, que es la laguna más grande del Estado y está enlistada como sitio Ramsar. Por esto, el estudio de la estructura poblacional de las especies que en ella habitan se vuelve crítico. El estudio del género *Eucinostomus* es especialmente relevante porque este género se encuentra entre los más abundantes en la laguna, así como en otros sistemas lagunares de la región, y contribuye económicamente a las comunidades que se benefician de alguno de sus usos (p. ej. harina de pescado, carnada para pesca). Además, es un importante eslabón intermedio en redes tróficas y contribuye a la dieta de especies de importancia económica, como el pargo. A pesar de la importancia de las especies de este género, los patrones espaciales y temporales en la estructura poblacional de las distintas especies que lo integran no se han estudiado. Este conocimiento es fundamental ya que proporciona información de base que puede contribuir a la generación de planes de manejo integrales para los hábitats costeros.

En el presente trabajo se aborda el estudio de la estructura poblacional de las especies del género *Eucinostomus* dentro de la laguna de Río Lagartos.

Objetivo general

Conocer la estructura poblacional de las especies del género *Eucinostomus* en las diferentes cuencas de la Laguna de Ría Lagartos (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo) durante dos periodos del año (septiembre y febrero) como base para su manejo.

Objetivos particulares

- Determinar los patrones espaciales de densidad y biomasa de las distintas especies del género *Eucinostomus* en septiembre de 2017 y febrero de 2018.
- Describir los patrones espaciales en la distribución de tallas de las especies del género *Eucinostomus* en los dos meses estudiados.
- Determinar la relación longitud-peso y factor de condición de las especies del género *Eucinostomus* en los dos meses de estudio.
- Proponer estrategias que ayuden al manejo de las especies del género *Eucinostomus* dentro de la laguna.

Área de estudio

Un sistema lagunar de mucha importancia en México es la Laguna Ría Lagartos, que se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, al noreste de la Península de Yucatán. Esta reserva fue decretada zona de refugio faunístico en 1979 y a principios de los años 80 se le impone la categoría de Reserva de la Biosfera. En 1986 fue anexada a la lista de humedales de importancia internacional mejor conocida como RAMSAR (Secretaría de la Convención de Ramsar 2013), entrando a esta lista por las características de hipersalinidad que presenta, que la hacen única en el mundo. Además, en la laguna se encuentra la segunda industria salinera más importante del país. Dentro de la laguna se presentan especies con alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre ellas se encuentra el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) para el grupo de los reptiles, el plateadito yucateco (*Menidia colei*), la sardina yucateca (*Astyanax altior*), la sardina gigante (*Fundulus grandisimus*), el caballito de mar, (*Hippocampus erectus*). También se halla el flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber ruber*) que ocupa el sitio para anidar (SEMARNAT 2018, Ramos-Zapata et al. 2017).

La laguna de Río Lagartos es la más grande de Yucatán; se extiende por más de 74 km paralela a la costa y su amplitud varía entre 3.5 y 25 m (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda 2010). En la parte norte la separa del mar una isla de barrera y su profundidad va de los 0.5 m a 3 m. Debido a que sólo cuenta con 3 conexiones con el mar en su vertiente oeste y a que presenta pocos aportes de agua dulce que recibe de afloramientos internos y lluvias, la renovación de agua es muy poca (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda 2010). Además, la evaporación excede la precipitación, por lo que la laguna presenta un carácter extremadamente hipersalino, y la salinidad aumenta en dirección oeste-este desde valores cercanos a la salinidad marina (ca. 35 ups) a valores >100 ups en el este (Valdes y Real 2004; Chi-Espínola y Vega-Cendejas 2016). Dentro del sistema se describen 3 cuencas (Ríalo Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo) separadas por estrechamientos o angosturas (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2004). Estas tres cuencas se distinguen porque entre ellas se producen gradientes ambientales marcados, especialmente en cuanto a los rangos de salinidad que albergan, y en ellos se encuentran distintos ensamblajes de peces (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2004; Peralta- Meixueiro y Vega-Cendejas 2011) y de vegetación sumergida (Ortegón-Aznar et al. 2001).

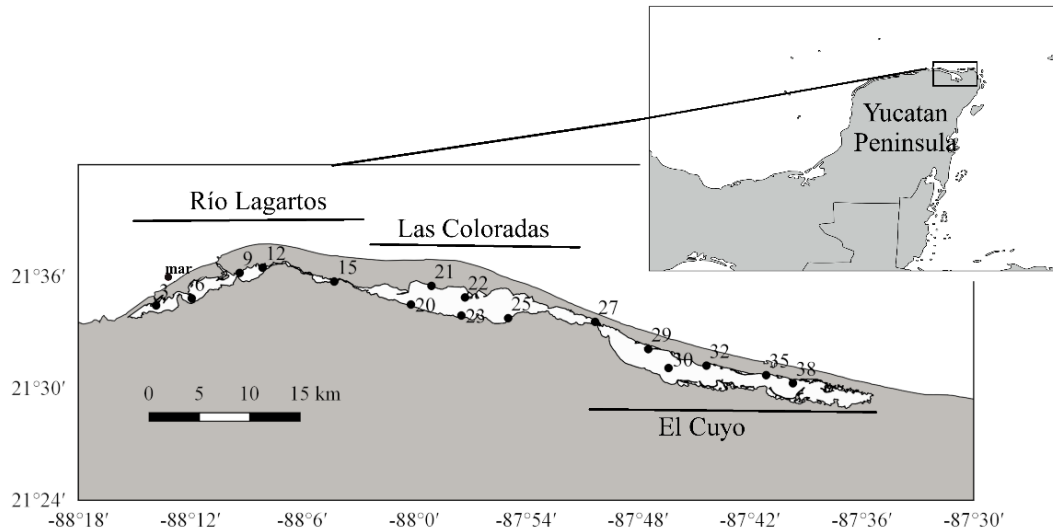


Figura 26. Mapa de la zona de estudio: Laguna Río Lagartos, donde se indican las distintas cuencas de la laguna (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo). Se indican también las estaciones de muestreo y su numeración durante las campañas.

Trabajo de Campo

El material biológico se recolectó en dos periodos distintos: la campaña RL1709, realizada entre el 25 de septiembre y el 5 octubre del 2017, en que se recolectaron muestras en 16 estaciones (Figura 1; Anexo 1), y la campaña RL1802, realizada del 22 al 28 de febrero del 2018 y en que se recolectaron muestras en 15 estaciones (no se tomaron muestras en la estación 38, al oeste, debido a la ausencia de agua) y en dos estaciones adicionales: una estación que se realizó en el mar (Figura 1; Anexo 2) y una estación que se realizó en la parte sur de la estación 9, donde se halla el canal profundo de entrada de embarcaciones a la laguna. Estas últimas denominadas como cuenca Marina se realizaron con el fin de tener representada la zona de posible transporte directo entre el mar y la laguna. Las estaciones se distribuyen a lo largo de toda la laguna y se posicionaron geográficamente con un GPS Garmin GPSMAP64 en las dos campañas. Los muestreos se realizaron en el marco del proyecto Consorcio Mexicano de Innovación en Energía Océano (CEMIE-Océano).

Para la captura de los organismos, se utilizó una red de arrastre tipo chinchorro de 40 m de largo con una profundidad de 1 m y 1.27 cm de apertura de malla (Permiso de pesca N° DOPA/04031/310510.1940) y se realizaron dos arrastres por estación. La técnica de muestreo consistió en arrastrar el chinchorro y abrirlo en forma de U hasta llegar a una distancia aproximada de 15 m del punto de inicio en abertura total. El área total de muestreo por cada arrastre está estandarizada en 400 m² (Bonilla 2014). Los organismos capturados se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas anotando los siguientes datos: campaña, fecha, estación y número de réplica. Los organismos capturados con el primer chinchorro de cada estación se congelaron con la finalidad de poder llevar a cabo análisis químico de isótopos

estables de los organismos en el futuro, dentro del marco del proyecto CEMIE-Océano. Los organismos capturados con el segundo chinchorro realizado en cada estación se fijaron en formol al 4% y posteriormente en laboratorio se cambiaron a otro fijador (alcohol al 70%), para mantener de la mejor manera posible las estructuras de los tejidos y células una vez que los organismos hayan muerto (Verdín Terán et al. 2013).

Especies analizadas

Los organismos colectados se identificaron taxonómicamente siguiendo las guías de Carpenter (2002) y Gallardo Torres et al. (2014) con ayuda de un estereoscopio Nikon SMZ445 (0.8-3.5X). Para la clasificación taxonómica se consideraron las cuatro especies del género *Eucinostomus* previamente reportadas en la laguna: *E. argenteus*, *E. gula*, *E. harengulus*, *E. melanopterus* (Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas 2011; Vega Cendejas 2007; Vega-Cendejas et al. 2017). A continuación, se presenta un resumen de las principales características taxonómicas de la familia Gerreidae y de las especies del género *Eucinostomus* presentes en la laguna Ría Lagartos.

Las especies de la familia Gerreidae son peces regularmente de tallas pequeñas y de color plateado. Pueden tener el cuerpo alargado, elíptico o romboide, y sus escamas son de tipo ctenoides. Su línea lateral es continua hasta la base caudal, su rostro es puntiagudo y la boca protráctil (Figura 2). Son organismos con perfil inferior cóncavo y casi todos con escamas, el maxilar sin hueso suplementario, sólo con dientes viliformes, membranas branquiales separadas, libres del istmo, branquiespinas cortas, aleta dorsal continuas, anales simples y vaina anal escamosa (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia 1986).

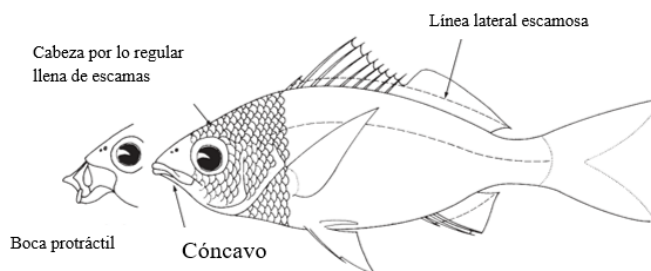


Figura 27. Esquema de un organismo tipo de la familia *Gerreidae* (Mojarras). Tomado y modificado de Carpenter 2002.

Eucinostomus argenteus

Distribución: se encuentra de Nueva Jersey al sur de Brasil. Medio ambiente marino; asociada a arrecifes, agua salobre y agua dulce. Es una especie bentónica que habita en la plataforma continental y en fondos de arena.

Morfología: Cuerpo fusiforme, boca protráctil, maxilar no alcanza el margen anterior de la pupila (Figura 3). El borde del preopérculo y el hueso preorbital son lisos. Cuerpo plateado.

Talla máxima reportada: 38 cm.

Fórmula radial: D IX-10, A III-7, P 14-16, Pv I-5

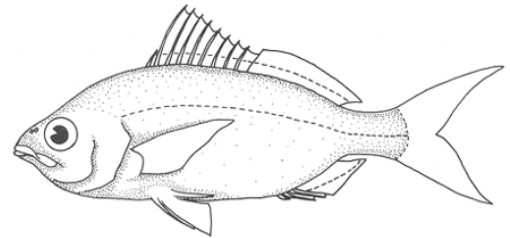


Figura 28. *Eucinostomus argenteus*. Tomado de Carpenter 2002.

Eucinostomus gula

Distribución: presente desde las Bermudas hasta Massachusetts y de Carolina del Norte en Estados Unidos a las costas de Argentina. Medio ambiente marino, agua dulce y salobre, asociado a arrecifes, es de hábitat bentónico asociada a praderas de pastos marinos con vegetación y fondos arenosos.

Morfología: Cuerpo fusiforme, boca protráctil, maxilar no alcanza el margen anterior de la pupila (Figura 4). El borde del preopérculo y el hueso preorbital son lisos, aleta dorsal moderadamente dentada, cuerpo plateado con reflejos azulados en la parte dorsal, anal y caudal.

Talla máxima reportada: 23 cm

Fórmula radial: D IX-10, A III-7, P 14-16, Pv I-5

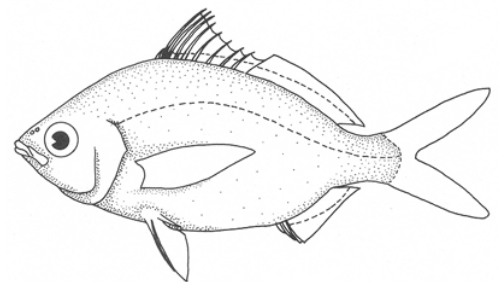


Figura 29. *Eucinostomus gula*. Tomado y modificado de Carpenter 2002.

Eucinostomus harengulus

Distribución: se encuentra de Brasil al golfo de México, sin reportes en Belice. Medio ambiente salobre y marino, hábitat demersal, aguas estuarinas, praderas con pastos marinos, fondos lodosos, bosques de manglar y puede entrar en lugares de agua dulce.

Morfología: Cuerpo fusiforme, boca con el maxilar protráctil y el surco pre maxilar continuo (Figura 5). El borde del preopérculo y del hueso preorbital son lisos, es la especie con más pigmentación plateada, presenta una marca oscura en forma de V en el hocico.

Talla máxima reportada: 15 cm

Fórmula radial: D IX-10, A III-7, P 14-16, Pv I-5

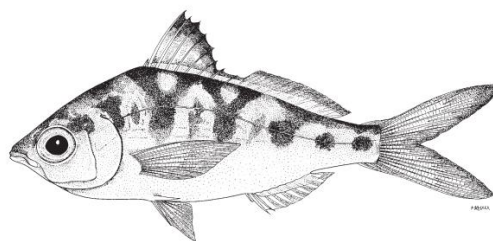


Figura 30. *Eucinostomus harengulus*. Tomado de Carpenter 2002.

Eucinostomus melanopterus

Distribución: se encuentra desde Nueva Jersey y este de la Florida del sur, a través de las Antillas hasta Río de Janeiro en Brasil, ausente en la punta de la Florida, pero se presenta en el Golfo de México occidental y Luisiana y en las costas de México, América central y norte de América del Sur. Medio ambiente principalmente marino, habitando aguas costeras poco profundas en el océano.

Morfología:

Cuerpo fusiforme, boca con el maxilar protráctil y el surco pre maxilar continuo (Figura 6). El borde del preopérculo y del hueso preorbital es liso. Espina dorsal presenta una franja color negro muy bien definida en su extremo distal y 9 branquiespinas a comparación de las otras especies que están difusas o tienen 7 u 8 branquiespinas.

Talla máxima reportada: 19 cm

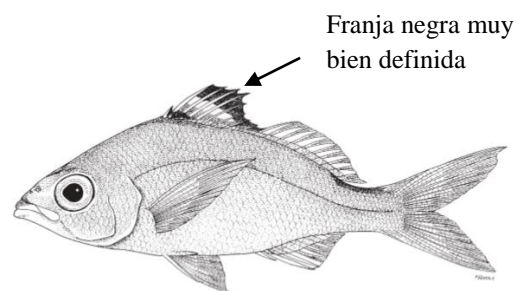


Figura 31. *Eucinostomus melanopterus*. Tomado de Carpenter 2002.

Debido a la similitud que tienen las tres primeras especies descritas en cuanto a su morfología, la identificación de los organismos con una longitud estándar inferior a 3 cm es poco viable ya que sus rasgos distintivos externos no están bien diferenciados, por lo que los organismos de estas tallas solo se identificaron a nivel de género, considerándolos como *Eucinostomus* spp. (McEachran y Fechhelm 2010; García Pioquinto 2013). Cuando los organismos tienen una longitud estándar superior a 3 cm, estas tres especies se pueden diferenciar por la disposición de las escamas en la parte posterior de la cabeza (Figura 7).

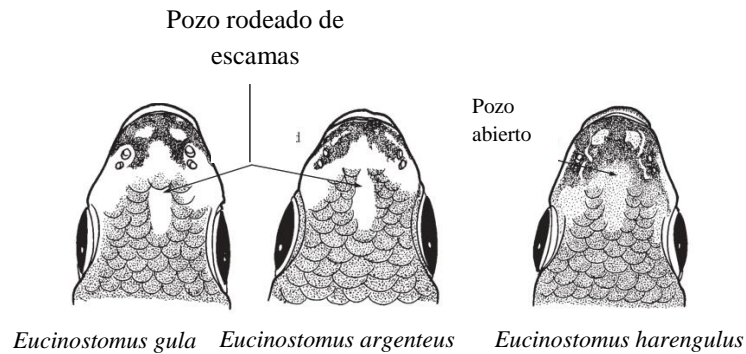


Figura 32. Vista superior de la cabeza de distintas especies del género *Eucinostomus*. Tomado y modificado de Carpenter 2002.

Biometría de los organismos

Una vez descongelados e identificados, a cada organismo se le tomaron medidas de longitud total (Lt: de la boca al final de la aleta caudal) y longitud estándar (LE: de la boca al pedúnculo caudal) (Figura 8) con un calibrador de acero inoxidable que tiene la capacidad de medir de 0 mm a 150 mm y una precisión de 0.1 mm. Los organismos descongelados se pesaron tras eliminar el exceso de humedad con papel secante y se obtuvo también su peso total (Pt) y peso eviscerado (Pe) en gramos (0.001 g de precisión) con una balanza analítica modelo OHAUS modelo AX324 y una balanza OHAUS modelo SP6001 de precisión de 0.1 gr para los organismos más pesados.

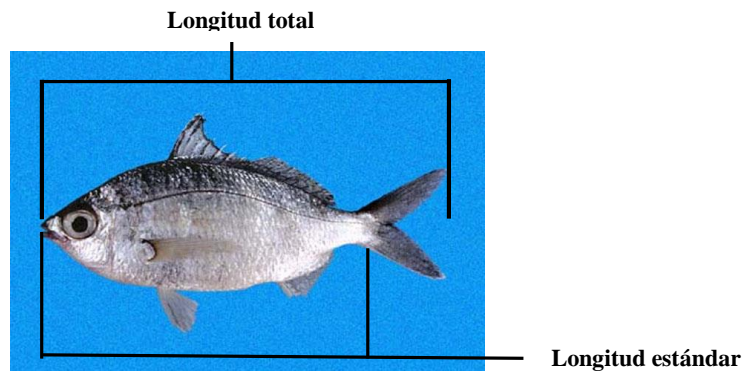


Figura 33. Vista de costado señalando longitud total y estándar *Eucinostomus*. Tomado y modificado de Robertson 2003.

Procesamiento y análisis de datos

La estructura de poblaciones o comunidades de ictiofauna se evalúa mediante indicadores ecológicos o biológicos. A continuación, se presentan distintos indicadores analizados.

Densidad y Biomasa

La abundancia es el número total de individuos de una especie que están presentes en un lugar determinado. Ésta se relaciona directamente con la densidad (número de organismos en un área determinada) o con la biomasa, abreviatura de masa biológica, que consiste en un término genérico que hace referencia a la cantidad de materia viva producida por organismos vivos en un área determinada y que juega un papel dentro de la cadena trófica al transformar, conducir, intercambiar y almacenar nutrientes a diferentes niveles (Yáñez y Nugent 1976).

Tras la clasificación taxonómica de las especies de *Eucinostomus*, se calculó el porcentaje de contribución de cada especie respecto al total de organismos recolectados para cada uno de los periodos estudiados.

Para determinar la densidad y biomasa de organismos por estación, se calculó el promedio y la desviación estándar (DS) de la densidad y biomasa estandarizada a 400 m² de los dos chinchorros que se hicieron en cada estación por cada temporada. Se compararon los datos espacialmente entre estaciones y entre cuencas de la laguna (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo) dentro de la misma temporada y temporalmente entre los dos periodos de estudio usando análisis estadísticos. Se llevó a cabo la prueba de normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Como los datos no se distribuyeron normalmente, se usó una prueba de Kruskal-Wallis (K-W) o Mann-Whitney U para determinar la significancia estadística entre los grupos considerados.

Distribución de tallas

La estructura de tallas de una población sirve como una aproximación a la distribución de la estructura de edades de los organismos y a la presencia de distintas cohortes. El análisis de la frecuencia de tallas por intervalos es un indicador para conocer en qué fase de su vida están los organismos. Se ha reportado que la mayoría de las especies de la familia Gerreidae entran en sistemas lagunares en etapas tempranas de su vida (juveniles), midiendo por debajo de lo que se ha reportado como su talla de madurez sexual que se considera por arriba de los 12 cm de longitud total (Vega-Cendejas 2007; Acevedo-Cervantes et al. 2012).

En este trabajo se utilizó la longitud estándar de los peces, debido a que muchos de ellos presentaban daño en su aleta caudal. Se calcularon las regresiones entre los datos de longitud estándar y total de los distintos organismos de cada especie para corroborar que la longitud estándar es una aproximación adecuada para el análisis del tamaño de los organismos.

Para determinar la estructura de tallas de cada población en las distintas campañas, se analizó el número de organismos representados en intervalos de tallas. Los datos se agruparon según las distintas campañas (RL1709 en septiembre y RL1802 en febrero) y según la ubicación de los organismos en las distintas cuencas de la laguna (Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo) o en la zona marina denominada *cuenca marina* (agrupando las muestras colectadas en la estación del mar y en el canal de entrada a la laguna). Los resultados se presentaron en histogramas cuyos intervalos fueron obtenidos con la ayuda de la fórmula $k = 1 + 3.3 * (\log n)$, donde k es el número de clases de talla y n es el número de organismos (Espino Barr et al. 2008). Posteriormente se obtuvo la diferencia entre la longitud estándar máxima y mínima y el resultado obtenido se dividió por k , lo que proporcionó el intervalo de cada clase de talla.

Relación longitud-peso

La relación que presentan la longitud y el peso nos ayuda a obtener una estimación del peso de un organismo a una longitud determinada y estimar el patrón de crecimiento. Esta información se complementa con el factor de condición que consiste en la relación volumétrica con respecto al peso. Bajo el supuesto de que entre más peso tiene un organismo a una longitud determinada este se encontrará en mejores condiciones, el factor de condición permite comparar la condición, gordura o bienestar de los organismos sujetos a estudio. Estos estimadores ayudan a entender la biología de las poblaciones y son utilizados en investigaciones de pesquerías desde principios del siglo pasado (Froese 2006; Cifuentes et al. 2012).

Para obtener la relación longitud-peso, se utilizó la ecuación potencial $W = aL^b$ (Le Creen 1951), considerando W = peso total, L = longitud estándar en cm, a = constante determinada

(origen de la función o factor de condición) y b = pendiente o coeficiente de alometría. El coeficiente de alometría se usa como indicativo del tipo de crecimiento de un pez. Si b no difiere estadísticamente de 3, el crecimiento resulta isométrico, si $b > 3$ los organismos han aumentado más su peso a su longitud lo que se considera como crecimiento alométrico positivo, pero si $b < 3$ se dice que los organismos incrementan más su longitud que su peso, lo que se denomina crecimiento alométrico negativo (Espino-Barr et al. 2008; Bedia et al. 2011; Cifuentes et al. 2012).

Después de obtener los valores de a y b para cada especie por campaña, se realizó una prueba de t ($p=0.05$) entre la b calculada y 3 para determinar si el crecimiento es isométrico o alométrico. Se ha mencionado que más del 90 % de las especies presenta un crecimiento de tipo isométrico, siendo un porcentaje bajo aquellas que crecen de manera no proporcional durante su vida (Espino-Barr et al. 2008; Cifuentes et al. 2012).

El factor de condición se obtuvo mediante el índice de Fulton (K) (Ricker 1975; Froese 2006) utilizando la ecuación $K = W/L^3$, donde W es el peso en gramos y L la longitud estándar del pez en cm. Los resultados se multiplicaron por 100 para tener una mejor visualización de los datos ya que suelen ser valores muy pequeños (Espino-Barr et al. 2008). El factor de condición se obtuvo para cada individuo por especie y posteriormente se sacó su promedio y desviación estándar de cada especie para las diferentes temporadas. Para saber si las diferencias obtenidas del factor de condición entre las temporadas de muestreo fueron significativas, se llevó a cabo una prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney entre temporadas.

Resultados

Se colectaron un total de 2,628 peces del género *Eucinostomus*. El número de organismos colectados para cada especie y temporada se encuentra en la Tabla 1. Los organismos en la categoría *Eucinostomus* spp. fueron los más abundantes en septiembre (Figura 9). A pesar de que esta categoría contiene organismos de distintas especies, y por tanto, no entra en la categoría de población, estos organismos se mantendrán en los siguientes análisis ya que constituyen una gran parte del conjunto de organismos del género y representan clases de tallas pequeñas no representadas en las demás categorías. En cuanto a especies, en septiembre la especie más abundante fue *E. gula*. En febrero esta también fue la especie más abundante seguida de *E. argenteus* y los organismos de pequeño tamaño dentro de la categoría *Eucinostomus* spp. fueron los menos abundantes.

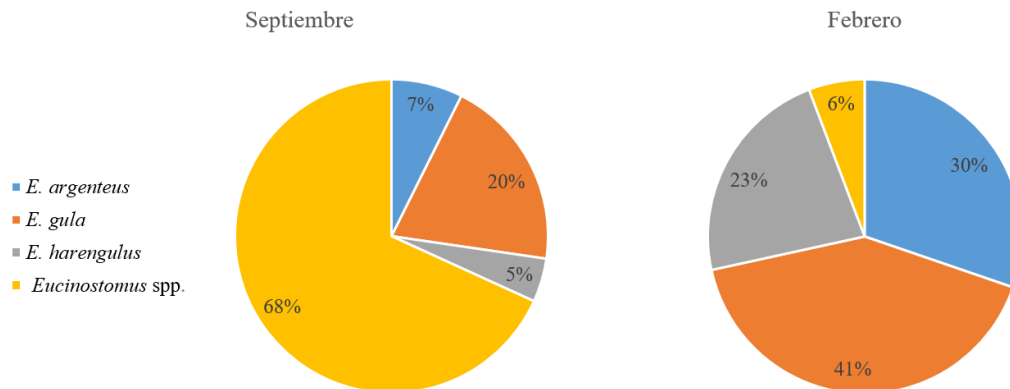


Figura 34. Porcentaje de las especies encontradas en septiembre y febrero.

A continuación, se muestran los resultados de las variaciones espaciales y temporales en la densidad y biomasa estandarizados a los 400m² de las distintas especies. Se presentan valores promedio \pm desviación estándar.

Densidad

La densidad promedio de *E. argenteus* fue mayor en febrero (5.53 ± 15.28 ind/400m²) que en septiembre (3.79 ± 6.99 ind/400m²), aunque las diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$). *Eucinostomus gula* también fue más abundante en el mes de septiembre (10.24 ± 22.41 organismos) a comparación del mes de febrero (7.56 ± 14.50 ind/400m²) y las diferencias tampoco fueron significativas ($p > 0.05$). *Eucinostomus harengulus* registró mayor abundancia en febrero (4.14 ± 16.33 ind/400m²) que en septiembre (2.32 ± 5.05 ind/400m²), sin marcar diferencias significativas ($p > 0.05$). *Eucinostomus* spp. fue mucho más abundante en septiembre (35.03 ± 127.11 ind/400m²) que en febrero (1.06 ± 2.63 ind/400m²), existiendo

diferencias significativas ($p < 0.05$). En ambas campañas se observa una elevada desviación estándar debido a una gran variación en los valores de densidad en las distintas estaciones (Tabla 1).

Tabla 7. Abundancia total y densidad (individuos/400m²) promedio del género *Eucinostomus* en las campañas de septiembre y febrero. n=total de organismos colectados, M=media de densidad en cada campaña, DS=desviación estándar.

	Septiembre			Febrero		
	N	M	DS	n	M	DS
<i>E. argenteus</i>	144	3.79	6.99	198	5.53	15.28
<i>E. gula</i>	391	10.24	22.41	272	7.56	14.50
<i>E. harengulus</i>	88	2.32	5.05	149	4.14	16.33
<i>Eucinostomus</i> spp.	1,348	35.03	127.11	38	1.06	2.63
Total organismos	1,971			657		

Variaciones entre cuencas

A) Variaciones espaciales

En septiembre, la mayor densidad de *E. argenteus* se registró en Río Lagartos (11.00±8.90 ind/400m²) (Figura 10). En Las Coloradas, la densidad fue baja (1.20±1.32 ind/400m²), y no aparecieron organismos en El Cuyo. La significatividad estadística de las diferencias de abundancia entre las distintas cuencas se encuentra indicada en el Anexo 5.

En el mes de febrero *E. argenteus* registró la mayor densidad en la cuenca de Las Coloradas (15.13±30.27 ind/400m²) (Figura 10). En menor medida se registró en Río Lagartos (5.20±7.27 ind/400m²), en la cuenca marina fue baja (1.80±4.02 ind/400m²) y mínima en la cuenca de El Cuyo (0.27±0.47 ind/400m²).

En el caso de *E. gula*, en septiembre la mayor densidad se registró en Río Lagartos (30.75±31.83 ind/400m²) (Figura 11). En Las Coloradas, la densidad fue muy baja (2.0±2.0 ind/400m²), y no aparecieron organismos en El Cuyo.

En febrero la mayor densidad de *E. gula* se registró en Río Lagartos (15.83±19.44 ind/400m²), seguido de Las Coloradas (7.00±13.28 ind/400m²), y finalmente la cuenca marina (5.20±11.08 ind/400m²) (Figura 11). No se encontraron organismos en la cuenca de El Cuyo.

Eucinostomus argenteus

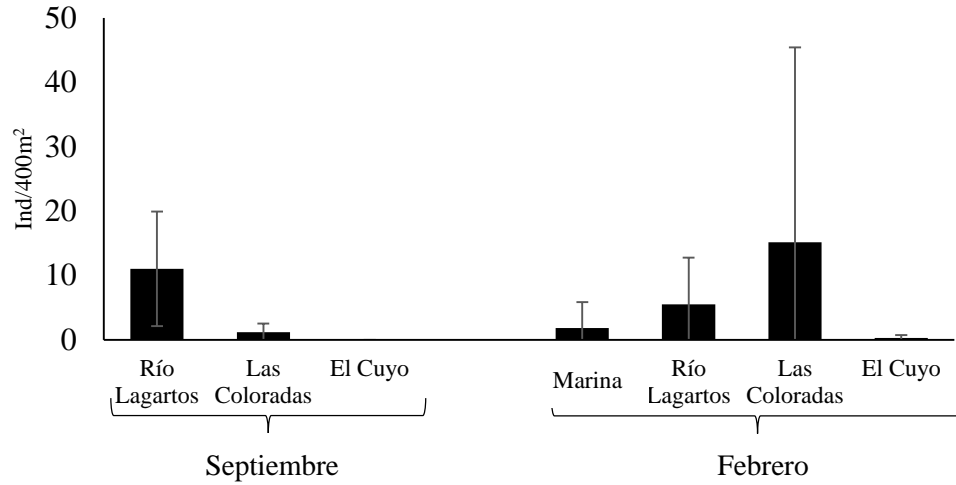


Figura 35. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de *E. argenteus*.

Eucinostomus gula

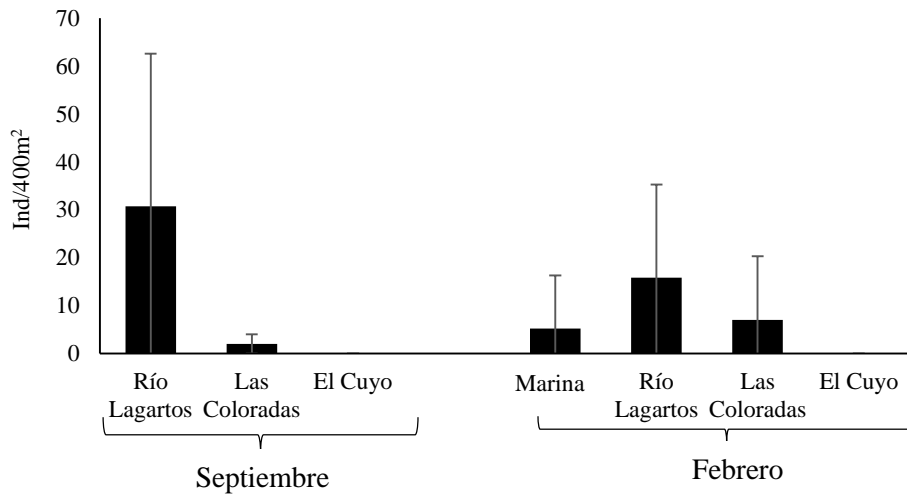


Figura 36. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de *E. gula*.

En septiembre, la mayor densidad de *E. harengulus* se registró en Río Lagartos (5.67 ± 7.44 ind/400m²) (Figura 12). En Las Coloradas, la densidad fue muy baja (2.0 ± 3.53 ind/400m²), y no aparecieron organismos en El Cuyo al igual que en las anteriores especies.

La mayor densidad de *E. harengulus* en febrero se registró en la cuenca marina (11.00 ± 20.90 ind/400m²) y en Las Coloradas (11.00 ± 30.71 ind/400m²), que presentan la misma densidad

(Figura 12). En Río Lagartos se registraron muy pocos organismos (0.50 ± 1.45 ind/400m²), sin registrarse ningún organismo en la cuenca de El Cuyo.

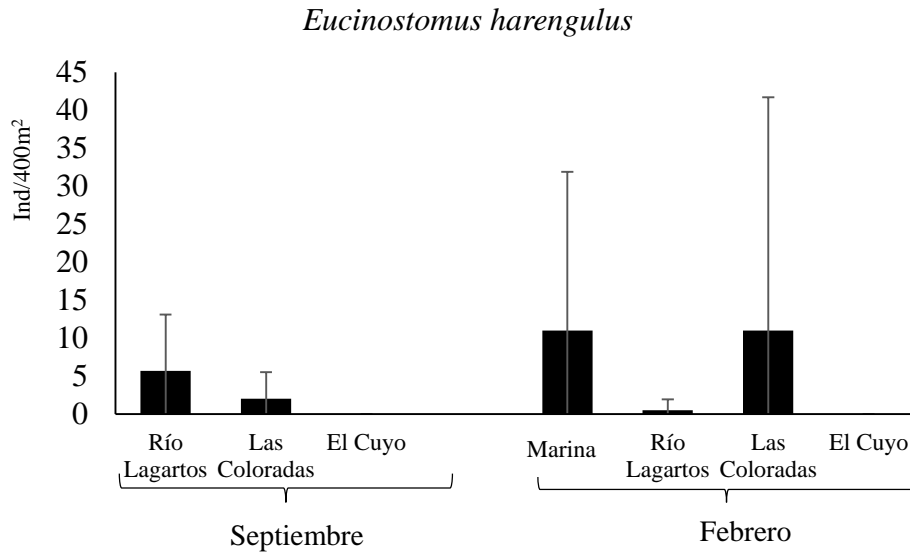


Figura 37. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de *E. harengulus*.

En septiembre, la mayor densidad de *Eucinostomus* spp. se registró en Río Lagartos (109.67 ± 1.19 ind/400m²) (Figura 13). En Las Coloradas, la densidad fue muy baja (1.50 ± 3.06 ind/400m²), y no aparecieron organismos en El Cuyo al igual en toda la temporada.

La densidad de *Eucinostomus* spp. en febrero fue muy baja en las cuencas donde se encontraron organismos: Las Coloradas (2.00 ± 4.28 ind/400m²) y Río Lagartos (1.75 ± 2.77 ind/400m²) (Figura 13). No se colectaron organismos en El Cuyo.

B) Variaciones temporales

La densidad de organismos de *E. argenteus* en la cuenca de Río Lagartos fue más elevada en septiembre que en febrero y las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($Z=1.77$; $p>0.05$) (Figura 10). En la cuenca de Las Coloradas la densidad fue mayor en febrero y no se encontraron diferencias significativas ($Z=0.73$; $p>0.05$) y en el caso de la cuenca de El Cuyo se registró una densidad muy baja en febrero y no hubo organismos en septiembre presentando una diferencia significativa entre temporadas ($Z=-2.13$; $p<0.05$).

Eucinostomus spp.

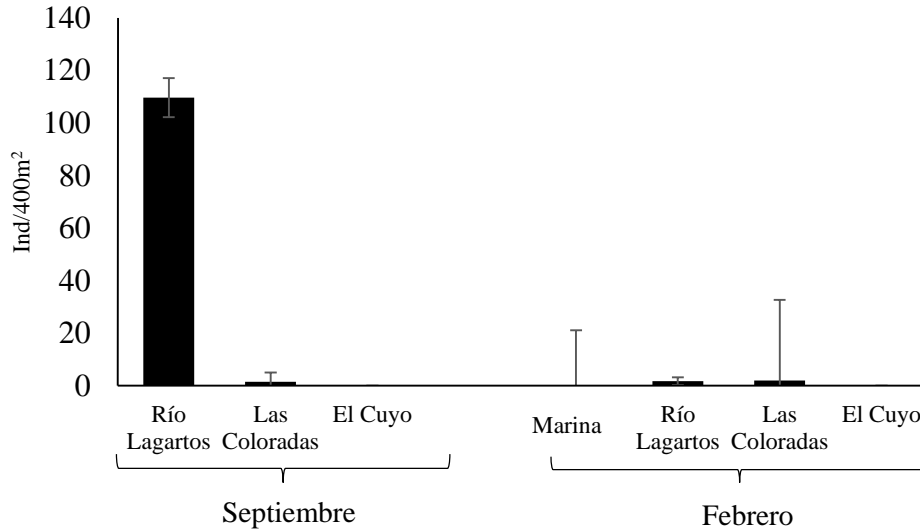


Figura 38. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la densidad (promedio y desviación estándar) de *Eucinostomus spp.*

La densidad de *E. gula* en la cuenca de Río Lagartos fue mayor en septiembre que en febrero, sin embargo no hay diferencia estadísticamente significativa entre las campañas ($Z=1.42$; $p>0.05$) (Figura 11). En la cuenca de Las Coloradas fue mayor en febrero que en septiembre pero tampoco presenta diferencias significativas ($Z=0.70$; $p>0.05$), y en la cuenca de El Cuyo no se encontraron organismos en ninguna de las campañas.

Eucinostomus harengulus registró mayor densidad en la cuenca de Río Lagartos el mes de septiembre a comparación del mes de febrero, encontrando diferencias significativas entre estas campañas ($Z=2.84$; $p<0.05$) (Figura 12). En la cuenca de Las Coloradas la densidad fue mayor el mes de febrero que en septiembre pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($Z=0.86$; $p>0.05$). En la cuenca de El Cuyo no se encontraron organismos de esta especie.

La mayor densidad de *Eucinostomus spp.* la encontramos en la cuenca de Río Lagartos en el mes de septiembre a comparación de una muy baja densidad en el mes de febrero, encontrando una diferencia estadísticamente significativa ($Z=3.15$; $p<0.05$) (Figura 13). En la cuenca de Las Coloradas la densidad fue muy baja en los dos meses y no se encontró diferencia significativa ($Z=0.56$; $p>0.05$).

Variaciones entre estaciones

La densidad de *E. argenteus* en la cuenca de Río Lagartos en las distintas estaciones es muy heterogénea y osciló entre 21 ind/400m² (estación 15) y 1 ind/400m² (estación 6) (Figura 14; Anexos 3 y 4). De hecho, la estación 6 presenta un mínimo de organismos en la cuenca de Río Lagartos para esta especie en ambas temporadas de muestreo. La diferencia entre las

estaciones con mayor (19 ind/400m² en la estación 3) y menor (1 ind/400m² en la estación 6) abundancia fue ligeramente menor en febrero. En Las Coloradas, la distribución de la densidad de organismos fue más homogénea en septiembre que en febrero, a diferencia de en la cuenca de Río Lagartos. En febrero se observa una agregación de organismos (61 ind/400m²) en la estación 22.

En el caso de *E. gula* se observaron variaciones espaciales en la densidad dentro de la cuenca de Río Lagartos en ambos periodos, aunque las diferencias entre la densidad máxima y mínima en la cuenca fue mayor en febrero (Figura 14; Anexos 3 y 4). La estación con menor densidad en ambos periodos fue la estación 6. En Las Coloradas, de nuevo las variaciones en la densidad entre estaciones fue baja en septiembre y más elevada en febrero, y se presentó de nuevo un pico en la densidad de organismos en la estación 22 (28 ind/400m²).

La densidad de *E. harengulus* en la cuenca de Río Lagartos fue mínima en la estación 6 durante ambos periodos (Figura 15; Anexos 3 y 4), igual que lo observado en las especies anteriormente mencionadas. La densidad máxima en esta cuenca en septiembre se encontró en la estación 3 (19 ind/400m²). En febrero, todas las estaciones de la cuenca de Río Lagartos presentaron una densidad muy baja (máximo en la estación 12, de 3 ind/400m²) o nula. En Las Coloradas, durante ambos periodos la mayor densidad se observó en la estación 22 (septiembre: 7 ind/400m²; febrero: 44 ind/400m²), donde se concentraron casi todos los organismos colectados en febrero.

Los organismos clasificados en la categoría *Eucinostomus* spp. presentaron un pico de densidad marcado (257 ind/400m²) en la estación 9 en septiembre y, como en las demás especies, una densidad mínima de organismos dentro de la cuenca oeste en la estación 6, donde no se colectó ningún organismo (Figura 15; Anexos 3 y 4). En la cuenca de Las Coloradas casi no se colectaron organismos. En febrero, solamente se colectaron organismos en la cuenca de Río Lagartos en las estaciones 9 (4 ind/400m²) y 12 (2 ind/400m²). En Las Coloradas se colectaron organismos en las estaciones 21 (2 ind/400m²) y 22 (6 ind/400m²).

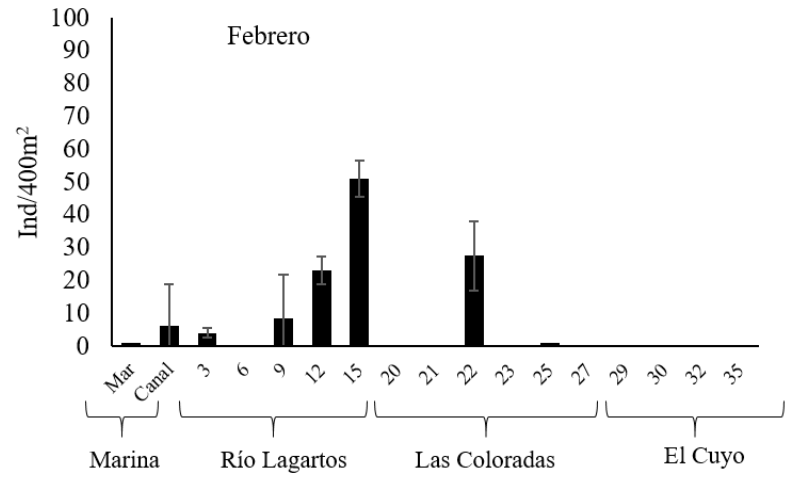
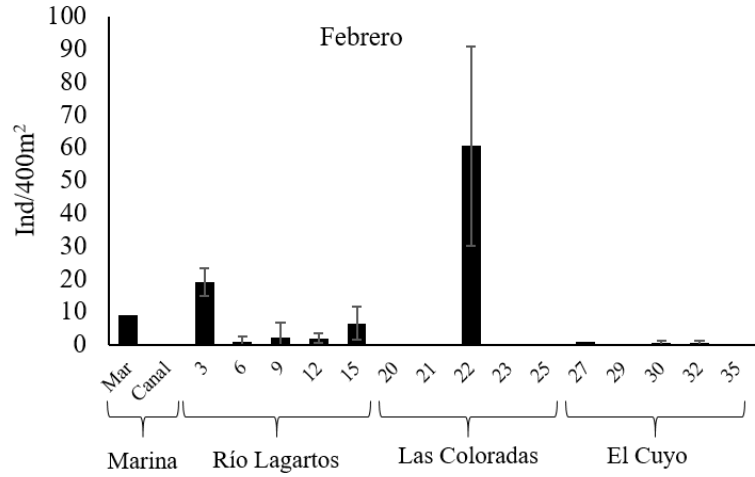
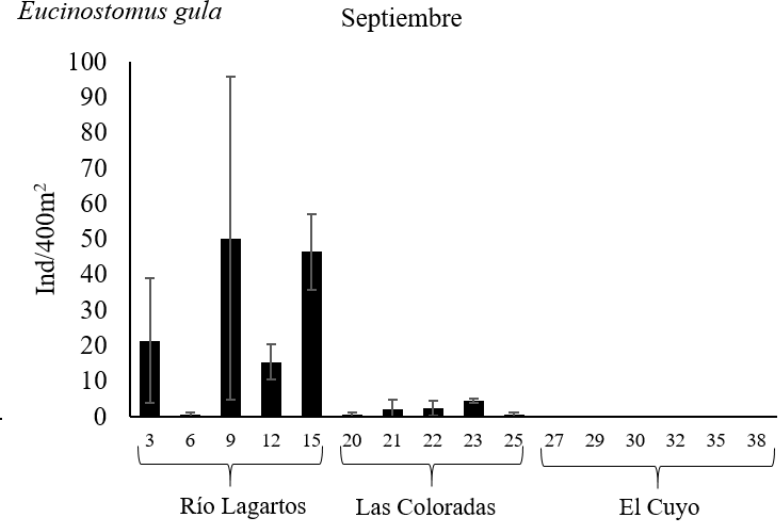
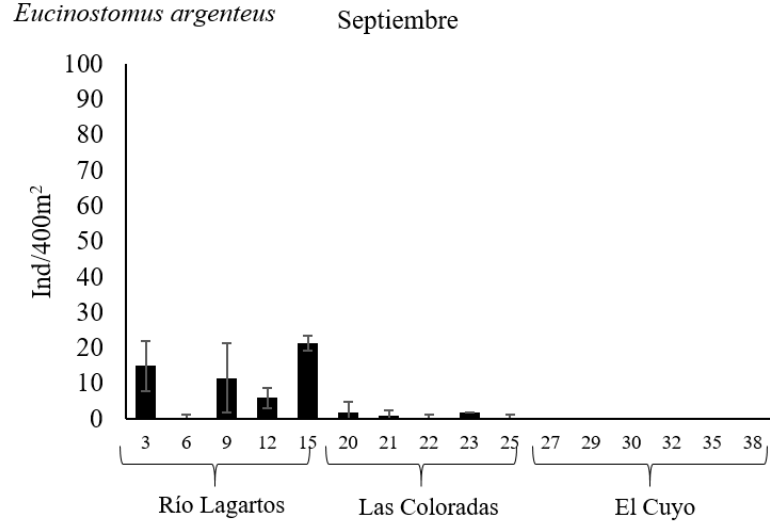


Figura 39. Variaciones en la densidad (promedio y desviación estándar) de *E. argenteus* y *E. gula* entre estaciones en septiembre y febrero.

Biomasa

La biomasa de los organismos del género *Eucinostomus* colectados sumó un total de 5, 464.70 gramos. La biomasa total y su promedio por cada 400 m² para cada especie y campaña se hallan en la Tabla 2.

La biomasa promedio de *E. argenteus* en febrero (29.38 ± 67.81 g/400m²) fue mayor que en septiembre (20.22 ± 44.33 g/400m²), aunque no fueron significativamente diferentes ($p > 0.05$). *Eucinostomus gula* registró mayor biomasa en el mes de septiembre (38.37 ± 68.58 g/400m²) a comparación del mes de febrero (31.55 ± 58.52 g/400m²) pero tampoco son significativamente diferentes ($p > 0.05$). *Eucinostomus harengulus* registró mayor biomasa en septiembre (19.64 ± 56.28 g/400m²) que en febrero (15.35 ± 57.92 g/400m²), con diferencias estadísticamente no significativas entre una campaña y otra ($Z = 1.76$; $p > 0.05$). *Eucinostomus* spp. registró una biomasa promedio mayor en septiembre (14.79 ± 47.69 g/400m²) que en febrero (0.46 ± 1.41 g/400m²), existiendo diferencias significativas ($p < 0.05$). En ambas campañas se observa una elevada desviación estándar debido a una gran variación en los valores de biomasa en las distintas estaciones (Tabla 2).

Tabla 8. Peso total y biomasa promedio (g/400m²) del género *Eucinostomus* de las campañas de septiembre y febrero. Pt= peso total, M=media de la biomasa, DS=desviación estándar.

	Septiembre			Febrero		
	Pt	M	DS	Pt	M	DS
<i>E. argenteus</i>	748.01	20.22	44.33	1,028.24	29.38	67.81
<i>E. gula</i>	1,457.91	38.37	68.58	1,135.77	31.55	58.52
<i>E. harengulus</i>	746.31	19.64	56.28	552.74	15.35	57.92
<i>Eucinostomus</i> spp.	562.15	14.79	47.69	16.48	0.46	1.41

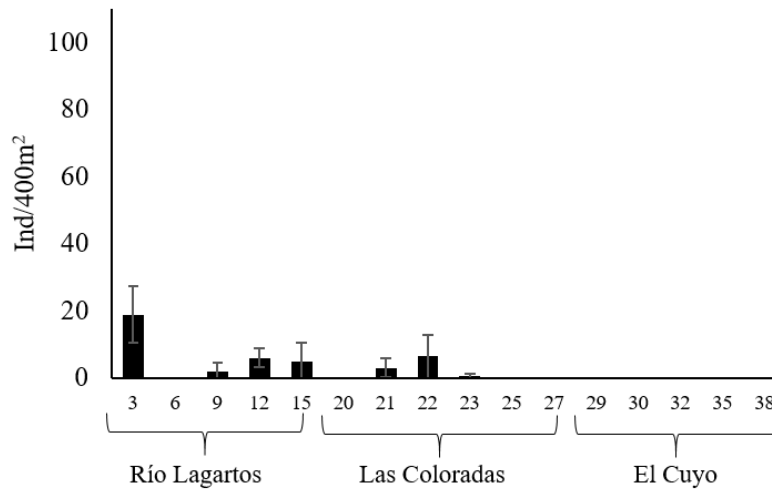
Variaciones entre cuencas

A) Variaciones espaciales

En septiembre, la mayor biomasa de *E. argenteus* se registró en Río Lagartos (56.84 ± 64.59 g/400m²) (Figura 16). En Las Coloradas, la biomasa fue baja (7.32 ± 9.57 g/400m²), y no se registraron organismos en El Cuyo. La significatividad estadística de las diferencias de biomasa entre las distintas cuencas se encuentra indicada en el Anexo 6.

En el mes de febrero *E. argenteus* registró la mayor biomasa en la cuenca de Las Coloradas (53.62 ± 99.38 g/400m²). En menor medida se registró en Río Lagartos (41.59 ± 76.70 g/400m²), y en la cuenca marina (23.63 ± 47.25 g/400m²) y muy baja en la cuenca de El Cuyo (0.52 ± 1.06 g/400m²).

Eucinostomus harengulus Septiembre



Eucinostomus spp. Septiembre

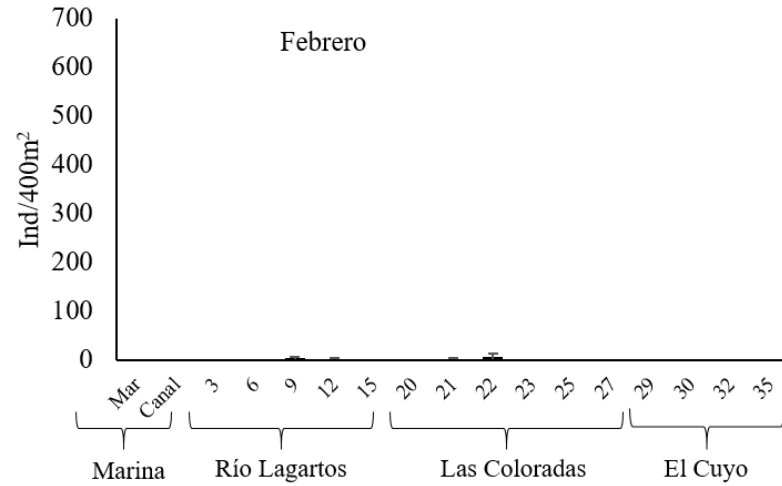
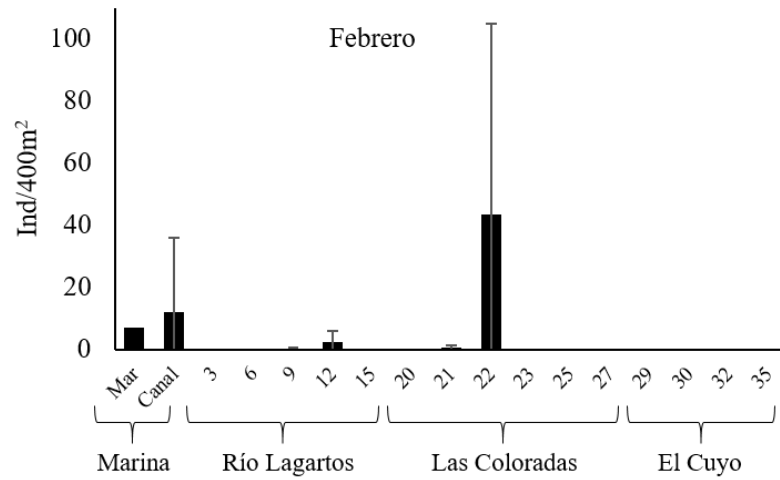
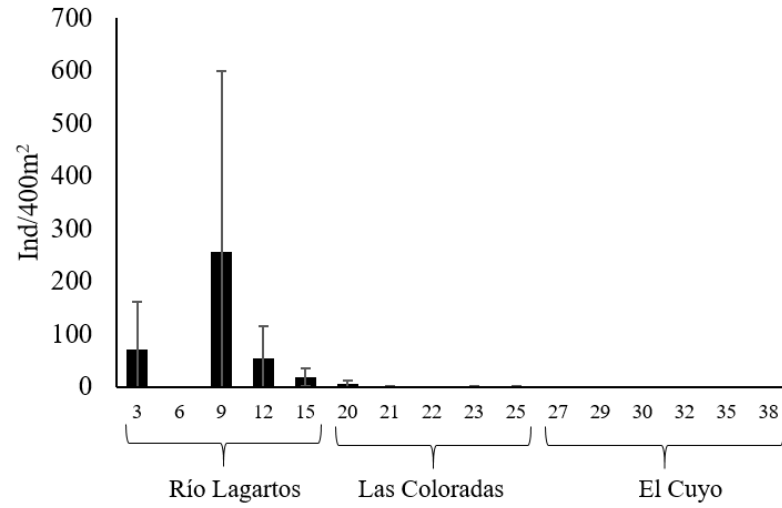


Figura 40. Variaciones en la densidad (promedio y desviación estándar) de *E. harengulus* y *Eucinostomus* spp. entre estaciones en septiembre y febrero.

Eucinostomus argenteus

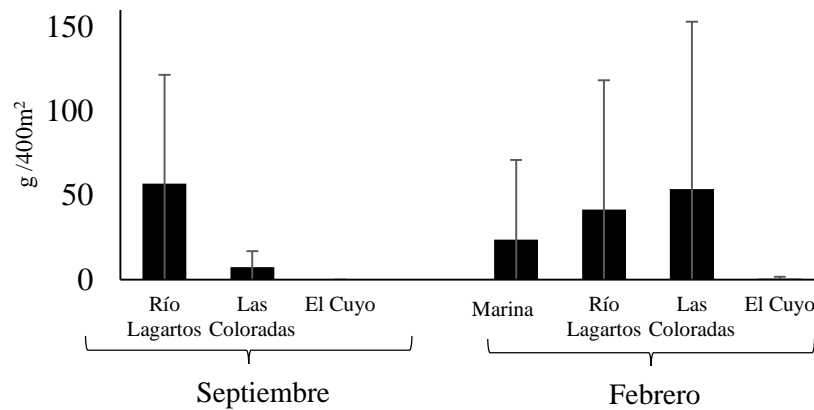


Figura 41. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de *E. argenteus*.

En septiembre, la mayor biomasa de *E. gula* se registró en Río Lagartos (109.85 ± 88.56 g/400m²) (Figura 17). En Las Coloradas, la biomasa fue baja con respecto a Río Lagartos (13.97 ± 14.98 g/400m²), tampoco aparecieron organismos en El Cuyo.

En el mes de febrero *E. gula* registró la mayor biomasa en la cuenca de Río Lagartos (56.06 ± 65.60 g/400m²), seguido de la cuenca marina (40.46 ± 83.29 g/400m²) y Las Coloradas (32.59 ± 61.18 g/400m²) (Figura 17). No se registraron organismos en la cuenca de El Cuyo.

Eucinostomus gula

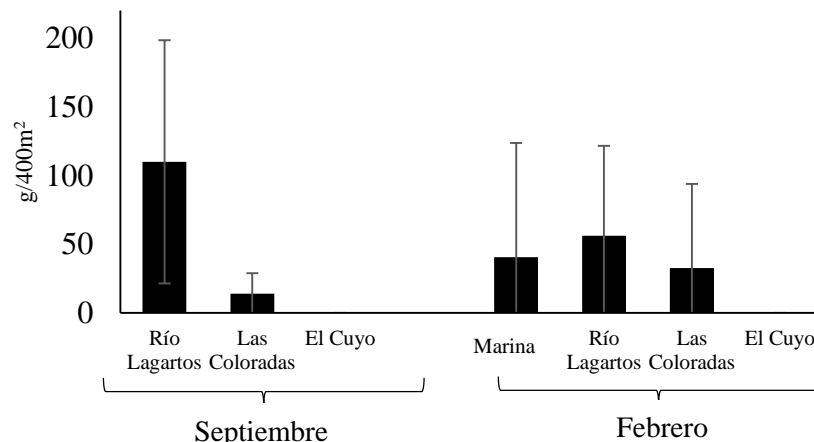


Figura 42. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de *E. gula*.

En septiembre, la mayor biomasa de *E. harengulus* se registró en Río Lagartos (55.05 ± 91.49 g/400m²) (Figura 18). En la cuenca de Las Coloradas la biomasa fue baja (8.57 ± 17.19 g/400m²), no aparecieron organismos en El Cuyo.

En el mes de febrero *E. harengulus* registró la mayor biomasa en la cuenca marina (44.82 ± 71.17 g/400m²), seguido de la cuenca de Las Coloradas (39.53 ± 108.87 g/400m²), y una biomasa muy baja en la cuenca de Río Lagartos (1.04 ± 2.94 g/400m²). No se registraron organismos en El Cuyo (Figura 18).

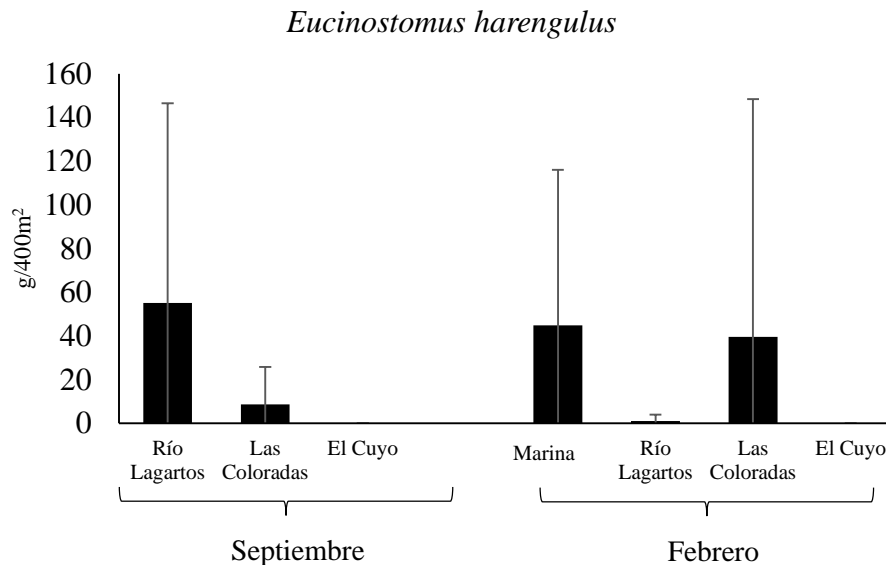


Figura 43. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de *E. harengulus*.

En septiembre, la mayor biomasa de *Eucinostomus* spp. se registró en Río Lagartos (46.37 ± 77.81 g/400m²) (Figura 19). En la cuenca de Las Coloradas la biomasa fue muy baja (0.58 ± 77.85 g/400m²) y no se colectaron organismos en El Cuyo.

En general *Eucinostomus* spp. registró una biomasa muy baja en todas las cuencas: marina (1.46 ± 3.26 g/400m²), Río Lagartos (0.51 ± 1.20 g/400m²) y Las Coloradas (0.39 ± 0.75 g/400m²) (Figura 19).

B) Variaciones temporales

La biomasa de organismos de *E. argenteus* en la cuenca de Río Lagartos fue más elevada en septiembre que en febrero aunque la diferencia no fue significativa ($Z=1.48$; $p>0.05$) (Figura 16). En la cuenca de Las Coloradas la biomasa fue mayor en febrero y no se encontraron diferencias significativas entre temporadas ($Z=0.89$; $p>0.05$).

Eucinostomus spp.

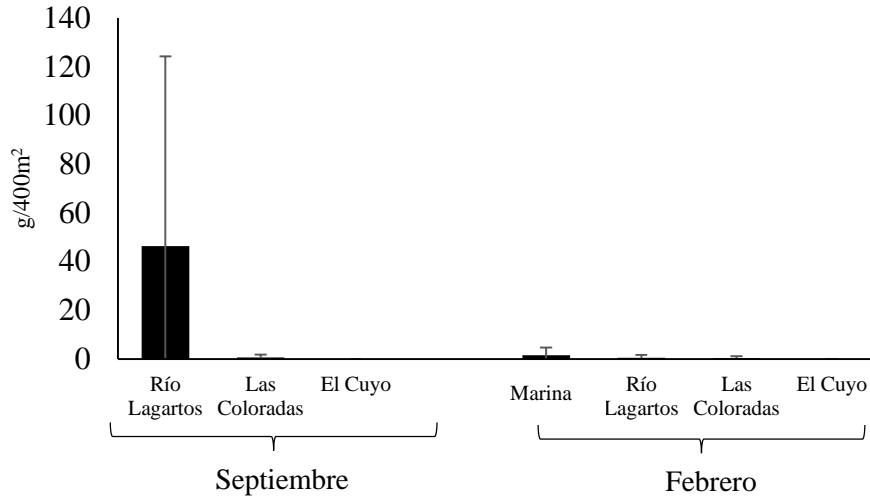


Figura 44. Variaciones espaciales y temporales (entre campañas: septiembre y febrero) entre cuencas en la biomasa (promedio y desviación estándar) de *Eucinostomus* spp.

En la cuenca de El Cuyo, la biomasa fue mínima en febrero y nula en septiembre ocasionando que exista diferencia significativa entre las temporadas ($Z=-2.12$; $p<0.05$).

Eucinostomus gula registró mayor biomasa en la cuenca de Río Lagartos en el mes de septiembre no se encontraron diferencias significativas ($Z=1.83$; $p>0.05$) (Figura 17). En Las Coloradas se registró mayor biomasa en febrero, pero no es diferente estadísticamente a la biomasa registrada en septiembre ($Z=0.84$; $p>0.05$). En la cuenca de El Cuyo no se encontraron organismos en ninguna de las dos campañas.

La biomasa de *E. harengulus* fue significativamente mayor en la cuenca de Río Lagartos en el mes de septiembre que en febrero ($Z=2.93$; $p<0.05$) (Figura 18). En la cuenca de Las Coloradas fue mayor en febrero, pero no hubo diferencias significativas entre temporadas ($Z=0.66$; $p>0.05$). En la cuenca de El Cuyo no se registraron organismos de la especie en ninguna de las campañas.

Eucinostomus spp. registró mayor biomasa en Río Lagartos en el mes de septiembre que en febrero, siendo estadísticamente diferentes ($Z=3.27$; $p<0.05$) (Figura 19). En la cuenca de Las Coloradas fue la biomasa muy baja en ambos meses, y no presentaron diferencias significativas ($Z=0.66$; $p>0.05$). En El Cuyo no se encontraron organismos.

Variaciones entre estaciones

Los patrones de biomasa entre estaciones fueron prácticamente paralelos a los observados en la abundancia, con pequeñas variaciones, por ejemplo: el máximo de biomasa de *E. argenteus* en la cuenca de Río Lagartos en septiembre ($178 \text{ g}/400\text{m}^2$) fue en la estación 3, en vez de la 15 (Figuras 20 y 21; Anexos 3 y 4).

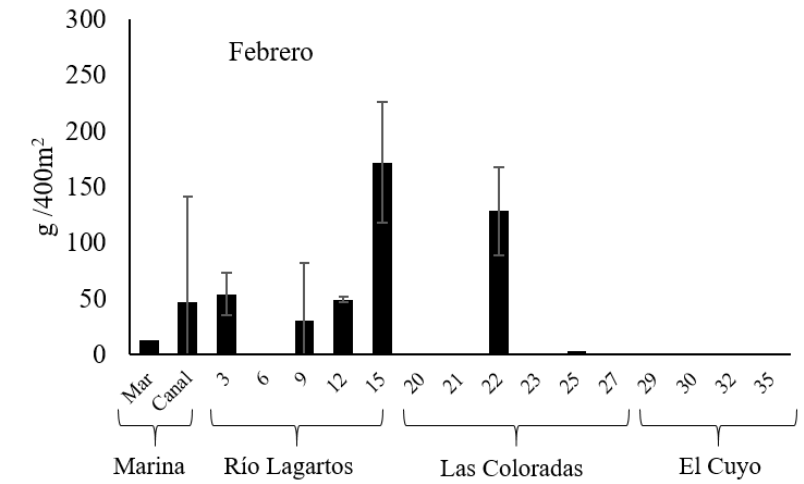
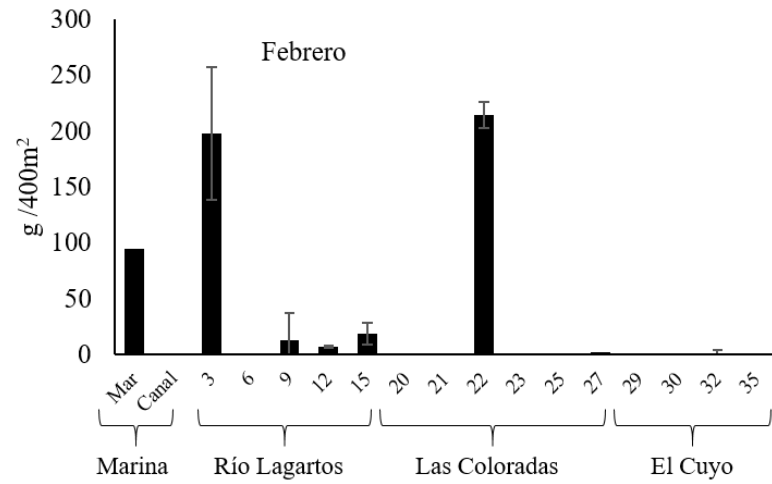
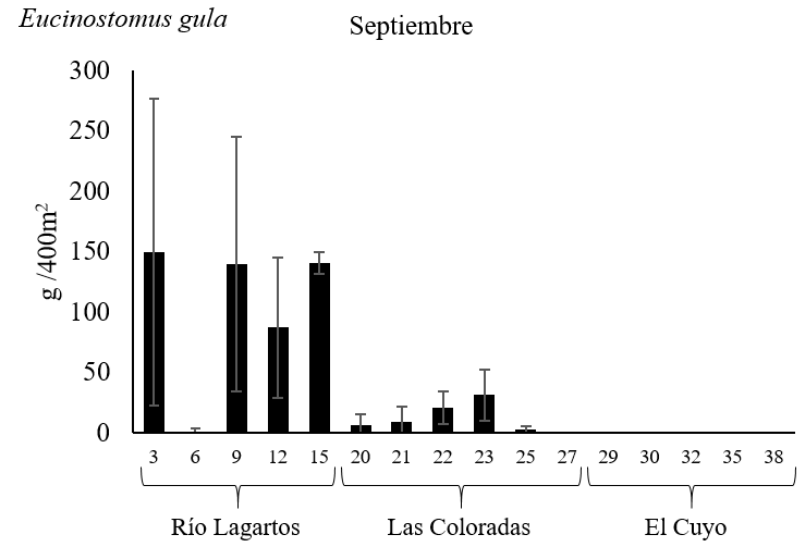
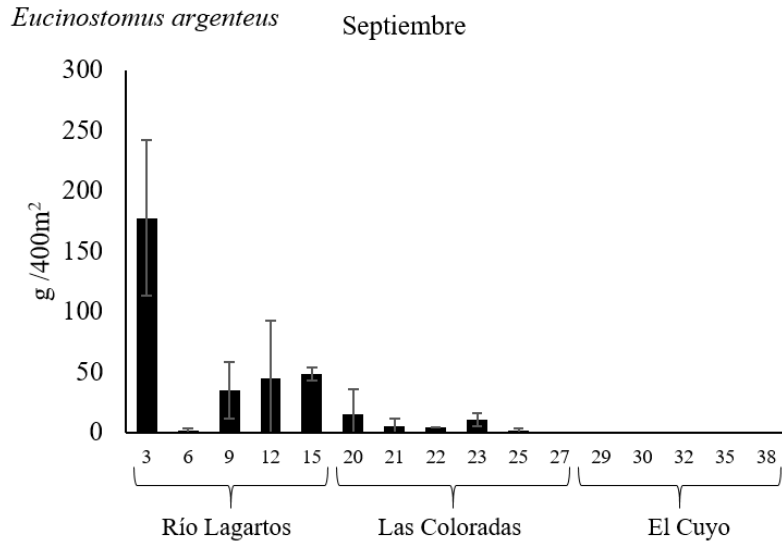
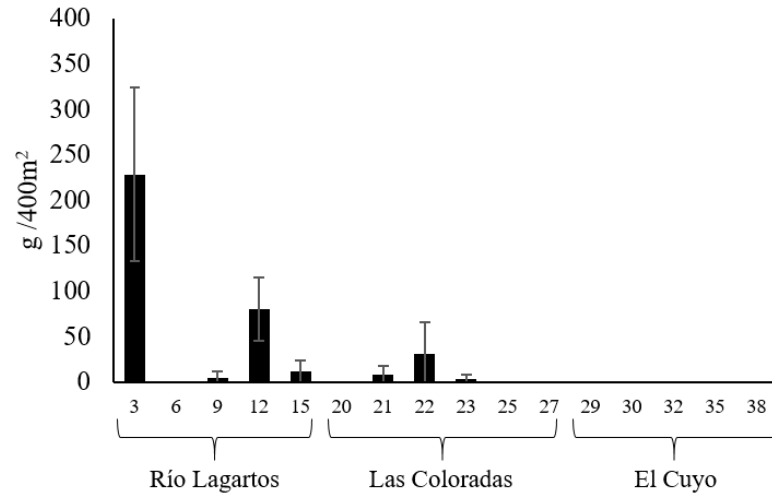


Figura 45. Variaciones de la biomasa (promedio y desviación estándar) de *E. argenteus* y *E. gula* entre estaciones en septiembre y febrero.

Eucinostomus harengulus Septiembre



Eucinostomus spp. Septiembre

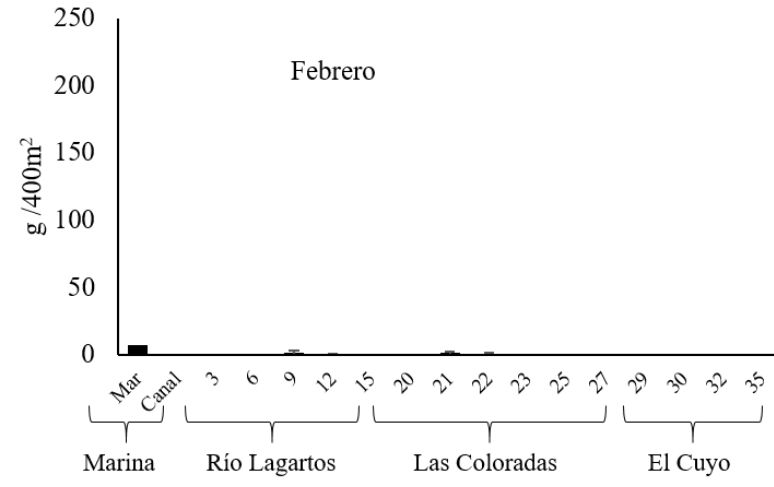
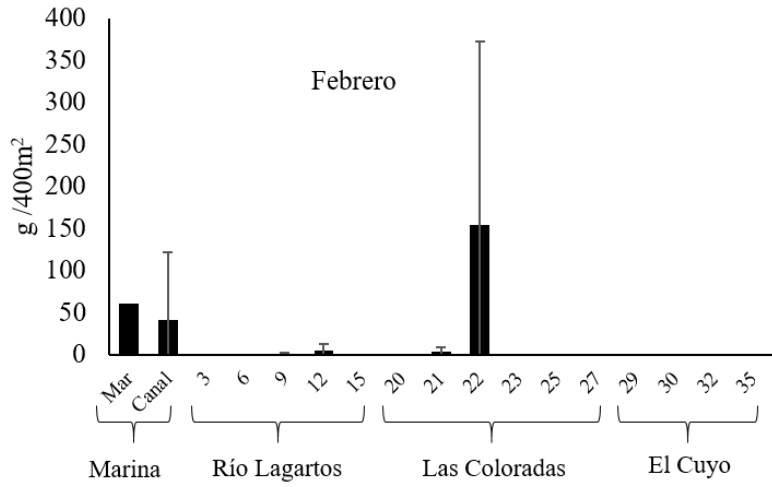
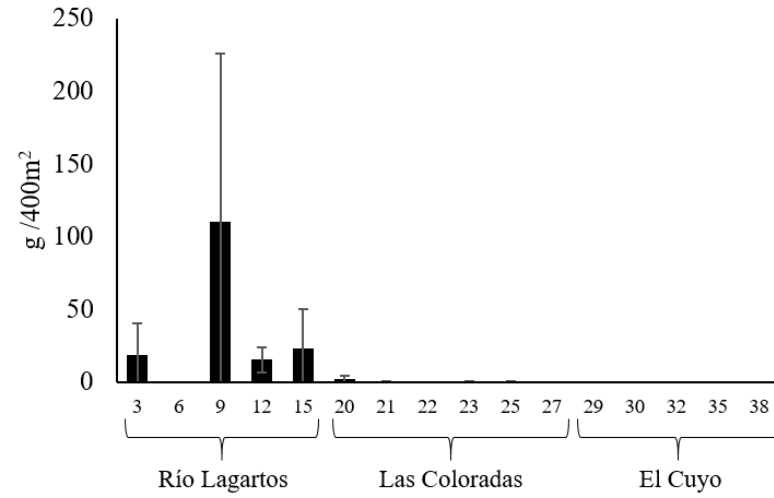


Figura 46. Variaciones en la biomasa (promedio y desviación estándar) de *E. harengulus* y *Eucinostomus* spp. en septiembre y febrero.

Distribución de tallas

De manera general podemos decir que los *E. argenteus*, *E. gula*, *E. harengulus* se encuentran en más de un 50% entre los 4 y 8 cm. En cuanto a los *Eucinostomus* spp., el 90 % está por debajo de los 3.5 cm. Los valores de regresión R^2 entre la longitud total y la longitud estándar siempre fueron superiores a 0.96, por lo que la longitud estándar se considera una aproximación adecuada para el análisis del tamaño de los organismos.

En septiembre los organismos de la especie *E. argenteus* en la cuenca de Río Lagartos midieron entre 3 y 10 cm, el 64% de los organismos midieron entre 4 y 5 cm, 31% están entre los 5 y 10 cm y el resto entre 3 y 4 cm (Figura 22). En Las Coloradas el 58% miden de 5 a 7 cm, 25% de 4 a 5 cm y 17% de 7 a 8 cm. Para esta especie, en febrero en la cuenca marina los nueve organismos encontrados midieron entre 7 y 8 cm. En Río Lagartos se encontraron organismos entre 2 y 11 cm, siendo que el 88 % se encuentra entre los 4 y 8 cm, 6% entre 9 y 10 cm y el otro 6 de 2 a 4 cm. En Las Coloradas el 64% mide de 5 a 7 cm, 19 % está entre los 2 y 3 cm, 10 % entre 3 y 5 cm y el resto está entre 7 y 8 cm. En El Cuyo solo se encontraron 3 organismos que miden entre 3 y 6 cm.

En el caso de *E. gula*, en septiembre la cuenca de Río Lagartos tiene el 84% de los organismos con medidas entre 4 y 6 cm, 12% midió entre 6 y 8 cm, 3% de 3 a 4 cm y el 1% de 8 a 9 cm. En las Coloradas el 60 % midió entre 5 y 7 cm, 25% de 7 a 8 cm y 15% de 4 a 5 cm (Figura 23). En febrero en la cuenca Marina, el 38% de organismos mide entre 7 y 8 cm, el 34% miden de 4 a 6 cm, 23% mide entre 6 y 7 cm, 2.5% entre 2 y 3 cm y el otro 2.5 % entre los 8 y los 10 cm. Para la cuenca de Río Lagartos 65% miden de 3 a 5 cm, 20% mide de 5 a 6 cm, 12 % mide entre 6 y 10 cm y el otro 3% de 2 a 3 cm. En las Coloradas el 50 % está entre los 5 y 6 cm 34% entre los 6 y los 9 cm y el otro 16 % entre 4 y 5 cm (Figura 23).

En septiembre en la cuenca de Río Lagartos los ejemplares de *E. harengulus* midieron entre 3 y 12 cm, 60% midió entre 7 y 10 cm, 28% está entre 4 y 7 cm, 9 % de 2 a 3 cm y el 3% de 10 a 12 cm. En las Coloradas el 95% mide entre 4 y 7 cm el 5% de 7 a 8 cm (Figura 24). En el mes de febrero en la cuenca Marina 80% miden entre 4 y 6 cm y el otro 20 % de 6 a 8 cm. En Río Lagartos el 100 % mide 4 a 5 cm, en las Coloradas el 50% está entre 5 y 6 cm, 24% de 4 a 5 cm, 20% de 6 a 7 cm y el 6% de 3 a 4 cm. Para esta especie no se colectaron organismos en El Cuyo (Figura 24).

Los organismos dentro de la categoría *Eucinostomus* spp. midieron entre 0.5 y 6 cm de longitud estándar (Figura 25). En la cuenca de Río Lagartos en septiembre se colectaron organismos dentro de todo el rango de tallas el 78% de ellos midieron entre 1 y 3 cm, el 18% midió entre 3 y 4 cm y el 4%, de 4 a 6 cm. En las Coloradas 47% de los organismos midieron entre 1.5 y 2.5 cm, 40% de 2.5 a 3 cm y el 13 % de 3 a 3.5 cm (Figura 25). En febrero para la cuenca Marina solo se encontró un organismo que midió de 6 y 7 cm, la cuenca de Río Lagartos 57% mide de 1 a 2 cm 33% de 2 a 3 cm y el restante de 3 a 5 cm. En las Coloradas el 69% midió entre 1.5 y 2 cm, el 19% entre 2 y 3 cm, el 6% 1 a 1.5 cm y el otro 6% de 3.5 a 4 cm (Figura 25).

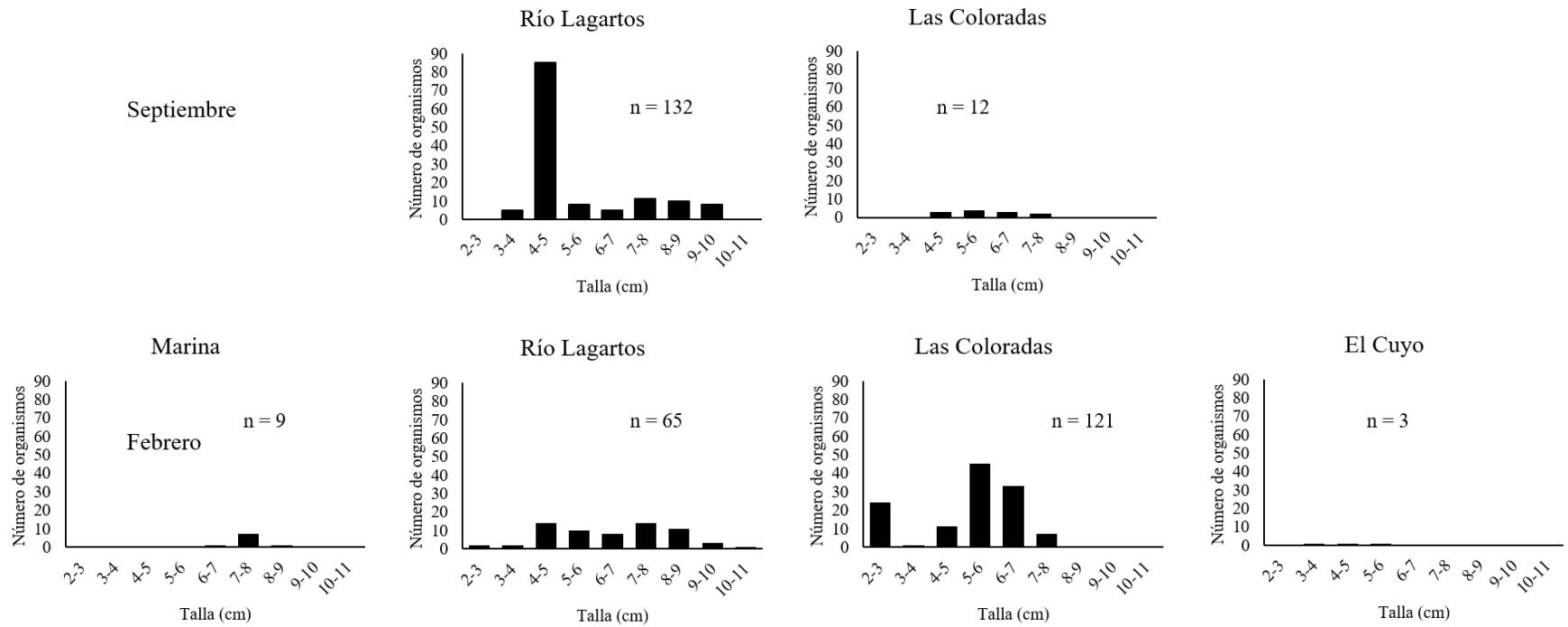


Figura 47. Distribución de tallas de *E. argenteus* en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.

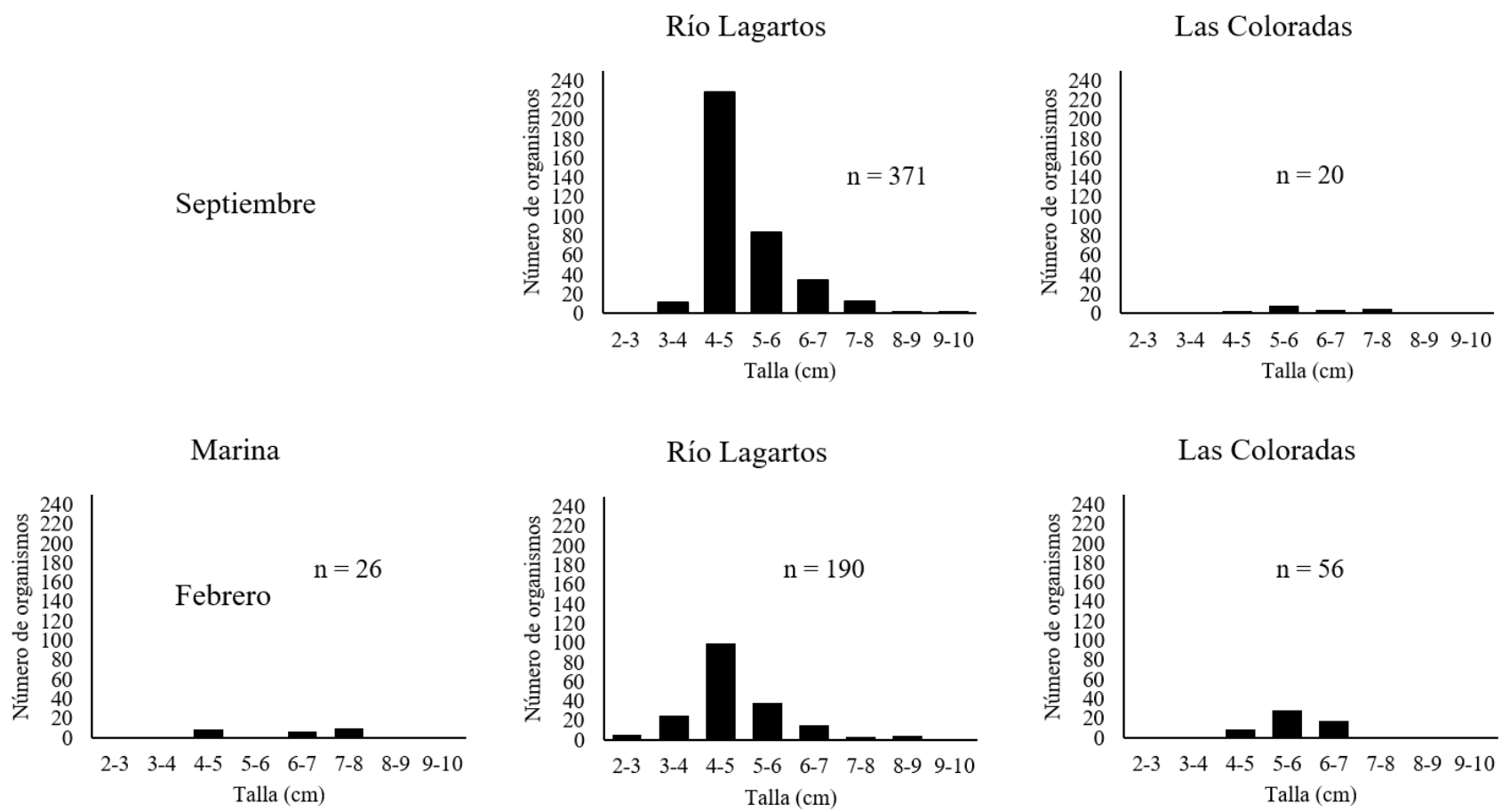


Figura 48. Distribución de tallas de *E. gula* en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.

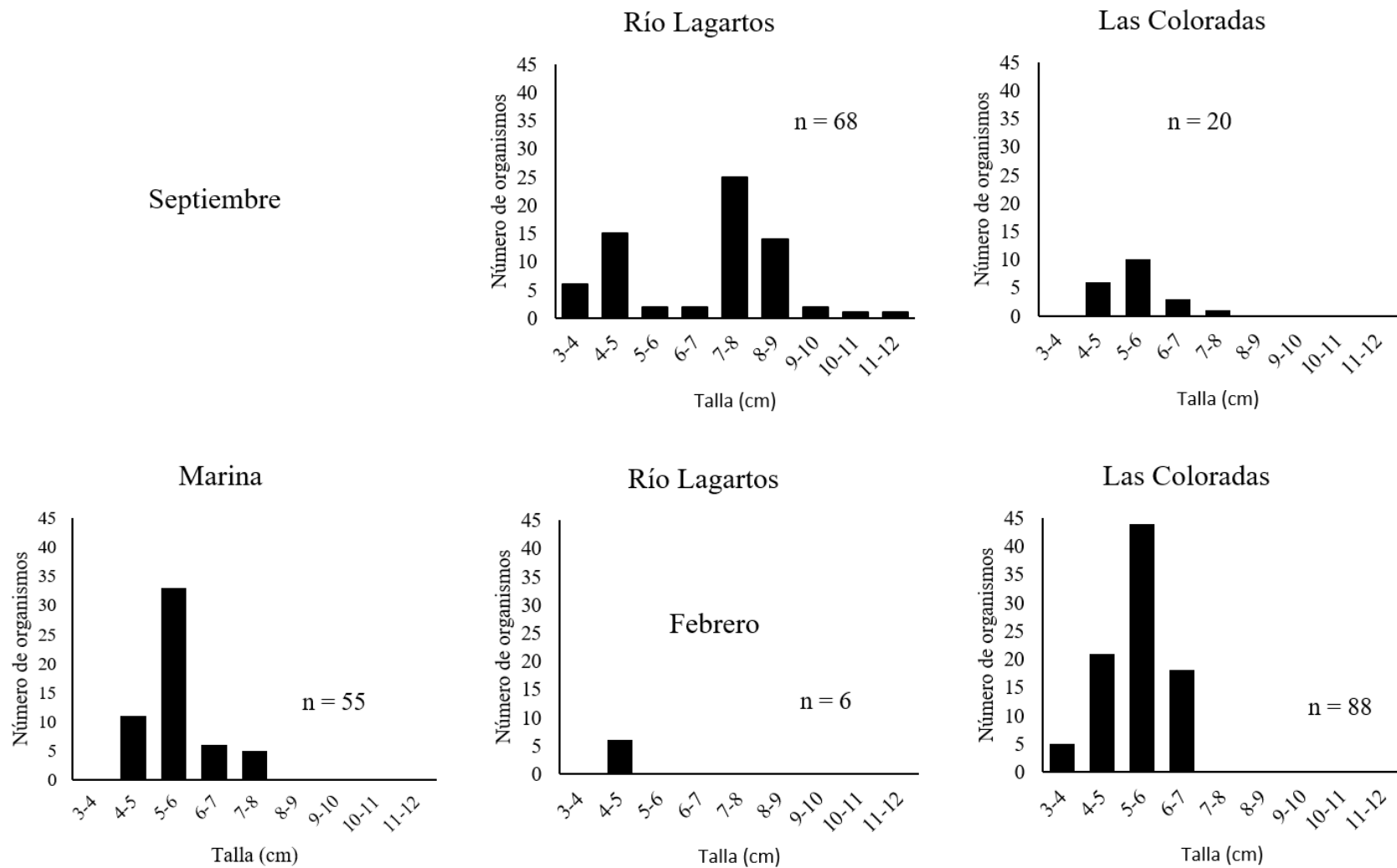


Figura 49. Distribución de tallas de *E. harengulus* en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.

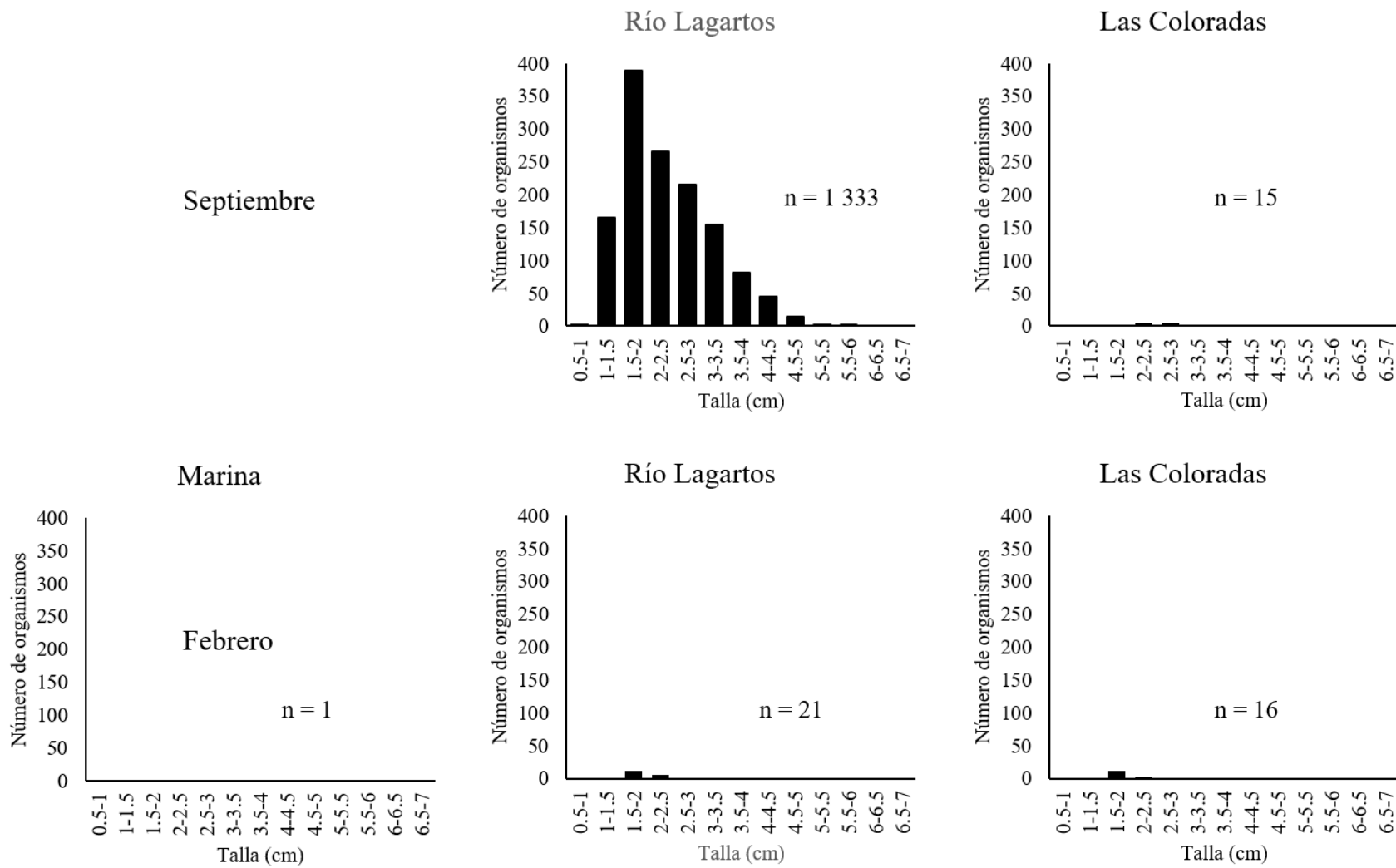


Figura 50. Distribución de tallas de *Eucinostomus* spp. en las distintas cuencas en septiembre (superior) y febrero (inferior), n = número total de organismos por cuenca.

Relación longitud-peso y crecimiento relativo

El cálculo de la relación longitud-peso en *E. argenteus* indicó una fuerte relación entre la talla y el peso ($R^2 > 0.95$ en ambas temporadas) (Tabla 3; Figura 26). La ecuación de la relación talla-peso de septiembre y febrero se muestra en la Figura 26. El crecimiento relativo de la especie fue isométrico ($b \sim 3$) en ambas temporadas. (Tabla 3).

Tabla 9. Cálculo de la relación longitud-peso de *E. argenteus* en septiembre y febrero.

Especie	Temporada	R^2	a	b	g.l.	t calculada	t tabla	p
<i>E. argenteus</i>	Septiembre	0.9790	0.0245	3.0149	142	0.00018	1.98	>0.05
	Febrero	0.9574	0.0151	3.1882	196	0.00120	1.97	>0.05

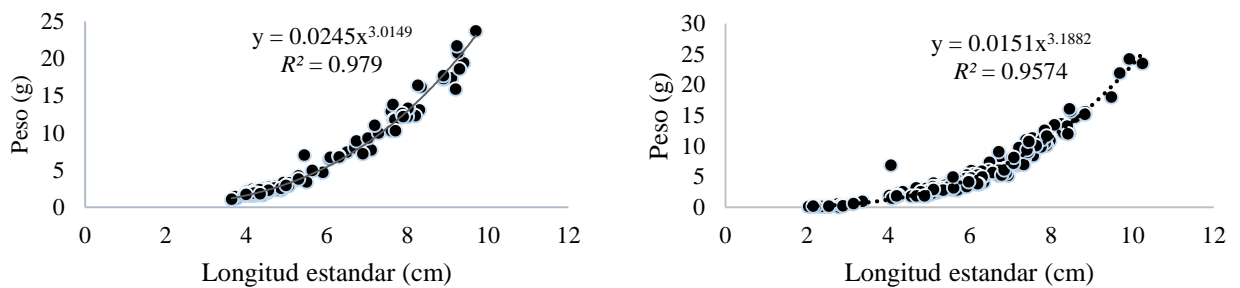


Figura 51. Relación longitud-peso de *E. argenteus* en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).

El cálculo de la relación longitud-peso en *E. gula* indicó una fuerte relación entre la talla y el peso ($R^2 > 0.90$ en ambas temporadas) (Tabla 4; Figura 27). La ecuación de la relación talla-peso de septiembre y febrero se muestra en la figura 27. El crecimiento relativo de la especie fue isométrico ($b \sim 3$) en ambas temporadas (Tabla 4).

Tabla 10. Cálculo de la relación longitud-peso de *E. gula* en septiembre y febrero.

Especie	Temporada	R^2	a	b	g.l.	t calculada	t tabla	p
<i>E. gula</i>	Septiembre	0.9488	0.0172	3.2569	389	0.00256	1.97	>0.05
	Febrero	0.9478	0.0248	3.0587	269	0.00025	1.97	>0.05

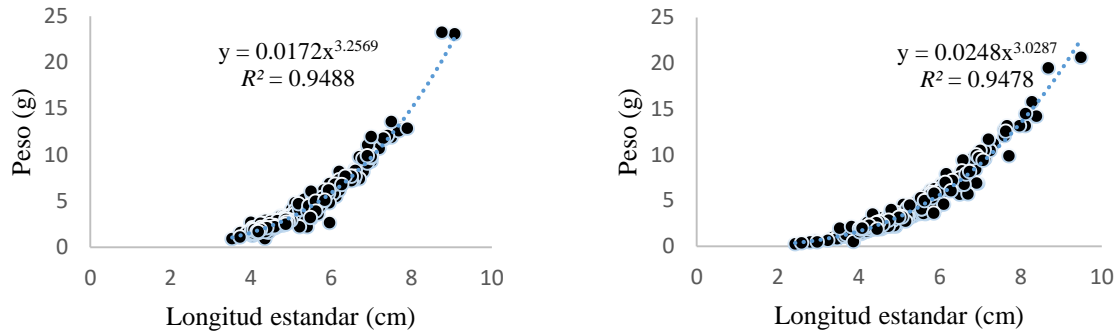


Figura 52. Relación longitud-peso de *E. gula* en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).

El cálculo de la relación longitud-peso en *E. harengulus* indicó una fuerte relación entre la talla y el peso ($R^2 > 0.90$ en ambas temporadas) (Tabla 5; Figura 28). La ecuación de la relación talla-peso de septiembre y febrero se muestra en la figura 28. El crecimiento relativo de la especie fue isométrico ($b \sim 3$) en ambas temporadas (Tabla 5).

Tabla 11. Cálculo de la relación longitud-peso de *E. harengulus* en septiembre y febrero.

Especie	Temporada	R^2	a	b	g.l.	t calculada	t tabla	p
<i>E. harengulus</i>	Septiembre	0.9873	0.0238	3.0223	86	0.00009	1.99	>0.05
	Febrero	0.9073	0.032	2.7816	148	0.00641	1.98	>0.05

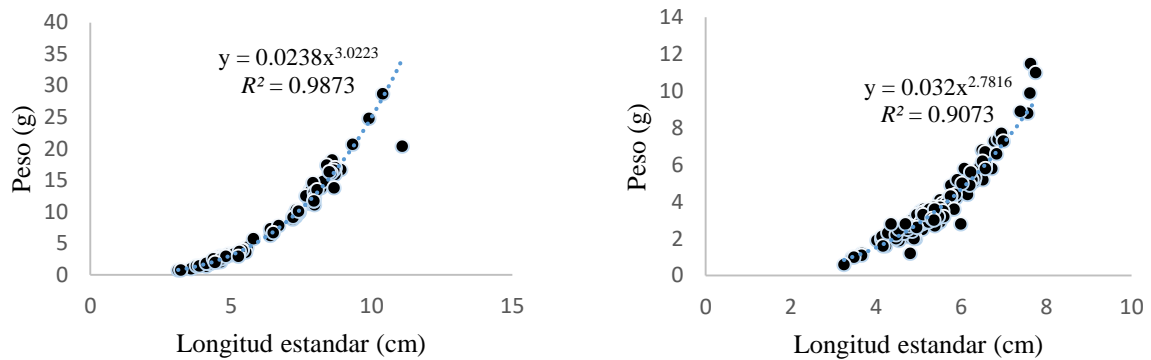


Figura 53. Relación longitud-peso de *E. harengulus* en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).

El cálculo de la relación longitud-peso en *Eucinostomus* spp. indicó una fuerte relación entre la talla y el peso ($R^2 > 0.90$ en ambas temporadas) (Tabla 6; Figura 29). La ecuación de la relación talla-peso de septiembre y febrero se muestra en la figura 29. El crecimiento relativo de la especie fue isométrico ($b \sim 3$) en ambas (Tabla 6).

Tabla 12. Cálculo de la relación longitud-peso de *Eucinostomus* spp. en septiembre y febrero.

Especie	Temporada	R^2	a	b	g.l.	t calculada	t tabla	p
<i>Eucinostomus</i> spp.	Septiembre	0.948	0.0155	3.313	1346	0.2721	1.96	>0.05
	Febrero	0.9659	0.0167	3.2706	36	0.0937	2.03	>0.05

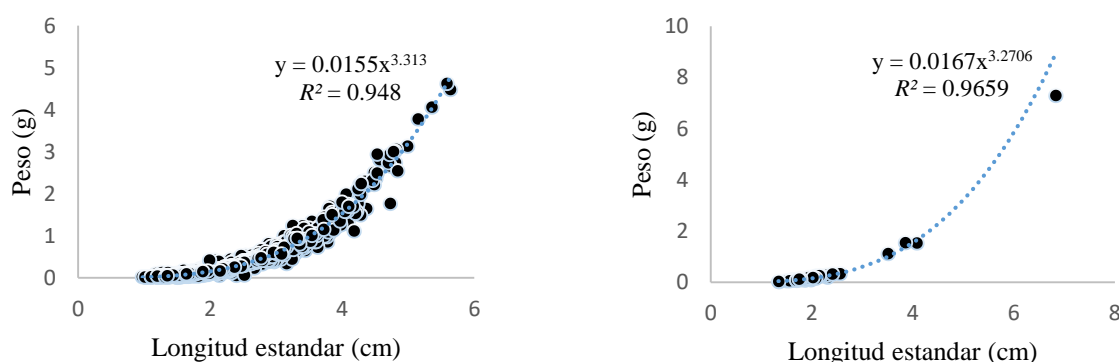


Figura 54. Relación longitud-peso de *Eucinostomus* spp. en septiembre (izquierda) y en febrero (derecha).

Factor de condición

El estado de bienestar o robustez fue estimado mediante el factor de condición de Fulton para todas las especies y se observó una tendencia de valores más bajos en febrero que solamente fueron significativos para *E. argenteus* y *E. harengulus*.

Los resultados del factor de condición de Fulton ($K \cdot 100$) en promedio se presentan a continuación.

Eucinostomus argenteus, presentó diferencias estadísticamente significativas de septiembre a febrero ($p < 0.05$), con un valor promedio de $K \cdot 100$ en septiembre 2.52 y en febrero 2.14. *Eucinostomus gula* no presentó diferencias significativas de una campaña a otra ($p > 0.05$), con un valor promedio $K \cdot 100$ de 2.62 en septiembre y 2.63 en febrero. *Eucinostomus harengulus* muestra diferencias significativas entre campañas ($p < 0.05$), con un valor promedio de $K \cdot 100$ de 2.49 en septiembre y 2.25 en febrero. *Eucinostomus* spp. no muestra

diferencias significativas entre campañas ($p>0.05$) en el factor de condición, con un valor promedio de $K*100$ de 2.07 en septiembre y 2.06 en febrero (Tabla 7).

Tabla 7. Diferencias estadísticas del promedio de $K*100$, en los meses de septiembre y febrero de las especies de *Eucinostomus*.

	Septiembre	Febrero	<i>p</i>
<i>E. argenteus</i>	2.52	2.14	<0.05
<i>E. gula</i>	2.62	2.63	>0.05
<i>E. harengulus</i>	2.49	2.25	<0.05
<i>Eucinostomus spp.</i>	2.07	2.06	>0.05

Discusión

El análisis del presente tema surge ante la inquietud de conocer la estructura poblacional de las especies del género *Eucinostomus* en la laguna costera de Río Lagartos Yucatán, ya que es uno de los géneros más abundantes dentro del sistema lagunar (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2014), transmite energía a diferentes niveles de la cadena trófica contribuyendo a la dieta de peces de alto valor comercial como es el pargo, y es aprovechado también por los habitantes de la zona costera, por ejemplo, como carnada para la pesca deportiva (Guevara et al. 2007; Leal et al. 2009; Gallardo Torres et al. 2014).

Este trabajo aporta datos que ayudan a comprender su dinámica poblacional y que más adelante pueden ser útiles en estudios (p. ej. poblacionales o de comunidades ícticas en sistemas lagunares) o proyectos (p. ej. de conservación o monitoreo) relacionados a cualquier actividad desarrollada en las zonas costeras. Los datos pueden proporcionar información útil para promover el manejo adecuado y la conservación de los recursos y ambientes acuáticos, de las zonas costeras en general, ya que éstas son críticas para los seres humanos debido a los beneficios que de ellas se obtienen (turismo, filtros naturales de las aguas residuales, barreras naturales contra la erosión).

En esta tesis se analizan los patrones espaciales y temporales de la densidad y biomasa, así como de la distribución de tallas, relación longitud-peso y factor de condición, de las especies del género *Eucinostomus* dentro de la laguna con datos obtenidos durante dos periodos del año (septiembre y febrero).

Densidad y Biomasa

Durante los dos periodos de muestreo (septiembre y febrero) en el sistema lagunar de Río Lagartos se colectaron e identificaron tres especies del género *Eucinostomus*: *E. argenteus*, *E. gula* y *E. harengulus*. Además, se clasificaron organismos en la categoría indeterminada *Eucinostomus* spp. (68% de la abundancia en septiembre y 6 % en febrero) que corresponde en su gran mayoría a organismos con longitud estándar <3 cm. No fue posible determinar estos organismos a nivel de especie ya que sus características morfológicas distintivas (es decir, las escamas situadas en la parte superior de la cabeza) todavía no están desarrolladas en estas tallas (García Pioquinto 2013; McEachran y Fechhelm 2010). Sin embargo, se decidió analizar los distintos parámetros poblacionales para esta categoría (*Eucinostomus* spp.) porque incluye los organismos pequeños que posteriormente contribuirán a las poblaciones adultas de las tres especies reportadas.

Según estudios previos, las tres especies encontradas están presentes en la laguna durante todo el año (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2004; Vega-Cendejas 2007; Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas 2011) y son de las más abundantes en otros sistemas lagunares

de Yucatán, como la Carbonera (Bonilla-Gómez et al. 2013), Celestún (Arceo-Carranza et al. 2010), Bocas de Dzilam (Arceo-Carranza y Vega-Cendejas, 2009), el estero de Yuctalpetén (Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 2010), o la Laguna de Términos (Aguirre León et al. 1982), y en otras partes del mundo como Brasil (Pontes Franco et al. 2012; Correa y Viana 2015). Además de las tres especies encontradas en Río Lagartos durante el presente trabajo, Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas (2004) reportaron la presencia de la especie *E. melanopterus* en el sistema lagunar, representada solamente con un organismo. Esta especie es de hábitat marino y por esta razón es posible que no se haya encontrado en los muestreos del presente estudio y que sea poco abundante en general.

A nivel de cuenca, observamos que solamente tres organismos de la especie *E. argenteus* se colectaron en El Cuyo, siendo la cuenca que presenta la densidad más baja coincidiendo con lo reportado por Peralta-Meixueiro (2006). Esto puede deberse a la alta salinidad de dicha cuenca (> 60 ups) (Valdés y Real 2004; Vega-Cendejas y Hernández de Santillana, 2004). Kültz (2015) reportó que el umbral superior de tolerancia a la salinidad de muchas especies de peces se registra alrededor de los 60 ups.

La densidad y biomasa de todas las especies y de *Eucinostomus* spp. en septiembre fue mayor en la cuenca de Río Lagartos que en Las Coloradas. La cuenca de Río Lagartos está caracterizada por tener grandes extensiones de pastos marinos y macroalgas (Ortegon-Aznar et al. 2001) y una mayor densidad y biomasa de peces están asociadas a este tipo de hábitats en comparación a los que no lo tienen (Wida et al. 2002). En febrero el patrón cambió para *E. argenteus* y *E. harengulus* y la abundancia y biomasa fueron mayores en Las Coloradas, y para *E. gula* la densidad también aumentó en esta cuenca. Esto podría deberse a que en los meses de noviembre a febrero aumentan los vientos y con ello los flujos de agua (Peralta-Meixueiro 2006) lo que ocasiona que las especies se muevan a otras zonas de la laguna. Esto coincide con la presencia de *E. argenteus* en El Cuyo y es consistente con estudios previos realizados en este sistema costero (Vega-Cendejas 2006; Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas 2011).

Para todas las especies, dentro de cada cuenca la abundancia y biomasa de organismos en las distintas estaciones fue muy heterogénea. Esto también se ha observado en otros organismos como los poliquetos (Dávila et al., en prensa) y puede ser resultado de la presencia de diferentes hábitats dentro de los sistemas lagunares (Herrera Silveira y Morales Ojeda 2010; Giménez et al. 2014). Por ejemplo, dentro de la cuenca de Río Lagartos, situada en el oeste de la laguna, en la estación 6 la densidad de organismos fue baja. Esta estación se caracteriza por la presencia de un denso lecho de macroalgas que podría interferir en la presencia de *Eucinostomus*, debido a que éstos se distribuyen de forma preferencial en lechos de pastos y no de macroalgas (Peralta-Meixueiro 2006).

Distribución de Tallas

La madurez sexual de la familia Gerreidae se ha establecido arriba de los 12 cm de longitud total (Vega Cendejas 2007; Acevedo-Cervantes et al. 2012). Aunque para el análisis de la distribución de tallas de las distintas poblaciones se utilizó la longitud estándar en lugar de la longitud total debido a que las aletas de los peces se dañaron durante el proceso de captura, los datos disponibles de longitud total (2,470 organismos) revelaron que solamente cinco individuos de la especie *E. argenteus* y tres individuos de la especie *E. harengulus* superaron la talla de madurez sexual (i.e. 12 cm). Esto indica que la mayoría de los organismos capturados son juveniles, hecho que coincide con los datos reportados para la misma laguna por Peralta- Meixueiro y Vega-Cendejas (2011). Las lagunas costeras generalmente albergan estados juveniles de distintas especies marinas que se reproducen en el mar (Yáñez-Arancibia et al. 1994; Tournois et al. 2013). Tal es el caso de las especies de la familia Gerreidae, que entran en los sistemas lagunares en etapas tempranas de su vida (juveniles) (Vega Cendejas 2007; Acevedo-Cervantes et al. 2012). Las larvas o juveniles de pequeño tamaño migran hacia el interior de las lagunas, donde la alta productividad y la presencia de zonas para su refugio les brindan condiciones favorables para el crecimiento. Cuando los organismos alcanzan un tamaño adecuado, vuelven a migrar hacia el mar. Los resultados de esta tesis indican que los organismos mayores a los 15 cm ya no están en la laguna. Aunque los organismos más pequeños capturados fueron de 1 cm de longitud estándar (1.2 cm de longitud total), se desconoce la talla mínima de entrada de los peces del género *Eucinostomus* a la laguna debido a la selectividad de tallas por el arte de pesca utilizado.

Se observó la presencia de un mayor número de organismos de pequeño tamaño (clasificados como *Eucinostomus* spp.) en la cuenca oeste, en Río Lagartos, lo que sugiere que esta cuenca puede ser utilizada por los juveniles pequeños para alimentación y protección. Esto puede ser debido a la presencia de una alta diversidad de hábitats asociada con el gran número de especies vegetales subacuáticas presentes (Ortegón-Aznar et al. 2001; Pacheco et al. 2010), que pueden proporcionar alimento y refugio a los juveniles pequeños. Los juveniles de tamaño pequeño (principalmente 1-3.5 cm LE; aproximadamente <0.3 años: López-Martínez et al. 2011) estuvieron presentes esencialmente en septiembre, lo que indica una estacionalidad en el reclutamiento de juveniles a las poblaciones. Sin embargo, la incapacidad de una clasificación taxonómica más fina de los organismos de pequeño tamaño no permite extraer conclusiones especie-específicas respecto a la temporalidad y magnitud del reclutamiento. La estacionalidad en las tallas se ve escasamente reflejada en la distribución de tallas de *E. gula*, en que se encuentra una distribución de tallas similar en ambos momentos del año. En cambio, en *E. argenteus* se observa un claro pico de organismos de 4-5 cm en septiembre y una mayor abundancia de organismos de mayor tamaño en febrero. En *E. harengulus* se observan mayores cantidades de organismos en el rango 4-7 cm en febrero, y picos de organismos de 7-9 cm en septiembre. En general, los

organismos > 8cm solamente se distribuyen en la cuenca de Río Lagartos (no en Las Coloradas).

Relación longitud-peso

Al realizar la estimación de la relación entre la longitud y el peso, podemos establecer el tipo de crecimiento que tiene un organismo, ya sea isométrico o alométrico, y así entender la tendencia que existe de biomasa con respecto a la talla. En este estudio se determinó que las distintas especies del género *Eucinostomus* presentan un crecimiento isométrico en ambas temporadas, es decir, los organismos crecen en la misma proporción tanto en talla como en peso, probablemente porque los organismos analizados fueron juveniles y en esta etapa de su vida es tan importante crecer en talla como en peso. Se determinó que los organismos analizados en este estudio eran juveniles debido a que las tallas registradas de *E. argenteus*, *E. gula* y *E. harengulus*, estuvieron en promedio entre los 6 y 8 cm de Lt, en tanto *Eucinostomus* spp. resultó ser de 3 cm en promedio, mientras que las tallas reportadas de maduración se encuentran por arriba de los 12 cm de Lt (Aguirre-León y Yáñez-Arancibia 1986; Vega-Cendejas 2007; Acevedo-Cervantes et al. 2012). Asimismo, al formar parte este trabajo de un proyecto más grande (CEMIE-Océano) que está dividido en varios estudios, se determinó en paralelo y simultáneamente, a través de la inspección visual y macroscópica de las gónadas, que los organismos de este género presentaban gónadas inmaduras o indiferenciadas.

Autores como Ramos-Lozano 2010 aseguran que las variaciones en el tipo de crecimiento de algunas especies de peces pueden estar relacionadas con el desarrollo reproductivo, pues al incrementar el tamaño y peso de sus gónadas en el proceso de maduración sexual, la relación entre el peso y la talla puede variar estacionalmente. Para determinar si el tipo de crecimiento de las especies del género *Eucinostomus* cambia a través de su ciclo de vida, sobre todo cuando alcanzan la madurez sexual y se encuentra en época reproductiva, será necesario realizar estudios que consideren a todas las clases de tallas de la población de cada especie y durante un ciclo anual.

Factor de condición

Las diferencias estadísticas que se encontraron para *E. argenteus* y *E. harengulus* en el factor de condición pueden deberse a las diferencias en la disponibilidad de alimento presente en el sistema. La abundancia de poliquetos, que constituyen una gran parte de la dieta de las especies del género, es menor en el mes de febrero. Considerando que los anélidos contienen un alto contenido energético comparado con otros organismos bentónicos, es posible que haya un aporte calórico menor (Brawn et al. 1968; Hernández-Guevara et al. 2008; Chi-Espínola y Vega-Cendejas 2016).

Bases para el manejo

El género *Eucinostomus* frecuentemente ha sido reportado dentro de los más abundantes en sistemas lagunares, siendo importante por la transferencia de energía que aporta a la cadena trófica. Las especies de este género regularmente son capturadas como pesca incidental o de acompañamiento, y la biomasa capturada se aprovecha para venderse como carnada para pesca y pesca deportiva (ya que contribuye a la dieta de especies como el pargo), así como para comercializarla como harina de pescado. Es por esta razón que se vuelve importante tener mejor entendimiento de su estructura poblacional dentro del sistema lagunar (Guevara et al. 2007; Leal et al. 2009; Ocampo 2012; Gallardo Torres et al. 2014).

Los resultados de la presente tesis muestran que la mayoría de los organismos de pequeño tamaño del género *Eucinostomus* se distribuyen en la cuenca de Río Lagartos, en la zona oeste del sistema lagunar, en septiembre. Una medida de protección sugerida es la restricción de las actividades pesqueras en esta cuenca durante la temporada de reproducción de la especie (abril-agosto). Esta medida debería considerar también las temporadas reproductivas de otras especies, con el fin de optimizar el balance entre las restricciones de la pesca y la conservación del ecosistema. Por ejemplo, se ha descrito que el pez globo (*Sphoeroides testudineus*) desova entre los meses de julio a enero y que el pez aguja (*Strongylura notata*) desova a lo largo de todo el año (Tzeek-Tuz 2013). Estudios sobre más especies ayudarían a tomar decisiones adecuadas a este respecto.

Debido a que la laguna se encuentra dentro de un Área Natural Protegida (ANP), la carta Nacional Pesquera indica que se deben seguir los lineamientos del plan de manejo de ésta para establecer las zonas donde se permita la pesca. En el caso de la laguna, el plan de manejo de la ANP sólo establece un área de pesca temporal que se encuentra en la zona este de la cuenca de El Cuyo (Anexo 7), donde en este trabajo no se capturaron peces del género *Eucinostomus*. Por tanto, según los presentes resultados, las actividades pesqueras permitidas dentro de la laguna no afectarán el reclutamiento de la especie de *Eucinostomus*. Cabe mencionar que el plan de manejo de la ANP requiere una actualización ya que en éste no se especifican ni las artes de pesca permitidas y ni las especies que pueden ser capturadas, lo cual, en términos legales, deja muy al criterio de los usuarios que especies serán capturadas y que artes de pescas pueden ser usadas.

El hecho de que los organismos del género *Eucinostomus* sean dominantes en la laguna Río Lagartos, sugiere que pueden resistir a los distintos impactos generados por el ser humano. Sin embargo, también indica que es un género con una función clave de transferencia de energía en los sistemas lagunares y que puede ser aprovechado de diferentes maneras por las comunidades que habitan las zonas costeras (Ocampo 2012; Gallardo Torres et al. 2014, Peralta-Meixueiro y Vega-Cendejas 2011). Aunque no parece una especie impactada, su conservación debería tenerse en cuenta en planes de manejo y conservación que integren

información de distintas especies y sus interacciones. La presente tesis proporciona conocimiento útil a este respecto. Además, contiene información que puede coadyuvar en la generación de programas de monitoreo, por ejemplo mediante la estimación del índice de integridad biótica, que utiliza e integra atributos como la masa total, el número total de especies, los consumidores de zooplancton entre otros.

Conclusiones

En el sistema lagunar Río Lagartos se identificaron 3 especies del género *Eucinostomus*: *E. argenteus*, *E. gula*, *E. harengulus*, entre las que *E. gula* fue la más abundante.

Los peces menores a los 3 cm se clasificaron en la categoría indeterminada (*Eucinostomus* spp.).

La densidad y biomasa de *E. gula* fue mayor en septiembre que en febrero, y se observó una situación inversa para las otras dos especies encontradas.

Los peces del género *Eucinostomus* ocupan principalmente las cuencas de Río Lagartos y Las Coloradas. En general, en febrero hay mayor densidad de organismos en Las Coloradas que en septiembre y hay una gran variabilidad espacial en la distribución de las distintas especies dentro de cada cuenca.

La laguna es utilizada predominantemente por organismos juveniles <15 cm. Los organismos > 8 cm en el presente trabajo no se distribuyeron en Las Coloradas. Los organismos < 4 cm se distribuyen principalmente en Río Lagartos y durante el mes de septiembre. La distribución de tallas varía espacialmente entre temporadas en *E. harengulus* y *E. argenteus* pero no tanto en *E. gula*.

Todas las especies presentan crecimiento isométrico.

Los organismos de *E. harengulus* y *E. argenteus* presentan una mayor biomasa en septiembre que en febrero, los organismos de *E. gula* y *Eucinostomus* spp. no presentan diferencias significativas entre temporadas.

Se recomienda la actualización del plan de manejo de la reserva para indicar los tipos de artes de pesca, las especies que pueden ser capturadas y las zonas en donde se pueden realizar dichas actividades, las cuales no han sido actualizadas por la en ese entonces Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

Bibliografía

- Arceo-Carranza, D. & Chiappa-Carrara, X. 2015. Feeding ecology of juvenile marine fish in a shallow coastal lagoon of southeastern Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 43: 621-631.
- Arceo-Carranza, D., Vega-Cendejas, M. E., Montero-Muñoz, J.L., Hernández de Santillana, M. J. 2010. Influencia del hábitat en las asociaciones nictimerales de peces en una laguna costera tropical. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81: 823-837.
- Arceo-Carranza, D., 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 Biología Tropical*. 57: 89-103.
- Acevedo-Cervantes, A., López-Martínez, J. y Ruiz-Villa, E. 2012. Biomasa y biología reproductiva de especies clave en la fauna de acompañamiento de camarón, en las costas de Sonora, durante un periodo de veda. En: López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, pp. 115-136.
- Aguirre-León, A. y Yáñez-Arancibia, A. 1986. Las Mojaras de la Laguna de Términos: Taxonomía, biología, ecología y dinámico trófica. (Pices: Gerreidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 13(1): 369-444.
- Aguirre León, A. Yáñez-Arancibia, A. Amezcua Linares, F. 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojaras de la Laguna de Términos, Campeche (Pisces: Gerreidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 9: 213-250
- Alongi, D. M. 1998. *Coastal Ecosystem Processes*. CRC Press, Boca raton, Florida, USA. 419 p.
- Arreola Lizárraga, J.A. 2008. Propuesta de Manejo para tres Lagunas Costeras Prioritarias del Noreste de México. Primer Informe. Sonora. México. 22 p.
- Bedia Sánchez, C., López, J.F., Barrera Escorcia, H. 2011. Análisis de la relación peso longitud, alimentación y maduración gonádica de *Sphyaena guachando* Cuvier, 1829 (Sphyaenidae) en Playa Barrancas, Municipio de Alvarado Veracruz. *Revista de Zoología*. UNAM, México. 22: 23-32.
- Bonilla Gómez, J.L. 2014. Distribución espacio-temporal y estructura trófica de peces costeros en la relación a la dinámica ambiental en la laguna de la Carbonera, Península de Yucatán. Tesis de Doctorado. UNAM. 112 p.
- Bonilla Gómez, J.L., Badillo, M. López, K., Gallardo, A., Galindo, C., Arceo, D., Chiappa Carrara, X. 2013. Environmental influences on the abundance of dominant fishes in a very shallow tropical coastal lagoon in northwestern Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Marine Science: Research & Development*. 3: 118
- Brawn, V.M., Perr D.L. & Bentley, R.J. 1968. Benthic and Epibenthic Invertebrates of St. Margaret's bay, Nova Scotia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 25(9): 1803-1811
- Carpenter, K. E. 2002. *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic*. FAO species identification guide for fishery purposes y American Society of Ichthyologist and Herpetologist, Special Publication. No. 5 Vols 1-3. 1600 p.
- Castro-Aguirre, J. L., Espinoza-Pérez, H., Schmitter-Soto, J.J. 1999. Ictiofauna estuario lagunar y vicaria de México. *Limusa*, México. 704 p.

- Chi-Espínola, A. A. y Vega Cendejas, M. E. 2016. Food Resources of *Eucinostomus* (Peciformes: Gerreidae) in a Hiperhaline Lagoon: Yucatan Peninsula, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 51: 395-406.
- Cifuentes, R., Gonzales, J., Montoya, G., Jara, A., Ortiz, N., Piedra, P. y Habit, E. 2012. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del Río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*. 76: 86-100.
- Correa, B. Vianna, M. 2015. Spatial and temporal distribution patterns of the silver mojarra *Eucinostomus argenteus* (Peciformes: Gerreidae) in a tropical semi-enclosed bay. *Journal of Fish Biology*. 89: 641-660.
- Contreras-Espinoza, F. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. UAM. Unidad Iztapalapa, México. 415 p.
- Dávalos Navarro, T. 2018. Caracterización de un sistema lagunar como hábitat de crianza para la ictiofauna en la zona norte del caribe mexicano. Tesis de Maestría. CICY. Yucatán. 83 p.
- Espino Barr, E., Gonzáles Vega, Á., Santana Hernández, H., Gonzales Vega, H. 2008. Manual de Biología Pesquera. Universidad de Nayarit. Instituto Nacional de Pesca. 117 p.
- Figuroa-Espinoza, B. Salles, P., López-González, J., Ruiz-Angulo, A. y Martín-Ruiz, G. U. 2017. Caracterización del viento de Sisal. 15-29. En: Garza Pérez, J. R. y Ize Lema, I. Caracterización multidisciplinaria de la zona costera de Sisal, Yucatán. Hacia una gestión integral y fortalecimiento de la resiliencia. México. 200 p.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*. 22: 241-253.
- Gallardo Torres, A., Badillo Alemán, M., Rivera, Feliz, V., Rubio Molina, J., Galindo de Santiago, C., Loera Pérez, J., García Galeano, T. y Chiappa Carrara X. 2014. Catálogo de Peces de la costa norte de Yucatán. UNAM. Mérida. 255 p.
- García Pioquinto, I. 2013. Redescipción de cinco especies de mojarras (Perciformes: Gerreidae), del Pacífico Oriental. Tesis de Maestría, FES Zaragoza, UNAM. México. 62 p.
- Guevara, E., Álvarez, H., Mascaro, M., Rosas, C., Sánchez, A. 2007. Hábitos alimenticios y ecología trófica del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjaneidae) asociado a la vegetación sumergida de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista Biología Tropical*. 55: 3-4.
- Hernández-Guevara, N.A., Pech, D., Ardisson, P. L. 2008. Temporal trends in benthic macrofauna composition in response to seasonal variation in a tropical coastal lagoon, Celestun, Gulf of Mexico. *Marine and Freshwater Research*. 59: 772-779.
- Herrera Silveira, J. Cortés Balam, O. 2007. Entre la tierra y el mar, las lagunas costeras de Yucatán. *CONABIO. Biodiversitas*. 72: 6-10.
- Herrera Silveira, J. Morales Ojeda, S. 2010. Lagunas Costeras. En Durán, R. Méndez M. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY, PPD-DMAN, CONABIO, SEDUMA. 496 p.
- Herrera-Silveira, J.A. Morales-Ojeda, S.M. 2010. Subtropical karstic coastal lagoon assessment, Southeast Mexico: the Yucatan Peninsula case. In: Kennish, M.J., Paerl, H.E. (Eds.), *Coastal Lagoons - Critical Habitats of Environmental Change*. CRC Press, Boca Raton, pp. 307-333.
- Kjerfve, B. 1994. Coastal lagoons Processes. Elsevier Science. Vol. 60. 576 p.
- Lankford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification in Wiley, M., Ed., *Estuarine Processes*. 182-215.

- Leal, A. S., Cabrera, M. A. y Salas, S. 2009. Caracterización de la fauna incidental en la pesquería artesanal de camarón en la Laguna de Chabihau, Yucatán, México. 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute, pp. 163-171.
- López Martínez, J., Rodríguez-Romero, J., Hernández-Saavedra, N. Y., Herrera-Valdivia, E. 2011. Population parameters of the Pacific flagfin mojarra *Eucinostomus currani* (Perciformes:Gerreidae) captured by shrimp trawling fishery in the Gulf of California. *Revista de Biología Tropical*. 59: 887-897 pp.
- Margalef, R. 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. En: Ayala Castañares, A., Phleger, F.B. (Eds). *Lagunas costeras un simposio. Simposio Internacional de Lagunas costeras, UNAM-UNESCO, México D.F.* 686 p.
- Mexicano-Cántora, G. 1999. Crecimiento y reproducción de la mojarra, *Eucinostomus gula* de Celestún, Yucatán, México In: *Proceedings of the gulf and caribbean fisheries institute*. 45: 524-536
- Muñoz Rojas, S. Ayala Pérez, L.A. Sosa López, A. Villalobos Zapata, G.J. 2012. Distribución y abundancia de la comunidad de peces en la porción litoral de la Reserva de la Biosfera de los Petenes, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*. 61: 213-227.
- Ortegón-Aznar, I., González-González, J & Sentfies-Granados, A. 2001. Estudio florístico de la laguna de Río Lagartos, Yucatán, México, *Hidrobiología*. 11: 97-104.
- Ocampo, L. 2012. Uso y aprovechamiento del camarón de profundidad y de la fauna de acompañamiento. En: López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E (Eds). *Efectos de la pesca de arrastre en el golfo de California. Centro de investigaciones Biológicas de Noreste, S, C. y Fundación Produce Sonora, México*, pp. 339-354.
- Pacheco, M., Paramo, J. y Sánchez, C. 2010. Estructura espacial de *Eucinostomus argenteus* (Pices:Gerreidae) en la zona norte del Caribe Colombiano. *Acta Biológica Colombiana*. 15: 179-194.
- Chaves, P.T.C. Otto, G. 1998. Aspectos biológicos de *Diapterus rhombeus* (Cuvier) (Thleostei, Gerreidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 15: 289-295.
- Peralta-Meixueiro, M.A. y Veja-Cendejas M. E. 2011. Spatial and temporal structure of fish assemblages in a hyperhaline coastal system: Ría Lagartos Mexico. *Neotropical Ichthyology*. 9 (3): 673-698.
- Pineda-Peralta, A., Ramos-Miranda, J., Castillo-Rivera, M. & Arreguín-Sánchez, F. 2016. Cambio en la dieta de dos especies de mojarra (Gerreidae) en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de biología marina y oceanografía*. 51(2): 385-394.
- Pontes Franco, T., Miltano Nieves, L., Pires Teixeira, T., Gerson Araújo, F. 2012. Patterns of spatial distribution of five species of mojarra (Actinopterygii: Gerreidae) in a small tropical estuary in south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 92: 1217-1225.
- Ramos Lozano, L.Y. 2010. Aspectos Ecológicos y Biológicos de la familia Gerreidae (Teloestei: Percoide) en el estero de Conchalito, La Paz B.C.S. México. Tesis de Maestría. IPN. 87 p.
- Ramos-Zapata, J., Parra-Tabla, V., Leirana-Alcocer, J. y González-Moreno, A. 2017. Ecología funcional de la reserva de la Biosfera de Ría Lagartos. SIIES. UADY. UNAM. CONANP. CONACYT. México. 300 p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the fisheries research board of Canada*. 132 p.
- Secretaria de la convención de Ramsar. 2013. *Manual de la Convención de Ramsar: Guía sobre la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6a. edición. Secretaria de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).*

Tzeek Tuz, J.G. 2013. Biología de la reproducción de *Strongylura notata* y *Sphoeroides testudineus*, de la Laguna de la Carbonera en Sisal, Yucatán. Tesis de Maestría, UNAM. 133 p.

Vega-Cendejas, M. E., Peralta-Meixuiero, M.A., & Hernández De Santillana, M. (2017). Length-weight relations of fishes inhabiting a hyperhaline coastal lagoon in Yucatan, Mexico. *Acta Ichthyologia et Piscatoria*. 47(4): 411-415.

Vega Cendejas, M. E. Hernández de Santillana, M. 2010. Peces de Sistemas Lagunares y Ciénegas. En Durán R. Méndez M. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAN, CONABIO, SEDUMA. 496 p.

Vega Cendejas, M. E. 2007. Contribución a la riqueza ictiofaunística de la Reserva de Ría Lagartos, Yucatán. Informe final. IPN. SNIB-CONABIO. 66 p

Vega-Cendejas, M. E. Hernández de Santillana, M. 2004. Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Río Lagartos, Yucatán, México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 60: 285-299.

Vergara Solana, F. J. 2012 Sistemática del genero *Diapterus ranzani*, 1842 (Perciformes: Gerreidae): Análisis morfológicos y moleculares. Tesis de doctorado. Centro interdisciplinario de ciencias marinas. IPN. 111 p.

Verdín Terán, S.L., Moreno Fierro, L., Rojo Botello N. R., García Hernández, A. L., Omaña Molína, M., Meneses Aguirre, A. y Nieto Yáñez, O. 2013. Histología e Inmunohistoquímica. Manual de Métodos. FES Iztacala. UNAM. 85 p.

Yáñez-Arancibia, A. Nugent, R.S. 1976. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 4: 107-114.

Zubiria Rengio, W., Lacayo Morelli, A., Acero, P. Narváez Barandica J. C. 2009. Diversidad y abundancia de la Ictiofauna de un complejo de lagunas costeras en una reserva natural del Caribe colombiano. *Memoria de la Fundación La Salle de ciencias Naturales*. 170: 125-139.

Paginas consultadas en internet

http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_BIODIV04_27&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce . Consultado el día 30 de marzo del 2019.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos. México D.F. 199 p.

DOF. 2018. Carta Nacional Pesquera. SAGARPA.

Anexos

Anexo 8. Posición geográfica de las estaciones realizadas en el mes de septiembre.

Septiembre		
Estación	Latitud (°)	Longitud (°)
3	21.57418	-88.23051
6	21.58055	-88.19872
9	21.603267	-88.15589
12	21.60791	-88.13542
15	21.595528	-88.07138
20	21.575025	-88.00288
21	21.591653	-87.98452
22	21.581333	-87.95459
23	21.56517	-87.95783
25	21.56282	-87.91603
27	21.55955	-87.83836
29	21.53516	-87.79087
30	21.51825	-87.77276
32	21.52039	-87.73888
35	21.511893	-87.68555
38	21.50464	-87.66167

Anexo 9. Posición geográfica de las estaciones realizadas en el mes de febrero.

Febrero		
Estación	Latitud (°)	Longitud (°)
3	21.57368	-88.23025
Mar	21.59875	-88.20247
canal	21.60061	-88.15598
6	21.59224	-88.18469
9	21.60315	-88.15581
12	21.60783	-88.13557
15	21.59553	-88.07138
20	21.57511	-88.00268
21	21.59163	-87.98454
22	21.58138	-87.95452
23	21.56551	-87.95760
25	21.56283	-87.91599
27	21.55960	-87.83811
29	21.53524	-87.79090
30	21.51399	-87.78594
32	21.52045	-87.73855
35	21.51194	-87.68556

Anexo 10. Promedio \pm desviación estándar de la densidad (ind/400 m²) y biomasa (biomasas/400m²) de *E. argenteus*, *E. gula*, *E. harengulus* y *Eucinostomus* spp. por estación en el mes de septiembre.

Septiembre								
Estación	<i>E. argenteus</i>		<i>E. gula</i>		<i>E. harengulus</i>		<i>Eucinostomus</i> spp.	
	densidad	biomasa	densidad	biomasa	densidad	biomasa	densidad	biomasa
3	15 \pm 7.07	177.57 \pm 64.44	22 \pm 17.68	150.03 \pm 129.19	19 \pm 8.49	228.67 \pm 95.55	70 \pm 91.22	18.26 \pm 22.44
6	1 \pm 0.71	1.15 \pm 1.63	1 \pm 0.71	1.40 \pm 1.98	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
9	12 \pm 9.75	34.79 \pm 23.50	50.25 \pm 45.49	139.81 \pm 105.50	2 \pm 2.71	4.90 \pm 6.64	257 \pm 342.37	110.61 \pm 115.47
12	6 \pm 2.83	44.25 \pm 47.87	16 \pm 4.95	87.35 \pm 58.05	6 \pm 2.83	80.25 \pm 34.72	55 \pm 60.81	15.40 \pm 8.84
15	22 \pm 2.12	48.50 \pm 5.50	47 \pm 10.61	140.71 \pm 9.06	5 \pm 5.66	11.59 \pm 12.29	19 \pm 16.97	23.32 \pm 26.70
20	2 \pm 2.83	14.70 \pm 20.79	1 \pm 0.71	6.45 \pm 9.12	0 \pm 0	0 \pm 0	6 \pm 6.36	2.14 \pm 2.41
21	1 \pm 1.41	4.70 \pm 6.65	2 \pm 2.83	9.05 \pm 12.80	3 \pm 2.83	8.49 \pm 9.07	1 \pm 0.71	0.30 \pm 0.42
22	1 \pm 0.71	4.2 \pm 5.2	3 \pm 2.12	20.80 \pm 13.72	6.5 \pm 6.36	31.00 \pm 34.65	0 \pm 0	0 \pm 0
23	2 \pm 0	10.20 \pm 5.52	5 \pm 0.71	31.20 \pm 21.35	1 \pm 0.71	3.35 \pm 4.74	1 \pm 1.41	0.34 \pm 0.48
25	1 \pm 0.71	1.25 \pm 1.77	1 \pm 0.71	2.35 \pm 3.32	0 \pm 0	0 \pm 0	1 \pm 0.71	0.10 \pm 0.14
27	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
29	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
30	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
32	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
35	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
38	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0

Anexo 11. Promedio \pm desviación estándar de la densidad (ind/400m²) y biomasa (biomasas/400m²) de *E. argenteus*, *E. gula*, *E. harengulus* y *Eucinostomus* spp. por estación en el mes de febrero.

Febrero								
Estación	<i>E. argenteus</i>		<i>E. gula</i>		<i>E. harengulus</i>		<i>Eucinostomus</i> spp.	
	densidad	biomasa	densidad	biomasa	densidad	biomasa	densidad	biomasa
Mar	9 \pm	94.50 \pm	1 \pm	13.20 \pm	7 \pm	61.10 \pm	1 \pm	7.30 \pm
Canal	0 \pm 0	0 \pm 0	6 \pm 12.50	47.28 \pm 94.55	12 \pm 24	40.75 \pm 81.50	0 \pm 0	0 \pm 0
3	19 \pm 4.24	198.17 \pm 59.16	4 \pm 1.41	54.21 \pm 19.08	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
6	1 \pm 1.41	0.28 \pm 0.40	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
9	2 \pm 4.50	12.55 \pm 25.10	9 \pm 13.30	30.23 \pm 51.65	1 \pm 0.5	0.58 \pm 1.16	4 \pm 3.30	1.34 \pm 1.93
12	2 \pm 1.41	7.10 \pm 1.19	23 \pm 4.24	49.44 \pm 2.19	3 \pm 3.54	5.07 \pm 7.16	2 \pm 2.83	0.36 \pm 0.51
15	7 \pm 4.95	18.88 \pm 9.60	51 \pm 5.65	172.26 \pm 54.04	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
20	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
21	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	1 \pm 0.71	3.65 \pm 5.16	2 \pm 2.83	0.97 \pm 1.37
22	61 \pm 30.41	214.47 \pm 11.56	28 \pm 10.60	128.67 \pm 39.64	44 \pm 61.52	154.45 \pm 218.43	6 \pm 8.49	0.60 \pm 0.84
23	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
25	0 \pm	0 \pm	1 \pm	3.39 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
27	1 \pm	1.91 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm	0 \pm
29	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
30	1 \pm 0.71	0.32 \pm 0.45	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
32	1 \pm 6.71	1.60 \pm 2.26	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0
35	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0

Anexo 12. Resultados de pruebas estadísticas (Kruskal-Wallis) de la abundancia entre cuencas en los meses de septiembre y febrero. Se indican el valor de Z y el valor de p, no significativo (ns), p < 0.05 (*), p < 0.001 (**), p < 0.001 (***)

Septiembre		
<i>E. argenteus</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	2.285 ^{ns}	4.624 ^{***}
Las Coloradas		1.953 ^{ns}
<i>E. gula</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	2.1237 ^{ns}	4.752 ^{***}
Las Coloradas		2.232 ^{ns}
<i>E. harengulus</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	1.210 ^{ns}	3.466 ^{**}
Las Coloradas		1.988 ^{ns}
<i>Eucinostomus spp.</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	2.179 ^{ns}	4.163 ^{***}
Las Coloradas		1.998 ^{ns}

Febrero			
<i>E. argenteus</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	1.282 ^{ns}	1.960 ^{ns}	1.491 ^{ns}
Las Coloradas		0.501 ^{ns}	0.366 ^{ns}
El Cuyo			0.044 ^{ns}
<i>E. gula</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	1.256 ^{ns}	2.851 [*]	1.112 ^{ns}
Las Coloradas		1.327 ^{ns}	0.033 ^{ns}
El Cuyo			1.108 ^{ns}
<i>E. hargenteus</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	0.368 ^{ns}	0.634 ^{ns}	0.857 ^{ns}
Las Coloradas		0.931 ^{ns}	0.505 ^{ns}
El Cuyo			1.337 ^{ns}
<i>Eucinostomus spp.</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	0.277 ^{ns}	1.383 ^{ns}	0.549 ^{ns}
Las Coloradas		0.970 ^{ns}	0.291 ^{ns}
El Cuyo			0.527 ^{ns}

Anexo 13. Resultados de pruebas estadísticas (Kruskal-Wallis) de la biomasa entre cuencas del mes de septiembre y febrero. Se indican el valor de Z y el valor de p, no significativo (ns), $p < 0.05$ (*), $p < 0.001$ (**), $p < 0.001$ (***)

Septiembre		
<i>E. argenteus</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	1.783 ^{ns}	4.505 ^{***}
Las Coloradas		2.241 ^{ns}
<i>E. gula</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	2.059 ^{ns}	4.712 ^{***}
Las Coloradas		2.276 ^{ns}
<i>E. harengulus</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	1.248 ^{ns}	3.485 ^{**}
Las Coloradas		1.975 ^{ns}
<i>Eucinostomus spp.</i>	Las Coloradas	El Cuyo
Río Lagartos	2.255 ^{ns}	4.202 ^{**}
Las Coloradas		1.584 ^{ns}

Febrero			
<i>E. argenteus</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	1.309 ^{ns}	1.918 ^{ns}	1.140 ^{ns}
Las Coloradas		0.436 ^{ns}	0.099 ^{ns}
El Cuyo	0.436 ^{ns}		0.243 ^{ns}
<i>E. gula</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	1.135 ^{ns}	2.747 [*]	0.870 ^{ns}
Las Coloradas		1.353 ^{ns}	0.095 ^{ns}
El Cuyo	1.353 ^{ns}		1.267 ^{ns}
<i>E. harengulus</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	0.389 ^{ns}	0.625 ^{ns}	0.864 ^{ns}
Las Coloradas		0.944 ^{ns}	0.495 ^{ns}
El Cuyo	0.944 ^{ns}		1.337 ^{ns}
<i>Eucinostomus spp.</i>	Las Coloradas	El Cuyo	Mar
Río Lagartos	0.216 ^{ns}	1.288 ^{ns}	0.261 ^{ns}
Las Coloradas		0.944 ^{ns}	0.070 ^{ns}
El Cuyo	0.944 ^{ns}		0.739 ^{ns}

Anexo 14. Zona donde está permitida la actividad pesquera dentro de la laguna de Ría Lagartos (se presenta señalada en la siguiente imagen), mapa obtenido del Plan de manejo de la reserva de Ría Lagartos.

Zonificación de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán

