



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

**ASPECTOS TRÓFICOS DE *CENTROPOMUS UNDECIMALIS*
(PERCIFORMES: CENTROPOMIDAE) EN EL SISTEMA LAGUNAR
ESTUARINO GRANDE, VERACRUZ.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

L I C E N C I A D A EN BIOLOGIA

P R E S E N T A:

MICHELLE DORANTES GONZALEZ

JURADO DE EXAMEN

DIRECTOR: M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo

ASESORA: M. en C. Catalina Machuca Rodríguez

ASESOR: M. en C. Genaro Montaña Arias

SINODAL: M. en C. Guadalupe Bribiesca Escutia

SINODAL: Mtro. Carlos Alberto Santana Martínez

Ciudad de México, noviembre del 2023



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.

DEDICATORIA

A mi madre, mi padre y mi hermano por siempre ser mi compañía, mi apoyo incondicional y mi fuerza en cualquier situación que se me ha presentado en la vida, gracias a ustedes he llegado hasta aquí, les debo todo lo que soy y la persona que llegaré a ser, me siento orgullosa de tenerlos en mi vida, ustedes son un ejemplo a seguir y prometo no defraudarlos.

La vida me ha enseñado que su dinámica es impredecible y cambiante sin embargo hay que disfrutar de ella para recordar que:

“JAMAS HAY QUE RENDIRSE”



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



OFICIO DE FECHA DE EXAMEN

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

Le comunico que al alumno: **DORANTES GONZALEZ MICHELLE** con número de cuenta **314334219** de la carrera **BIOLOGÍA** se le ha fijado el día **14 de Noviembre de 2023** a las **13:00 hrs.**, para presentar la réplica oral de su examen profesional, que tendrá lugar en esta facultad, ante el siguiente jurado:

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

FIRMA

El título del trabajo escrito que se presenta es:

Aspectos tróficos de *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) en el sistema lagunar estuarino grande, Veracruz.

En la modalidad de: **TESIS**

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

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

AGRADECIMIENTOS

- A la máxima casa de estudios Universidad Nacional Autónoma de México.
- A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por darme un lugar de formación académica.
- A la Colección de peces “Dr. Castro Aguirre” por el acceso a todo el material recolectado desde hace más de 20 años.
- Jesica Sabina López Llanos por ser mi mano derecha y por brindarme tantos años de amistad maravillosos, apoyarme siempre y ser mi confidente, siempre serás mi hermana, acuérdate que lo nuestro es agua del río mezclada con mar.
- A mis sinodales Guadalupe Bribiesca Escutia y Genaro Montaña Arias que se tomaron el tiempo de instruirme y apoyarme siempre.
- Ernesto Mendoza Vallejo, mi gran amigo y maestro de vida, le agradezco por todo lo que ha hecho por mi y sobre todo por su valiosa amistad.
- M. en C. Catalina Machuca por haberme instruido y estar siempre al pendiente de todo y de todos.
- A mis amigos adorados que siempre creyeron en mi conocimiento y habilidades prácticas para salir adelante.

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

INDICE

| | |
|---|----|
| Resumen | 1 |
| Introducción | 2 |
| Antecedentes..... | 4 |
| Hipótesis..... | 7 |
| Objetivos | 8 |
| Área de estudio | 8 |
| Metodología | 9 |
| Fase de campo | 9 |
| Fase de laboratorio..... | 11 |
| Resultados | 14 |
| Revisión taxonómica <i>Centropomus undecimalis</i> | 14 |
| Relación entre la variación de las tallas y calidad de alimento | 15 |
| Cambios morfológicos | 16 |
| Cambios en el sistema digestivo..... | 19 |
| Discusión | 23 |
| Revisión taxonómica <i>Centropomus undecimalis</i> | 23 |
| Relación entre la variación de las tallas y calidad de alimento | 24 |
| Cambios morfológicos | 28 |
| Cambios en el sistema digestivo..... | 32 |

| | |
|-----------------|----|
| Conclusión..... | 35 |
|-----------------|----|

| | |
|--------------------|----|
| Bibliografía | 37 |
|--------------------|----|

| | |
|-------------|----|
| Anexos..... | 46 |
|-------------|----|

1. Órganos ligados a la digestión.
2. Variedad y abundancia de alimento.
3. Hábitos alimenticios.
4. Descripción original de Rivas (1986) complementada con la descripción realizada en este trabajo.
5. Parámetros ambientales registrados en Laguna Grande, Veracruz.

LISTA DE FIGURAS

1. Tabla I. Registro de las especies de la familia Centropomidae, acompañadas de su distribución geográfica y su promedio de talla máxima (L_t = longitud total). (Tomada y modificada de FishBase, 2019).
2. Figura 1. Área de estudio en Laguna Grande, Veracruz. Mapa tomado y modificado de Google earth.
3. Figura 2. Cuantificación del diámetro ocular de *C.undecimalis*. Talla de 8.5 cm.de longitud estándar.
4. Figura 3. Identificación del sistema digestivo: 1) Esófago, 2) Ciegos pilóricos, 3) Estómago, 4) Intestino.
5. Figura 4. Ubicación del contenido alimenticio a nivel esofágico. Se observa un fragmento corporal de un camarón penéido. Talla 11.5cm de *C. undecimalis*.
6. Figura 5. Fotografías digitales de *Centropomus undecimalis* en la etapa juvenil y su contenido estomacal.
7. Figura 6. Fotografías digitales de *Centropomus undecimalis* en la etapa adulta y su contenido estomacal.
8. Figura 7. Fotografía tomada por Tucker (1988) talla de 1.5 mm LT *Centropomus undecimalis*.
9. Figura 8. Fotografía de *Centropomus undecimalis* de 100 mm (LS).
10. Figura 9. Fotografía de las branquiespinas del primer arco branquial en *Centropomus undecimalis* con la talla de 11.5 cm.
11. Figura 10. Fotografía de *Centropomus undecimalis* de 370 mm (LS).
12. Figura 11. Fotografía de las branquiespinas del primer arco branquial en *Centropomus undecimalis* con la talla de 27.9 cm. (Fotografía tomada por Michelle Dorantes G.)
13. Figura 12. Fotografía editada de Lau & Shafland (1982). *Centropomus undecimalis* Talla (3.8 mm).
14. Figura 13. Fotografía del sistema digestivo de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 9.4 cm (SL).
15. Figura 14. Fotografía de ciegos pilóricos presentes en el sistema digestivo de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 11.5 cm (SL).
16. Figura 15. Fotografía del sistema digestivo de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 27.3 cm (SL).
17. Figura 16. Fotografía comparativa de la parte interior y exterior del estómago de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 27.3 cm (SL).
18. Figura 17. Regiones cefálicas mostrando tamaños de boca de especies típicas de estuarios del Golfo de México. A) Especie bentófaga detritívora *Eucinostomus* spp.; b) Especie depredadora de pequeños crustáceos *Micropogonias undulatus*; c) Especie depredadora de crustáceos *Bairdiella chrysoura*; d) Especie depredadora de crustáceos y peces *Cynoscion arenarius*; e) Especie depredadores de grandes crustáceos y peces *Opsanus beta* (Modificado de Castillo-Rivera, 2001).
19. Figura 18. A) Organografía *Menticirrhus saxatilis* (carnívoro), B) Organografía de *Mugil cephalus* (detritívoro), C) Organografía de *Mylossoma duriventre* (herbívoro).

RESUMEN

En el presente trabajo se abordan aspectos de la dinámica trófica, con relación a los cambios estructurales externos ligados a la captura de alimento y cambios morfológicos del sistema digestivo en el robalo blanco *Centropomus undecimalis* a través de su ontogenia. Generalmente en su etapa adulta son catalogados como carnívoros de tercer orden, sin embargo, existe relativamente poca información respecto a esta temática para las primeras etapas de su ontogenia. A partir del análisis de los especímenes de robalo blanco recolectados en el sistema lagunar-estuarino Grande, Veracruz, durante el periodo 2021-2023 y de especímenes que forman parte de la Colección de Peces de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, se obtuvo información taxonómica y morfológica de la especie. Los resultados de la calidad del alimento respecto al crecimiento en la ontogenia tienen la siguiente relación, en las tallas menores a 50mm son planctófagos, de 50mm a 150mm son micro carnívoros de media agua, y mayores de 150mm son carnívoros de cuarto orden alimentándose preferentemente de peces, crustáceos y moluscos. El cambio de alimento en las distintas etapas lleva consigo cambios en la estructura morfológica externa que son adaptaciones a lo largo de la ontogenia que permiten al organismo la obtención y captura de su alimento como lo son los ojos, boca, aletas, branquiespinas y la forma del cuerpo. En cuanto al tracto digestivo cambia en su morfología conforme avanza en su ontogenia ya que en la etapa larval el tubo digestivo se encuentra como un tubo indiferenciado; en la etapa juvenil inicia la división del tubo digestivo en tres secciones e inicia la aparición de los ciegos pilóricos, y en la etapa adulta tubo digestivo se encuentra maduro y totalmente diferenciado, presentando un esófago liso externamente y estriado en la parte interior, musculoso y corto, intestino corto, y su estómago distendido se acompaña de (4-5) ciegos pilóricos. Complementariamente se registró la variación, en relación con la talla corporal, de

algunos de los caracteres morfológicos considerados importantes taxonómicamente para *C. undecimalis*, relacionados con el desarrollo ontogénico de los especímenes: número de escamas de la primera línea sobre la línea lateral, el largo del ápice de la segunda espina anal con respecto a la base del pedúnculo caudal, el tamaño del apéndice de la tercera espina anal con respecto al ápice de la segunda, el número de branquiespinas en la rama superior e inferior del primer arco branquial, forma de las fosas parietales, el número de escamas con poros, coloración a lo largo de la membrana que une espinas dorsales, la profundidad con respecto a la longitud cefálica, longitud inter-orbital, rangos de ABL(Longitud de la base de la aleta anal), PECL (Longitud de aleta pectoral plegada al cuerpo), UCLL (Longitud del lóbulo caudal superior) y MCRL (Longitud del radio caudal medio).

INTRODUCCIÓN

Los ensamblados ícticos son particulares en cada laguna costera e intervienen en la producción secundaria del ecosistema lagunar estuarino, regulando y compartiendo energía y materia con ecosistemas vecinos (marino y dulceacuícola). Una fracción del ensamblado está constituida por peces cuyo ciclo de vida depende totalmente del sistema salobre, y la otra parte solo se encuentran presentes parcialmente dentro del sistema salobre. Está es el caso del robalo blanco, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792), (Perciformes: Centropomidae), cuyo origen evolutivo se encuentra relacionado con el ambiente marino, pero su ciclo de vida se encuentra adaptado, principalmente, en las etapas larval y juvenil a las áreas estuarinas relacionadas con vegetación halófito de manglar e incluso incursiona los ambientes dulceacuícolas (Allen & Robertson, 1994, Castro-Aguirre, *et al.*, 1999).

Un aspecto primordial en el estudio de la ontogenia de *C. undecimalis*, es la calidad de su

alimentación, reflejando su participación dentro de la trama trófica del ensamblado, acompañado de cambios morfológicos de su sistema digestivo. Sus requerimientos energéticos se relacionan con especies pertenecientes al plancton, bentos y necton del sistema lagunar-estuarino y de la plataforma continental.

En la ontogenia, la variación trófica es común en los peces, ya que, a lo largo de su crecimiento corporal requieren de presas con tallas cada vez mayores, la disminución de tiempo en su búsqueda y la cantidad de biomasa consumida. Generalmente, dentro de la trama trófica, en su etapa adulta la especie *C. undecimalis* es reconocida como un depredador oportunista cuya alimentación consiste en camarones, cangrejos y peces asociados a estuarios y a la zona béntica costera (Fischer et al., 1995; Camacho-Peña & Velkiss-Gadea, 2005; Bohórquez-Herrera, 2009; Feltrin-Contente, Freitas, & Gadig, 2009; Franco-Moreno, 2011; Dutka-Gianelli, 2014). En el ambiente de plataforma continental e insular ha sido documentada su presencia en profundidades de hasta los 20 metros, y en la temporada reproductiva los individuos maduros se congregan en la boca de los estuarios para llevar a cabo el desove, por lo que, en las etapas larval y juvenil, generalmente incursionan en los sistemas salobres, donde se alimentan y crecen.

El valor comercial de *C. undecimalis*, puede compararse en su importancia con otros recursos como el camarón, el cangrejo, la jaiba y el ostión (CONAPESCA, 2010). Comprender los aspectos tróficos de la especie es importante para poder predecir los posibles cambios poblacionales en base a la calidad de alimento (DOF, 2014). El aporte de este estudio para el sector pesquero en el Golfo de México es mejorar la planeación del manejo sustentable y conservación de su pesquería, desarrollando planes y leyes que eviten impactos negativos en las poblaciones de robalo blanco.

La importancia de este estudio es la contribución al conocimiento sobre la morfología interna con referencia al desarrollo ontogénico del aparato digestivo de esta especie, el cual comienza como un tubo indiferenciado y termina como un sistema digestivo con

características típicas de peces carnívoros avanzados, también se contribuye al reconocimiento de las variantes anatómicas externas como son los ojos, aletas y boca y sus adaptaciones, en función de la calidad y cantidad de alimento que, a su vez, refleja el papel en el que se ubica dentro de la trama trófica en cada etapa de su vida y aporta información sobre los sistemas depredador-presa del ensamblado íctico, en el que particularmente prevalece dentro del sistema estuarino lagunar Grande.

La siguiente parte de este estudio comprende la ontogenia ligada a la calidad del alimento de *C. undecimalis* la cual pasa por cambios en tres etapas de su crecimiento, la primera es la etapa larval, se caracterizan por ser planctófagos, en la segunda etapa son juveniles catalogados como eurípagos y en la última etapa son adultos clasificados como carnívoros de cuarto orden.

ANTECEDENTES

Los centropómidos son peces del orden Perciformes, la familia está conformada por trece especies de origen marino, pertenecientes a un único género, *Centropomus* (Lacépède, 1802) (Tabla 1). Las características generales que distinguen a los centropómidos son, cuerpo alargado, oblongo y comprimido, generalmente con un perfil dorsal convexo, frecuentemente cóncavo entre la nariz y los ojos. Boca grande, mandíbulas desiguales, la inferior se extiende ligeramente por delante de la superior; dientes pequeños, conformados en bandas filiformes sobre mandíbulas y techo de la boca (vómer, palatinos y algunas veces en los ectopterigoides); preopérculo con el borde ventral y posterior aserrados; opérculo sin espinas; placa suborbital con borde ventral aserrado. Línea lateral se extiende hasta el borde distal de la aleta caudal. Escama axilar presente en la base de las aletas pélvicas; escamas moderadamente grandes y ctenoideas; aleta caudal profundamente dividida; aleta dorsal constituida por dos porciones separadas por un

imperceptible y pequeño espacio; la primera con ocho espinas y la segunda con 1 espina y 8-11 radios; aleta anal con tres espinas y 5-8 radios; aleta pélvica con 1 espina y 5 radios; siete radios branquiostegos; 24 vértebras. Longitud máxima promedio 2.0 m. En cuanto a la coloración corporal, dorso café-verdoso, flancos y vientre plateados, línea negra sobre la línea lateral; aletas pélvicas y pectorales pálidas (Mendoza., 2000).

Son especies demersales que se agrupan en cardúmenes, cuya distribución geográfica abarca principalmente la región tropical y subtropical del litoral del Pacífico y Atlántico americanos (Nelson, 2006). De acuerdo con su ciclo de vida, alternan su permanencia en aguas marinas costeras, esteros, ríos y lagunas, mostrando gran tolerancia a las fluctuaciones de salinidad. En la zona templada durante el invierno se encuentran en ríos y estuarios y, en verano los adultos migran al mar donde llevan a cabo los desoves a temperaturas entre 25-31°C (Tucker Jr. & Campbell, 1988; Tucker Jr. 2003); el esperma se activa sólo en aguas salinas, el desove es sincrónico y pelágico, llevándose a cabo en la boca de ríos, entradas y canales, entre los meses de mayo a septiembre (Allen & Robertson, 1994). Los róbalo están clasificados, en su etapa adulta, como carnívoros de tercer orden (Fischer et al., 1995; Camacho-Peña & Velkiss-Gadea, 2005; Bohórquez-Herrera, 2009; Feltrin-Contente, et al., 2009; Franco-Moreno, 2011; Dutka-Gianelli, 2014).

Tabla I. Registro de las especies de la familia Centropomidae, acompañadas de su distribución geográfica y su promedio de talla máxima (L_t = longitud total). (Tomada y modificada de FishBase, 2019).

| Nombre científico | Nombre común | Distribución | Long máxima (cm) |
|---|-------------------------|-----------------------------|------------------|
| <i>Centropomus armatus</i> | Armed snook | Pacífico Oriental | 37.0 Lt |
| <i>Centropomus ensiferus</i> | Swordspine snook | Atlántico Occidental | 36.2 Lt |
| <i>Centropomus medius</i> | Blackfin snook | Pacífico Oriental | 65.0 Lt |
| <i>Centropomus mexicanus</i> | Tacamachín | Atlántico Occidental | 47.5 Lt |
| <i>Centropomus nigrescens</i> | Black snook | Pacífico Oriental | 123.0 Lt |
| <i>Centropomus parallelus</i> | Chucumite, Robalo gordo | Atlántico Occidental | 72.0 Lt |
| <i>Centropomus pectinatus</i> | Tarpon snook | Atlántico Occidental | 56.0 Lt |
| <i>Centropomus poeyi</i> | Mexican snook | Atlántico Centro-Occidental | 90.0 Lt |

| | | | |
|--|-----------------|--------------------------|----------|
| <u>Centropomus robalito</u> | Yellowfin snook | Pacífico Oriental | 35.3 Lt |
| <u>Centropomus undecimalis</u> | Robalo blanco | Atlántico Occidental | 140.0 Lt |
| <u>Centropomus unionensis</u> | Union snook | Pacífico Oriental | 46.0 Lt |
| <u>Centropomus viridis</u> | White snook | Pacífico-Centro-Oriental | 130.0 Lt |
| <u>Centropomus irae</u> | Robalo de ira | Atlántico occidental | 53.6 Lt |

Aspectos generales de *Centropomus undecimalis*

El robalo blanco se reconoce como una especie eurihalina, una parte de su ciclo de vida permanece en zonas con vegetación sumergida de lagunas costeras, estuarios y ríos con profundidades inferiores a 20 m. Su distribución va a lo largo del océano Atlántico desde Carolina del Norte hasta Río de Janeiro, incluyendo Bahamas, Golfo de México, Mar Caribe y algunas de las islas de las Antillas (Tringali y Bert 1996; Tringali, *et al.*, 1999; Taylor, *et al.*, 2000; Perera- García, *et al.*, 2010).

Con fines alimenticios, en su etapa adulta realizan continuos desplazamientos entre los ambientes marino y el mixhohalino. El desove se realiza en la franja costera frente a las bocas de ríos o lagunas (Lewis III, 1988). Sus larvas y prejuveniles aprovechan la corriente salina que penetra con la marea a los sistemas estuarinos, para migrar y penetrar hacia las lagunas costeras y esteros (Green, 1993). En la zona marina de régimen templado (parte norte del Golfo de México), durante el verano es posible encontrar a los juveniles en las lagunas costeras o ríos, donde crecen hasta alcanzar la madurez sexual (Lewis III, 1988). Ha sido registrada como una especie protándrica hermafrodita ya que, maduran primero como macho y posteriormente cambian de sexo a hembra, lo cual ocurre cuando alcanzan tallas promedio de 51.5 cm y una edad de 3 a 4 años (Taylor *et al.*, 2000). Su alimentación consiste principalmente de peces (Gobiidae, Gerreidae, Engraulidae) y crustáceos (camarones y cangrejos) Álvarez-Lajonchere, *et al.* (2001).

A continuación, se presenta la taxonomía de la familia Centropomidae y de la especie

Centropomus undecimalis (Nelson, 2016):

| | |
|-------------|---|
| Phylum | Chordata |
| Subphylum | Gnathostomata |
| Superclase | Craniata |
| Clase | Actinopterygii |
| Subclase | Neopterygii |
| División | Teleostei |
| Subdivisión | Euteleostei |
| Superorden | Acanthopterygii |
| Serie | Percomorpha |
| Orden | Perciformes |
| Suborden | Percoidei |
| Familia | Centropomidae Poey, 1868 |
| Género | <i>Centropomus</i> Lacépède, 1802 |
| Especie | <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch,1792) |

Importancia económica

En el Golfo de México y Mar Caribe, el robalo es un recurso altamente aprovechado, particularmente en los estados de Campeche, Tabasco y Veracruz, que en conjunto aportan 92% de la producción. Esta pesquería representa una valiosa fuente de empleo para las comunidades pesqueras ribereñas por su calidad en la carne y su elevado valor comercial principalmente en el estado de Veracruz ya que cuenta mayor número de pescadores (5,519) y embarcaciones (2,282 lanchas) (CONAPESCA, 2012).

HIPÓTESIS

La etapa del desarrollo ontogénico en que se encuentre define la dieta de los especímenes de *C. undecimalis*. En las primeras etapas de su vida, posteriores al periodo prelarval, comienza su alimentación con especies pertenecientes al plancton, en las etapas juvenil y adulta se alimentan como carnívoros de cuarto orden, por lo que, incluyen

presas de diversos tamaños, destacando principalmente peces y crustáceos. A lo largo de su ontogenia, los especímenes sufren cambios de morfológicos externos e internos principalmente en el tracto digestivo, consecuencia de los cambios en calidad y variedad del alimento durante su ciclo de vida.

OBJETIVOS

General

Evaluar la variación del nivel trófico de *Centropomus undecimalis* y de la morfología externa e interna del aparato digestivo a lo largo de su ontogenia.

Particulares

- Revisión taxonómica de *Centropomus undecimalis*.
- Analizar la calidad de alimento de acuerdo con la ontogenia de *C. undecimalis*.
- Establecer los cambios morfológicos que apoyan la actividad de captura del alimento durante la ontogenia.
- Describir las principales características anatómicas de mayor relevancia para el sistema digestivo, a lo largo de su ontogenia.
- Definir la ubicación ecótica de *C. undecimalis*.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en el Estado de Veracruz entre los límites municipales de Nautla y Vega de Alatorre localizada en 20° 02' y 20° 06' de latitud norte y los 96° 38' y 96° 41' de longitud oeste. El sistema lagunar estuarino se encuentra dentro de la llanura costera del Golfo de México, contando con una superficie de 22.5 Km², geomorfológicamente está dividido en dos partes: al norte se encuentra Laguna Chica con una longitud de 3 Km y ancho de 0.8 km, esta tiene aportaciones de aguas continentales que se dan por esteros de poco caudal, como el "Huanal", después tenemos a Laguna

Grande, ésta se encuentra al sur conectando con Laguna Chica a través de un canal estrecho llamado el "Caño", contando con 4.7 metros de longitud y 1.5 Km de ancho y el aporte de agua proviene de los ríos "El Diamante", "Carey" y "El Salado", por último está La Barra que es un canal que por medio de un canal conecta Laguna grande con el mar.



Figura 1. Área de estudio en Laguna Grande, Veracruz. Mapa tomado y modificado de Google earth.

MÉTODO

Fase de Campo.

Obtención de organismos

Los organismos fueron capturados en los ciclos anuales de 2021-2023 en el sistema lagunar estuarino Grande, Ver., este se dividió en seis estaciones, la primera, denominada "La Barra", se caracteriza por conectar al mar con la laguna por medio de un canal de 5 km aprox. de longitud, y se reconoce por ser una barrera intermitente formada por sedimento arenoso; la segunda estación "La Puerta", está ubicada en la entrada al subsistema lagunar Grande, y presenta sedimentos conocidos como conchal, la tercera "El Salado", se caracteriza por su delta sedimentario de tipo limo-arenoso, proveniente de la descarga de las aguas tratadas de las poblaciones del municipio de Vega de Alatorre; la cuarta denominada "El Carey" presenta sedimentos limo-arcillosos, derivado del arroyo del mismo nombre, que proviene de la sierra de Chiconquiaco, tiene un ambiente fangoso

con abundante manglar tinto (*Rhizophora mangle*); la quinta estación, "Punta Brava", presenta en sus bordes abundante manglar, el sustrato es limo-arcilloso y restos de conchal; la sexta estación, "El Diamante", cuyo sedimento también se encuentra formado por sedimentos limo-arcillosos y restos de conchal, derivados de arroyo del mismo nombre. Todos los arroyos derivan de la cuenca del río Colipa, formando parte de la planicie costera del Golfo de México.

La recolecta de especímenes fue a través de la pesca exploratoria tipo artesanal, estas se realizaron a las 9:00-13:00hrs y 18:00-21:00 horas, durante los meses de marzo, mayo, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Para la estación "La Barra" se utilizó una red de trasmallo de 80 m de largo y 1.2 m de ancho y 1.25 cm de abertura de malla, y en el resto de las estaciones las capturas se realizaron utilizando una red de trasmallo de 240 m de largo, 1.5 m de ancho y 5.0 cm de abertura de malla. Después de la captura se colocaron en hielo con sal, posteriormente se identificaron con ayuda de las claves taxonómicas emitidas por Rivas (1986); Carpenter, (2002) y Castro-Aguirre et al., (1999) y por último se tomaron medidas de longitud estándar en centímetros (LS), longitud total (LT) y peso en gramos (P). Para la obtención de una mejor conservación de los especímenes, se extrajo el aire con ayuda de una jeringa.

Parámetros del área de estudio

Se registraron los parámetros ambientales de salinidad con la ayuda de un refractómetro (Vee Gee, Modelo STX-3), la temperatura del agua y para la concentración del oxígeno disuelto se utilizó un óxímetro (YSI, Modelo 52CE), el pH se registró con la ayuda de un potenciómetro de campo (Thermo Scientific Orion, Modelo A123) y con ayuda de la botella Van Dorn se tomaron muestras de profundidad de 0.5m a 4m.

Fase de laboratorio.

A continuación, se fijaron con formol al 15%, por un periodo de cuatro días. Posteriormente, fueron lavados con agua para la eliminación de la formalina, y finalmente se colocaron en alcohol etílico al 40% para su conservación. Complementariamente, de la Colección de peces “Dr. José Luis Castro-Aguirre” de la FES Zaragoza, se utilizaron ejemplares de *C. undecimalis* en distintas tallas para complementar el procedimiento de análisis de toma de datos biométricos y revisión de la morfología del sistema digestivo en diversas tallas de la especie.

Revisión taxonómica

Especímenes de tallas diversas fueron seleccionados para registrar aquellos caracteres considerados importantes en la descripción taxonómica de *C. undecimalis*, como son: número de escamas de la primera línea sobre la línea lateral, el largo del ápice de la segunda espina anal con respecto a la base del pedúnculo caudal, el tamaño del apéndice de la tercera espina anal con respecto al ápice de la segunda, el número de branquiespinas en la rama superior e inferior del primer arco branquial, forma de las fosas parietales, el número de escamas con poros, coloración a lo largo de la membrana que une espinas dorsales, la profundidad con respecto a la longitud cefálica, longitud inter-orbital, rangos de ABL(Longitud de la base de la aleta anal), PECL (Longitud de aleta pectoral plegada al cuerpo), UCLL (Longitud del lóbulo caudal superior) y MCRL (Longitud del radio caudal medio). Para llevar a cabo esta revisión taxonómica, se consideraron caracteres morfométricos y merísticos. Para ello se contó con la ayuda de estereoscopio (LABOMED, Luxeo 4D), para las lecturas biométricas se utilizó un compás y una escala de 30 centímetros de longitud.

Descripción de la variación ontogénica de la morfología

Con el fin de comparar su función en relación con la actividad de captura del alimento, en la etapa juvenil y adulta de *C. undecimalis*, la determinación de los cambios morfométricos, morfológicos y merísticos se realizó con especímenes de diversas tallas. Las variaciones morfológicas en larvas se obtuvieron bibliográficamente. La cuantificación de los organismos juveniles y adultos se llevó a cabo con la ayuda de los programas tpsUtil32 y tpsdig264 (Rohlf, F. J. 2004), y comprende caracteres como, el diámetro ocular, la longitud de boca, la variación en la longitud de espinas y radios de las aletas. Las mediciones merísticas comprenden caracteres como, el conteo de branquiespinas, número de espinas y radios de las aletas anal, dorsal y pectoral, y los caracteres morfológicos comprende la forma de las estructuras y su topología principalmente (Fig. 2). Para llevar a cabo estos procesos biométricos se utilizó un estereoscopio (LABOMED, Luxeo 4D).

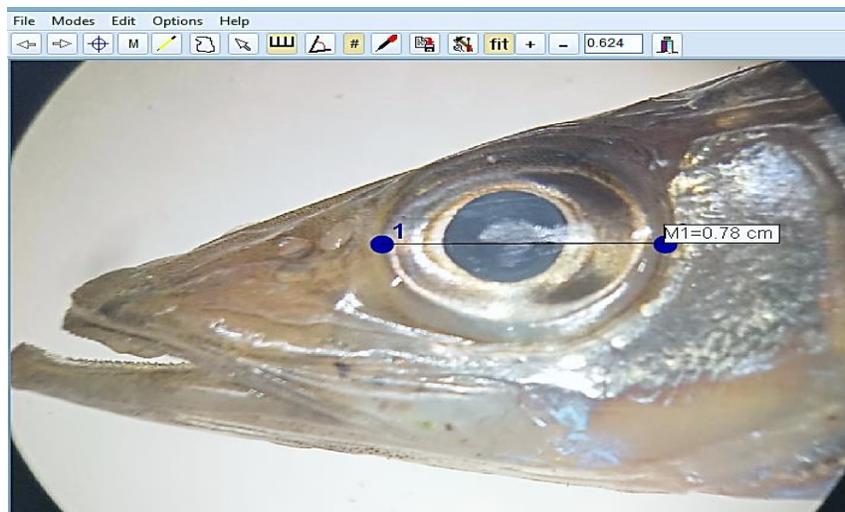


Figura 2. Cuantificación del diámetro ocular de *C.undecimalis*. Talla de 8.5 cm de longitud estándar. Fotograma (Michelle Dorantes González, 2023).

Cambios morfológicos en el sistema digestivo

Se registró la longitud estándar de diversas tallas corporales de especímenes de *C. undecimalis*, y se procedió a la separación del sistema digestivo para revisar la variación

que en la ontogenia sufren las estructuras digestivas como, esófago, estómago, ciegos pilóricos e intestino. Las variaciones en el sistema digestivo en larvas se obtuvieron bibliográficamente.

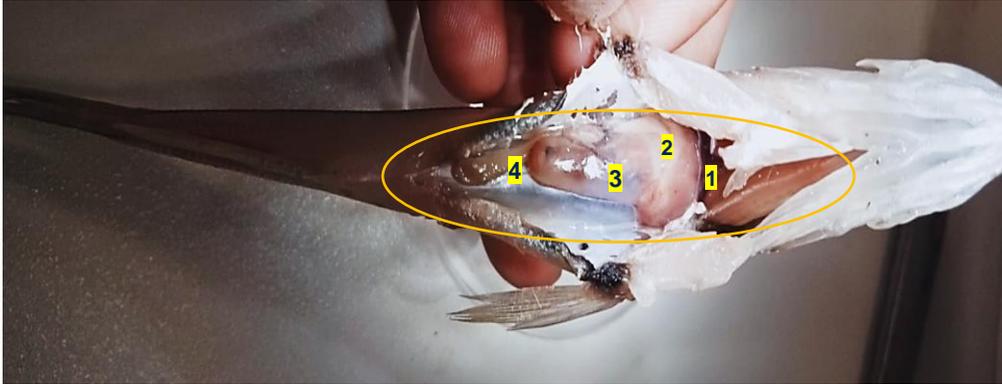


Figura 3. Identificación del sistema digestivo: 1) Esófago, 2) Ciegos pilóricos, 3) Estómago, 4) Intestino. Fotograma (Michelle Dorantes González, 2023).

Contenido estomacal

Para determinar la variación en la calidad del alimento se analizó el estómago de cada espécimen de *C. undecimalis* durante la etapa juvenil y adulta, mientras que la etapa larval fue bibliográfica. El contenido estomacal fue colocado en cajas de cajas Petri, con la finalidad de evitar el secado de las muestras y para disolver la mucosidad que se une a los alimentos, se les agregó alcohol (40%). Con ayuda de un estereoscopio (LABOMED, Luxeo 4D) se identificaron los especímenes y las partes pertenecientes a éstos, que se encontraban dentro del contenido estomacal. Las variaciones en la calidad de alimento de larvas se obtuvieron bibliográficamente.

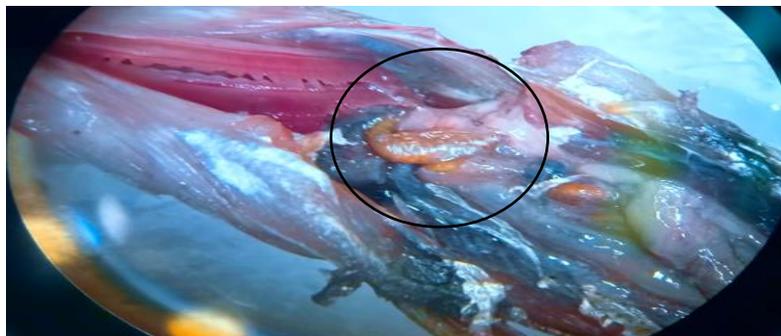


Figura 4. Ubicación del contenido alimenticio a nivel esofágico. Se observa un fragmento corporal de un camarón penéido. Talla 11.5cm de *C. undecimalis*. Fotograma (Michelle Dorantes González, 2023).

RESULTADOS

REVISIÓN TAXONÓMICA

Especie: *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) Chávez, H. 1961: 75-83 (Redescripción de *Centropomus undecimalis*, Bloch), Rivas, L. R. 1986: 579-611 (Sistemática, revisión taxonómica de Centropomidos, Distribución y Biología), Tringali, M. D., & Bert, T. M. 1996: 974-984 (Distribución y genética), Tringali *et al.* 1999: 446-458 (clasificación y morfología), Mendoza 2000: 97 (Sistemática y Taxonomía).

Material examinado: 50 ejemplares con tallas de 5 cm a 27.63 cm.

Descripción original: *Centropomus undecim-radiatus* Lacépède, 1802: 250; Jamaica (Bloch, 1792)

Descripción realizada

Ejemplares juveniles con tallas de 5 cm a 13 cm de Ls: 67-70 escamas de la primera línea sobre la línea lateral, 10 radios dorsales, la tercer espina dorsal es más alta que la cuarta cuando se extienden, el ápice de la segunda espina anal rebasa la base del pedúnculo caudal en especímenes <10 cm de Ls, a partir de especímenes >10cm de Ls el ápice de la segunda espina anal no rebasa la base del pedúnculo caudal, el ápice de la tercera espina anal es menor que el ápice de la segunda, el número de branquiespinas en la rama superior del primer arco branquial es 5 y de 9-8 en la rama inferior del primer arco branquial, posee una fosa parietal alargada y ensanchada ligeramente en la parte posterior, el número de escamas con poros va de 68-72, presentan una coloración negruzca a lo largo de la membrana que une la segunda, tercera y cuarta espinas dorsales, la profundidad del cuerpo cabe de 67% a 91% en la longitud cefálica, longitud inter-orbital de 0.4 cm, rango de ABL (0.6 cm a 1.8 cm), PECL (1.07 cm a 2.07cm), UCLL (0.82cm a 2.4cm) y MCRL (0.75cm a 1.7cm).

Ejemplares adultos con tallas de 18.5 cm a 27.63 cm de Ls: 65-69 escamas de la primera línea sobre la línea lateral, 10 radios dorsales, la tercer espina dorsal es más alta que la cuarta cuando se extienden, el ápice de la segunda espina anal no rebasa la base del pedúnculo caudal, el ápice de la tercera espina anal es mayor que el ápice de la segunda, el número de branquiespinas en la rama superior del primer arco branquial es 5 y de 7-8 en la rama inferior del primer arco branquial, posee una fosa parietal alargada y ensanchada ligeramente en la parte posterior, el número de escamas con poros va de 67-70, presentan una coloración negruzca a lo largo de la membrana que une la segunda y tercera espinas dorsales, la profundidad del cuerpo cabe de 60% a 64% en la longitud cefálica, longitud inter-orbital de 0.8 cm y 1.4 cm, rango de ABL (2.49 cm a 3 cm), PECL (3 cm a 5cm), UCLL (4cm) y MCRL (2.38cm a 2.9cm).

Relación de la calidad de alimento a lo largo de la ontogenia de *C.*

undecimalis.

Etapa larval y post larval (< 50mm)

Gilmore et al. (1983), Jiménez (1984), McMichael (1989), Feltrin-Contente (2009) y Araujo et al. (2011) afirman que su dieta consiste principalmente en organismos del plancton como lo son microcrustáceos (misidáceos, copépodos calanoides y cicloideos, larvas de decápodos y palemónidos, crías del camarón *Penaeus* spp. entre otros), larvas de peces (Poecíliidae, *Anchoa mitchilli*, *Lagodon rhomboides* y ciprinodóntidos), ciliados y dinoflagelados.

Etapa juvenil (50 mm-150 mm)

El contenido estomacal en la etapa juvenil esta principalmente constituido por zooplancton, el cual se divide en dos: holoplancton (Cladóceros) y meroplancton

(camarones, peces e insectos). También se observaron insectos himenópteros (avispas), lepidópteros (polillas) y dípteros (mosquitos).

Etapa adulta (150 mm- 1400 mm)

La calidad de alimento que se encontró a lo largo del sistema digestivo, esta principalmente constituido por restos de peces como: *Cetengraulis edentulus*, *Ariopsis felis*, *Eugerres plumieri*, *Bairdiella ronchus*, *Mugil curema*, *Mugil cephalus* y restos de plantas en descomposición.



Figura 5. Fotografías digitales de *Centropomus undecimalis* en la etapa juvenil y su contenido estomacal. Fotograma (Michelle Dorantes González, 2023).

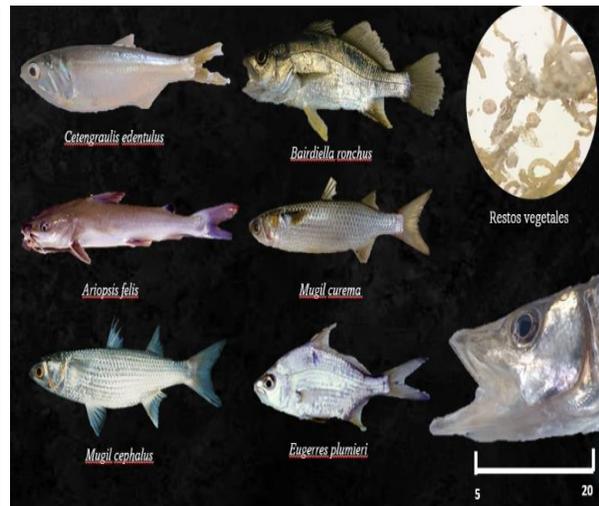


Figura 6. Fotografías digitales de *Centropomus undecimalis* en la etapa adulta y su contenido estomacal. Fotograma (Michelle Dorantes González, 2023).

Descripción de cambios en la morfología externa de *C. undecimalis* que apoyan la captura de alimento durante la ontogenia.

Etapa larval

En la etapa larval Araujo et al. (2011) y Fuiman (2002) describen que la especie presenta agudeza visual alta.

Lau & Shafland (1982) afirman que la boca es funcional a las

48 horas después de la eclosión, que es el tiempo en que ésta acaba su desarrollo. Araujo et al (2011) señala que el maxilar superior tiene una mayor longitud que la superior.

La branquiespinas aparecen a la talla de 3.8 mm, se encuentran sobre el primer arco branquial y son proyecciones cartilagosas opuestas a los filamentos branquiales.

Zavala-Camin (1996) describe la presencia de espinas y/o rudimentos en todos los arcos branquiales, lo que sugiere que larvas mayores de 5.4 mm SL ya se encuentran presentes las branquiespinas.

Lau & Shafland (1982) determinaron que la formación de la aleta caudal comienza a los 4.5 mm, presentándose como cartílago con 5 hipurales, la aleta anal se forma a los 4.5mm con 1 espina y 7 radios y termina su desarrollo de 30 a 40mm con 3 espinas y 6 radios, así como la aleta dorsal blanda con 10 radios y la dorsal espinosa. Las aletas pectorales empiezan su desarrollo a los 6mm con 7 radios, el desarrollo de las aletas pélvicas se describe a los 6.5mm con 1 espina y 5 radios, el desarrollo de escamas se presenta en la talla de 13 y 16mm.

Etapas juveniles

Se analizaron 33 especímenes en etapa juvenil de 50mm a 150mm y se obtuvieron las siguientes características morfológicas externas: el cuerpo se encuentra en forma de perca y es robusto (Fig. 9).



Figura 7. Fotografía tomada por Tucker (1988) talla de 1.5 mm LT *Centropomus undecimalis*.



Figura 8. Fotografía de *Centropomus undecimalis* de 100 mm (LS). Fotografía tomada por Michelle Dorantes González, 2023.

La longitud del diámetro ocular con respecto a la Ls presenta una tasa de crecimiento de 0.0532cm.

La boca es de tipo terminal y la longitud de la mandíbula es mayor en comparación con la longitud de la maxila, ya que cuando la maxila crece 1 cm, la boca crece en relación con esta 1.3242 cm. La tasa de crecimiento de la boca con relación a la longitud estándar es de 0.1737 cm.

Dientes vomerinos y palatinos presentes.

El primer arco branquial con 4-5 branquiespinas en la rama superior y 9 en la rama inferior (raramente 8), estas se caracterizan por ser delgadas, tener poca separación entre ellas, su color es rosa tenue y poseen pequeñas proyecciones a lo largo y ancho de ellas. La aleta caudal se caracteriza por ser de tipo homocerca compuesta por 17 radios, los cuales varían de tamaño conforme la talla. La aleta anal en tiene 3 espinas y 6 radios. La primera aleta dorsal cuenta con 8 espinas y en la segunda aleta dorsal presenta 10 radios. La aleta pectoral cuenta con 14 radios y las aletas pélvicas tienen 5 radios y una espina respectivamente.

Etapa adulta

Se analizaron 15 especímenes en etapa adulta de más de 150mm y se obtuvieron las siguientes características morfológicas externas: la longitud del diámetro ocular con respecto a la Ls presenta una tasa de crecimiento de 0.0105 cm.



Figura 9. Fotografía de las branquiespinas del primer arco branquial en *Centropomus undecimalis* con la talla de 11.5 cm. Fotografía tomada por Michelle Dorantes González, 2023.



Figura 10. Fotografía de *Centropomus undecimalis* de 370 mm (LS). Fotografía tomada por Michelle Dorantes González, 2023.

La boca es grande de tipo terminal con mandíbulas desiguales que se extienden aumentando el volumen bucal adelantándose a la presa, además utilizan su mandíbula saliente para pipetear con la parte superior de la boca y poseen dientes palatinos y vomerinos.

El primer arco branquial con 5 branquiespinas en la rama superior y de 7 a 8 sobre la rama inferior, sin incluir rudimentos, estas se caracterizan por ser gruesas, duras y tener una separación mayor entre ellas.

La aleta caudal se caracteriza por ser de tipo homocerca furcada compuesta por 17 radios, los cuales varían de tamaño conforme la talla.

La aleta anal posee 3 espinas y 6 radios.

La primera aleta dorsal tiene de 8 a 9 espinas y en la segunda aleta dorsal presenta 10 radios.

La aleta pectoral cuenta con 14 radios y las aletas pélvicas tienen 5 radios y una espina respectivamente.

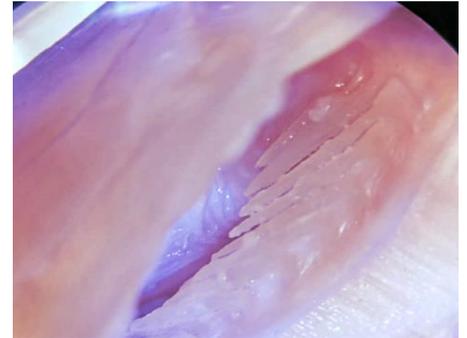


Figura 11. Fotografía de las branquiespinas del primer arco branquial en *Centropomus undecimalis* con la talla de 27.9 cm. Fotografía tomada por Michelle Dorantes González, 2023.

Ontogenia del sistema digestivo en *C. undecimalis* durante la ontogenia.

Etapa Larval

En la etapa larval Lau & Shafland (1982) describen que el sistema digestivo esta pobremente desarrollado, este se presenta como un tubo delgado indiferenciado.

Ríos-Durán (2000) y Pedersen y Andersen (1992), reportan enzimas funcionales de tipo pepsina y proteasas con baja actividad.

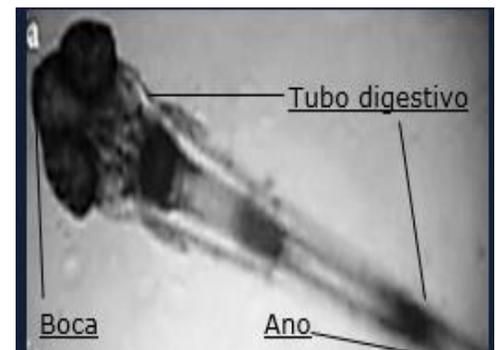


Figura 12. Fotografía editada de Lau & Shafland (1982). *Centropomus undecimalis* Talla (3.8 mm).

Jimenez-Martinez., (2011) señala que la actividad de lipasas, fosfatasas acidas, proteasas acidas y alcalinas (tripsina), incrementan a los 24mm, mientras que la quimiotripsina aumenta hasta los 10mm y disminuye a los 24mm.

Etapa Juvenil

Se analizaron 33 especímenes en etapa juvenil de 50mm a 150mm y se obtuvieron las siguientes características del sistema digestivo: en esta etapa se observa que el sistema digestivo esta mayormente diferenciado, comenzando con un esófago corto con proporción al largo de todo el sistema digestivo, sus paredes son gruesas y se divide en dos partes: la externa cuenta con músculos lisos, mientras que en la interna se encuentra musculo estriado. El estómago se encuentra en forma de saco alargado con paredes ligeramente estriadas en el interior y en el exterior esta recubierto por una capa lisa delgada, mide de 2.5 cm a 3.4 cm en las tallas de 8.6 cm a 11.5 cm. El estómago se encuentra dividido en tres partes: la región donde se une con el esófago, la región fúndica es la más grande del estómago, es toda la parte del saco estomacal y por último la región de los ciegos pilóricos que se une a la región fúndica por una especie de tejido conectivo grueso. Los ciegos pilóricos van de 3 a 4, siendo proyecciones del intestino en forma de dedos, con musculo liso en el interior y



Figura 13. Fotografía del sistema digestivo de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 9.4 cm (SL). Fotografía tomada por Michelle Dorantes González, 2023.

exterior. El intestino en la etapa juvenil está compuesto por tejido liso, este se presenta como un tubo enrollado en la cavidad abdominal, formando dos asas longitudinales. Se compone por tres segmentos ligeramente diferenciados: el intestino anterior, que está conectado con los ciegos pilóricos, el intestino medial y la parte posterior forma la parte final, terminando con un esfínter, que termina en el ano, este llega a medir de 5.1 cm a 6.8 cm en las tallas de 8.6 cm a 11.5 cm. Desde la región del esófago, todo el sistema digestivo se encuentra unido por una membrana llamada peritoneal, esta es serosa y se compone de tejido conectivo.



Figura 14. Fotografía de ciegos pilóricos presentes en el sistema digestivo de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 11.5 cm (SL). Fotografía tomada por Michelle Dorantes González, 2023.

Etapa adulta

Se analizaron 15 especímenes en etapa adulta de más de 150mm y se obtuvieron las siguientes características del sistema digestivo: el sistema digestivo está totalmente formado, para comenzar la descripción de este iniciamos con el esófago se presenta como un órgano musculoso y corto, que se compone de dos capas: la capa interna presenta musculo estriado y la externa musculo liso, aquí el tejido es más grueso que en tallas menores de 150 mm. El esófago se conecta al estómago a través de un esfínter-esofágico con tejido conectivo musculoso estriado.



Figura 15. Fotografía del sistema digestivo de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 27.3 cm (SL). Fotografía tomada por Michelle Dorantes González, 2023.

El estómago se encuentra en forma de saco alargado con paredes prominentemente estriadas en el interior y en el

exterior esta recubierto por una capa lisa gruesa, mide de 3.8 cm a 5 cm en las tallas 18.5 cm a 27.63 cm; este se divide en tres, la región donde se une con el esófago, la región fúndica en esta etapa es más amplia y las paredes son distensibles para soportar presas más pesadas y de mayor tamaño, por último, la región de los ciegos pilóricos se une a la región fúndica por tejido conectivo grueso y musculoso. Los ciegos pilóricos van de 4 a 5, estos son apéndices tubulares que se ubican entre el estómago y el intestino, presentando musculatura gruesa y lisa, su función principal es incrementar el área de superficie de absorción y secreción, también sirven como órganos de reserva de flora intestinal. El intestino está acortado y compuesto por tejido liso grueso, se presenta como un tubo plegado a la cavidad abdominal, que forma dos asas longitudinales a lo largo del estómago. Se conforma por tres segmentos claramente diferenciados: el intestino anterior, que está conectado con los ciegos pilóricos, el intestino medial y la parte posterior forma la parte final, terminando con un esfínter, que termina en el ano, este llega a medir de 5.9 cm a 8.8 cm en las tallas 18.5 cm a 27.63 cm. Desde la región del esófago, todo el sistema digestivo se encuentra unido por una membrana peritoneal.



Figura 16. Fotografía comparativa de la parte interior y exterior del estómago de *Centropomus undecimalis*. En organismo con talla 27.3 cm (SL).

DISCUSIÓN

REVISIÓN TAXONÓMICA

En términos generales Gill y Mooi (2002) señalan que los Perciformes son altamente diversos, siendo que la mayoría están adaptadas para la vida como depredadores en las aguas poco profundas o superficiales de los océanos; por lo tanto, *Centropomus undecimalis* tiene antecedentes evolutivos de ser un depredador, lo cual es apoyado por Fischer et al., (1995), Camacho-Peña & Velkiss-Gadea, (2005), Bohórquez-Herrera, (2009), Feltrin-Contente y Freitas & Gadig, (2009), Franco-Moreno, (2011), Dutka-Gianelli (2014) quienes señalan que los robalos están clasificados como depredadores oportunistas en la etapa adulta. Por lo que se realizó una revisión taxonómica para identificar caracteres que diferencian a *Centropomus undecimalis* en la etapa juvenil y adulta.

Entre los caracteres que resultan informativos referidos a la variación morfológica en la ontogenia de la especie son descritos a continuación: la variación del ápice de la segunda espina anal, cuando la aleta anal se encuentra plegada al cuerpo, y su relación con la base del pedúnculo caudal, en especímenes menores de 130 mm de LS, el ápice de la segunda espina anal rebasa ligeramente la base del pedúnculo caudal, y en especímenes mayores de 185 mm de LS el ápice de la segunda espina anal ya no lo rebasa; en juveniles, el ápice de la tercera espina anal en juveniles no alcanza a igualar el ápice de la segunda espina anal, y en etapa adultos el ápice de la tercera espina anal alcanza y rebasa al ápice de la segunda; en juveniles se presentan 9-8 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial, y adultos se tienen de 7-8 branquiespinas en esta rama inferior; longitud interorbital en juveniles es de 4 mm, y en adultos es varía de 8.0-14 mm con respecto a la longitud cefálica; la profundidad del cuerpo con respecto a la longitud cefálica, en juveniles cabe de 67% a 91%, y en adultos de 60% a 64%; el intervalo de la longitud de la base de la aleta anal (ABL) en juveniles varía de 6.0-18.0 mm, y en adultos

de 25.0-30.0 mm; la longitud de la aleta pectoral cuando se pliega al cuerpo (PECL), en juveniles varía de 10.7-20.7mm, y en adultos varía de 30.0-50.0 mm; la longitud el lóbulo caudal superior (UCLL), en juveniles varía de 8.2-24.0 mm, y en adultos varía alrededor de 40.0 mm; la longitud del radio medio caudal medio, en juveniles varía de 7.5 a 17.0 mm, y en adultos varía 23.8-29.0; el número de escamas sobre la línea lateral, en juveniles de 67-70, y en adultos de 65-69 escamas.

Las medidas morfométricas documentadas por Rivas (1986), concuerdan con los establecidos por Fraser (1968) y Chávez (1961, 1963) para el género *Centropomus* (Lacépède, 1802).

Derivado de la revisión taxonómica de *C. undecimalis*, realizada en el presente estudio, en diversas tallas de longitud estándar (LS), se determinados los caracteres morfológicos que contribuyen a complementar la diagnosis emitida por Bloch (1872), y la re-descripción de Rivas (1986).

La descripción taxonómica de *C. undecimalis* proporcionada por Rivas (1986) está referido a especímenes mayores de 100 mm de LS., se muestra el complemento de la descripción con los caracteres descritos para especímenes menores a 100 mm de LS en el Anexo 4.

RELACIÓN ENTRE LA VARIACIÓN DE LAS TALLAS Y CALIDAD DE ALIMENTO

La alimentación es uno de los aspectos más importantes en la vida de los organismos por lo que la población de *C. undecimalis*, al igual que para el resto de la taxocenosis íctica del sistema lagunar-estuarino Grande, llevan a cabo este proceso alimenticio del cual obtienen energía para llevar a cabo procesos metabólicos, sostener la vida y promover el crecimiento, por eso es importante conocer la variación de la calidad de esté durante su crecimiento y su relación con su ubicación trófica (Anexo 2 y Anexo 3); Para el análisis de tallas en la ontogenia de *Centropomus undecimalis* y su relación con la calidad del

alimento, se describió que en la etapa larval la abundancia de consumo de alimento es el plancton, lo que significa que la supervivencia alimenticia y su desarrollo dependen de éste, por lo que se catalogan como planctófagos, como lo mencionan Fore y Schmidt (1973), Gilmore, et al. (1983), Jiménez (1984), McMichael (1989), Feltrin-Contente (2009) y Araujo et al. (2011), quienes documentan que especímenes con tallas menores a 50 mm incluyen en su dieta microcrustáceos (misidáceos, copépodos como calanoides y cicloideos, larvas de decápodos y palemónidos, crías del camarón peneidos, entre otros), larvas de peces (Poecílidos, *Anchoa mitchilli*, *Lagodon rhomboides* y Ciprinodóntidos), ciliados y dinoflagelados.

De acuerdo con las observaciones realizadas la variación de amplitud trófica refleja que las larvas son estenófagos ya que solo se alimentan de plancton (fitoplancton y zooplancton) y cuando son juveniles cambian a eurípagos ya que se describe que los organismos con tallas de 50 mm hasta 150 mm, se alimentan principalmente por zooplancton de distintos tamaños, el cual se divide en dos: holoplancton (Cladóceros) y meroplancton (camarones, peces e insectos), y por último se observaron insectos himenópteros (avispas), lepidópteros (polillas) y dípteros (mosquitos); por lo que se clasificaron como micro carnívoros de media agua de hábitos nocturnos, lo que significa que su método de alimentación es por búsqueda de alimento sobre la columna de agua, las observaciones obtenidas contrastan con McMichael (1989) quien observó que se vuelven cazadores diurnos, al obtener muestras colectadas entre las 09:00 y las 15:00 hrs el 89% de los estómagos contenían comida, esta diferencia se debe a que los estudios de McMichael fueron realizados en Florida, mientras que los estudios presentes en este estudio fueron realizados en México, Veracruz, por lo que las condiciones ambientales y la abundancia del alimento cambia conforme a la latitud. Mientras que estos estudios coinciden con Jiménez (1984) quien reporta la presencia de larvas nauplio y peces (Mugilidae y Gerreidae) en los contenidos estomacales, pero él los cataloga como peces

bentófagos, este término se refiere a que los organismos juveniles se alimentan de organismos asociados al bentos, y Fore y Schmidt (1973) encontraron que los juveniles de robalo comen peces, camarones, cangrejos y zooplancton, en contraste con lo obtenido en esta investigación el contenido estomacal que es distinto son los insectos adultos (avispas, polillas y mosquitos) los cuales son importantes en la dieta de los organismos juveniles ya que eran abundantes en los estómagos examinados pero este es un alimento estacional, principalmente en época de secas, ya que no se encontraron presentes en otra estación del año, ni en otra etapa de la ontogenia.

Finalmente, en su etapa adulta con tallas mayores a 150mm, (Taylor et al., 2000, consideran que, de 15 cm a 20 cm de longitud estándar, es la primera talla de madurez sexual registrada para *C. undecimalis* en Florida, E.U.A.) se encontraron restos de peces como *Cetengraulis edentulus*, *Ariopsis felix*, *Eugerres plumieri*, *Bairdiella rhonchus*, *Mugil curema*, *Mugil cephalus* y restos de plantas en descomposición, el contenido estomacal examinado coincide con Carvajal en 1975 y Hernandez-Sosa 1987 reportan que en el contenido estomacal se encuentran peces (*Sardinella* spp, *Dorosoma* spp, *Cetengraulis edentulus*, *Ariopsis felix*, *Neoglyphidodon melas*, *Oligoplites saurus*, *Eugerres plumieri*, *Bairdiella rhonchus*, *Cichlasoma* spp., *Eleotris pisonis*, *Dormitator maculatus*, *Astyanax* sp, *Hyporhamphus mexicanus*) crustáceos (*Penaeus* spp., *Trachypeneus* spp., *Xiphopeneus kroyeri*, *Macrobrachium acanthurus*, *M. carcinus*, *Callinectes* sp, *Pseudoterphusidae*) y moluscos (*Mulinia* sp), al igual que Adams et al. (2009) registraron restos de cangrejos, jaibas y moluscos como: caracoles, almejas y en algunos estómagos se determinó la presencia de conchas de almejas, pajas de pastos marinos y corteza de plantas terrestres, así como Camacho-Peña y Velikiss- Gadea (2005), en su investigación de los robalos de las costas nicaragüenses, documentan que el contenido estomacal muestran una alimentación con alta tendencia carnívora complementada por una gran variedad de especies, predominando la ingesta de peces y camarones. Durante la ingesta

comieron incidentalmente, hojas, pequeños trozos de madera, piedras pequeñas y lodo, en algunos casos se reportaron insectos. Sin embargo, los restos vegetales no presentan signos de haber sido atacados por enzimas y ácidos estomacales, penetrando al estómago presumiblemente durante la captura de su dieta.

Al contrastar el análisis obtenido en este estudio y el análisis de otros autores las tallas la calidad de alimento varía a lo largo de su ontogenia respectivamente, asociándolos con las fluctuaciones de abundancia de alimento dentro de la laguna durante las distintas temporadas del año, estas fluctuaciones son naturales y a menudo cíclicas, ya que existe una sincronización entre los ciclos de vida del alimento y el ciclo de vida de los depredadores, Mecalco en 2010 describe que la abundancia de plancton aumenta en época de lluvias y nortes dentro de laguna Grande, lo que concuerda con la descripción de calidad de alimento en este estudio ya que en esta temporada los robalos se encuentran en estado larval, al igual que otras especies de peces planctofagos; también se asocia la variación de las condiciones climáticas u otras relacionadas con el medio ambiente, siendo que la alimentación representa uno de los factores que definen la abundancia y biomasa de las especies de peces, así como la estructura de la comunidad, limitando el número de especies que coexisten en una localidad como en este caso de la laguna costera.

Otro aspecto importante es la migración de los robalos adultos hacia el mar reflejando a menudo la necesidad de la búsqueda de una fuente particularmente abundante de comida como son los peces más grandes, ya que dentro de la laguna costera existen especies que sirven como alimento, pero conforme a su crecimiento aumenta la exigencia de nutrientes, minerales, aminoácidos, lípidos y vitaminas, por consecuencia debe de comer mayor cantidad de organismos para intentar saciar sus necesidades alimenticias; por lo que, el costo energético para lograrlo es muy alto al invertir tiempo y energía en buscar y depredar a las presas, así que al migrar hacia el mar encuentra presas de mayor talla y

calidad que pueden saciar su hambre sin necesidad de que el costo energético sea muy alto. También se cita generalmente, que la reproducción de esta especie se realiza en la entrada de estuarios y lagunas costeras. Sin embargo, el sistema lagunar Grande presenta una barrera intermitente, por lo que su conexión con el mar se ve interrumpida, observándose que la temporada reproductiva del *C. undecimalis* se lleva a cabo dentro del mismo sistema lagunar-estuarino. Lo que complementa la reproducción en el mar cuando la barrera se encuentra abierta.

CAMBIOS MORFOLÓGICOS

Centropomus undecimalis se posiciona como un predador en su etapa adulta, que a lo largo de su ontogenia presenta cambios en la calidad y cantidad de alimento ingerido, que se acompañan de modificaciones morfológicas requeridas para su supervivencia, por ejemplo, en el caso de los ojos los juveniles presentan una tasa de crecimiento mayor que en los organismos adultos, esto se debe a que las larvas y juveniles se desarrollan en los ambientes estuarinos, estos poseen aguas con alto contenido de sólidos en suspensión, mientras que los adultos migran hacia el mar en donde existe menos turbidez, lo que resulta una relación directa entre el lugar donde habitan y el desarrollo de la agudeza visual, esta relación concuerda con lo que explican Araujo et al. (2011) y Fuiman (2002) sobre el desarrollo ocular, ya que ocurre más rápido en la etapa larval que en adultos, con ello, se estimula el desarrollo de la agudeza visual, medida que determina la distancia desde la cual un depredador puede visualizar a su presa, en el caso de las primeras etapas de desarrollo la agudeza visual aumenta principalmente para no ser depredados y en adultos esta puede determinar el éxito o el fracaso en la captura de presas en diferentes tamaños y evadir depredadores.

La boca es un órgano importante que ayuda a la captura de las presas, esta inicia su desarrollo dentro de las 36 horas después de la eclosión del huevo como lo señala Lau &

Shafland (1982) y a las 48hrs, Jiménez-Martínez., (2011) afirma que está ya es funcional al absorber todo el saco vitelino y desde este punto el organismo puede comenzar la alimentación exógena, generalmente las larvas boquean para alimentarse de organismos del plancton que se encuentren a su alrededor ubicados por el efecto la marea o el viento. Se observó que al término de la formación de la boca existe un cambio de forma ya que al ser larvas la maxila y la mandíbula son del mismo tamaño, pero al irse desarrollando y alcanzar la etapa juvenil esta es de tipo terminal y la longitud de la mandíbula es mayor en comparación con la longitud de la maxila, ya que cuando la maxila crece 1 cm, la boca crece 1.3242 cm en relación con esta. La boca es un órgano importante en la porción del cuerpo ya que la tasa de crecimiento de la boca es de 0.1737 cm con relación a la longitud estándar, la forma y tamaño de esta es un indicador de especialización dentro de la función para atrapar presas ya que también poseen dientes palatinos y vomerinos. Según Silva, Almeida, & Pereira (1998), Wainwright et al., (2001) y Luczkovich et al.,(1995) quienes observaron que en organismos adultos la caza de las presas inicia con un nado rápido hacia ella, capturándola y encerrándola en su boca extendiendo sus mandíbulas indicando que normalmente engulle presas enteras, por lo que posee boca grande de tipo terminal con mandíbulas que se extienden ligeramente aumentando el volumen bucal adelantándose a la presa, además que utilizan su mandíbula saliente para pipetear con la parte superior de la boca, creando un pipeteo formado por fuerzas de succión que pueden tirar de los elementos desde una distancia del 25 al 50% de la longitud de la cabeza. En comparación con Álvarez-Lajonchère et al., (2001) describen que la boca en larvas fue funcional del tercer al cuarto día de edad, incrementando de tamaño con la edad, lo que, sugiere que a través de la ontogenia la abertura y tamaño de la boca se incrementa con la edad, aunque no, conserva su forma larval, por lo que implica que el tamaño de su presa esta correlacionado con el tamaño de su boca abierta, es decir, el tamaño máximo de la presa es menor que la abertura de su boca, siendo esta

una restricción morfológica en su dieta.

Las branquiespinas se presentan a la talla de 3.8 mm (Lau & Shafland,1982). Estas se encuentran sobre el primer arco branquial y son proyecciones cartilaginosas opuestas a los filamentos branquiales, la estructura y el número de éstas guardan una relación con la dieta, ya que en la etapa larval son numerosas, relativamente delgadas y la separación entre ellas es corta, al comenzar su alimentación exógena son utilizadas para la retención de plancton.

En la etapa juvenil cuenta con 4-5 branquiespinas en la rama superior y generalmente 9 en la rama inferior (raramente 8), estas se caracterizan por ser ligeramente delgadas, tener poca separación entre ellas, su color es rosa tenue y poseen pequeñas proyecciones a lo largo y ancho de ellas llamadas branquiespinulas (Fig.10), estas ayudan a la obstrucción del paso de las presas hacia fuera de la cavidad orofaríngea. En la etapa adulta se presentan de 7 a 8 sobre la rama inferior del primer arco branquial, sin incluir rudimentos, estas se caracterizan por ser gruesas, duras y tener una separación mayor entre ellas (Fig.12), por lo que ayudan a la retención de presas de mayor tamaño dentro de la cavidad bucal evitando que escapen por el opérculo.

Lau & Shafland afirman que la formación de todas las aletas comienza a los 4.5mm aproximadamente por lo que la aleta caudal se presenta como cartílago con 5 hipurales y termina su formación a los 21.9 mm, ya osificada y funcional. El cambio morfológico que pasa la aleta caudal se presenta en la transición de larva (3.8 mm) a juvenil (16.4 mm) conllevando cambios en los hábitos natatorios del pez, pues al estar en la etapa larval éstas se desplazan con el movimiento del agua ya sea por corrientes o por viento, implicando que la alimentación también depende en gran mayoría del movimiento del agua pero también estas pueden moverse y desplazarse milímetros según lo explican

Coutteau et al., (1997); Lavens & Sorgeloos, (1996); Sipaúba Tavares & Rocha, (2003) el comportamiento predador de las larvas es estimulado por el movimiento natural de los organismos planctónicos. Cuando se presenta la etapa juvenil y adulta se termina el desarrollo de la aleta caudal, ésta presenta 17 radios, es de tipo heterocerca furcada lo cual le permite reducir el arrastre por viscosidad del agua permitiéndoles nadar más rápido, facilitando la búsqueda y captura de su alimento.

La aleta anal posee 1 espina y 7 radios en la etapa larval y existe un cambio desde la etapa juvenil que se mantiene hasta ser adultos contando con 3 espinas y 6 radios, esta aleta está localizada después del ano, es impar y su función principal es para dar estabilidad durante el nado. Probablemente durante la etapa larval y juvenil la segunda espina anal situada en la aleta anal funciona para equilibrar el cuerpo durante el nado en aguas salobres, estas son más densas en comparación con agua marina y permiten que el cuerpo de los peces flote, presenta esta adaptación ya que facilita el desplazamiento haciéndolo firme, además de tener la 2da espina anal con una función protectora que evita o retarda la engullición de sus predadores permitiéndoles escapar, mientras que en la etapa adulta esta espina sigue presente pero su tasa de crecimiento disminuye.

La primera aleta dorsal tiene de 8 a 9 espinas y en la segunda aleta dorsal presenta 10 radios, durante la ontogenia estos rasgos no cambian, solo cambian de tamaño con respecto al cuerpo, estas aletas están localizadas en el lomo, su función consta de controlar el balanceo, dirección y paradas bruscas, que hacen del organismo un gran cazador.

Las aletas pectorales cuentan con 14 radios estas se encuentran a los costados del organismo, situándose de tras del opérculo, su función permite al pez dar vuelta, subir y bajar en la columna de agua, nadar hacia atrás y mantener nado sostenido. Por último, las aletas pélvicas son las últimas aletas en formarse ya que inician su formación a los 6.5mm tienen 5 radios y una espina respectivamente, están ubicadas en la parte ventral, su

función principal es plegarse para que el nado sea más rápido y desplegarse para frenar el nado.

ONTOGENIA DEL SISTEMA DIGESTIVO

Según Moyle & Cech (2004) el sistema digestivo en peces teleósteos está formado por un tubo o tracto digestivo y glándulas anexas que se unen al mismo, este inicia por la boca y termina por el ano, según el tipo de alimentación es la forma del cuerpo y el sistema digestivo. Regularmente existen cambios morfológicos y fisiológicos internos que se dan durante la ontogenia, dando como resultado una diferencia entre el sistema de las larvas y los adultos. Según Peña et al (2003) al momento de la eclosión, las larvas de muchos peces marinos poseen un gran saco vitelino del cual obtienen sus reservas endógenas, una vez que estas reservas se agotan, deben obtener su alimento de una fuente exógena. Lau & Shafland (1982) describen que en la etapa larval el sistema digestivo está pobremente desarrollado, al observarse como un tubo delgado, por lo que su alimentación se basa en plancton que es un alimento de fácil ingestión y digestión. Autores como Lavens & Sorgeloos (1996), Sipaúba- Tavares & Rocha (2003) destacan que la composición bioquímica del fitoplancton y zooplancton es importante al contener los aminoácidos y ácidos grasos esenciales, entre otros elementos que favorecen el crecimiento y la supervivencia de larvas y post larvas. Por lo que Jiménez-Martínez (2011), señala que la actividad de lipasas, fosfatasa, proteasas ácidas y alcalinas como la quimiotripsina, esta aumenta hasta los 10 mm después de la absorción de la yema y disminuye a los 24 mm, cuando el organismo se empieza a alimentar de plancton, mientras que la tripsina, incrementan a los 24 mm como respuesta al aumento de la cantidad de alimento y actividad de hidrólisis de proteínas; según Moyano et al. (1996) y Cara et al. (2003) estas proteínas son inversamente proporcionales.

Al analizar organismos juveniles y adultos se observó similitud en el tamaño del esófago ya que es corto con proporción al largo de todo el sistema digestivo y se divide en dos partes: la externa cuenta con músculos lisos, mientras que en la interna se encuentra músculo estriado, este órgano se diferencia desde la etapa juvenil y se va ensanchando conforme alcanza la adultes ya que tiende a realizar movimientos peristálticos que ayudan a conducir el alimento hacia el estómago regulando la entrada de alimento lo que concuerda con Moyle & Cech, (2004) quienes mencionan que el esófago en los peces regularmente contiene muchas células mucosas, es musculoso y funciona como un tubo de tránsito para la lubricación entre la cavidad buco-faríngea y el tracto digestivo posterior.

El estómago es la parte del tubo digestivo con secreción típicamente acida y una cubierta interior epitelial diferente a la del intestino (Anexo I), en la etapa juvenil se observó que es de menor tamaño que cuando son adultos, este se caracteriza por tener forma de un saco alargado, lo cual, se debe a que existe una correlación entre su forma y sus hábitos alimenticios, como señala Lagler et al., (1977) quien afirma que en el caso de los peces carnívoros ictiófagos, existe un estomago verdadero, el cual es típicamente alargado, como en los pejelagartos (*Lepisosteus*), barracudas (*Sphyraena*), algunos esciaenidos (*Sciaenidae*). También se observó que el estómago del robalo blanco cuenta con paredes estriadas en el interior, con mayor prominencia cuando son adultos y en el exterior esta recubierto por una capa lisa gruesa; Este se encuentra dividido desde de la etapa juvenil en tres partes: la región donde se une con el esófago, la región fúndica es la más grande del estómago ya que es toda la parte del saco estomacal, esta parte del estómago se caracteriza en la etapa adulta por tener las paredes estomacales mayormente distensibles para soportar presas más pesadas y de mayor tamaño. Por último, la región de los ciegos pilóricos, los cuales van de 3 a 4 estos se unen a la región fúndica por una

especie de tejido conectivo grueso y cuando son adultos aumentan de número a 4-5 para incrementar el área de superficie de absorción, secreción y sirven como órganos de reserva de flora intestinal, también se considera que el número de ciegos pilóricos guarda una relación con el tipo de calidad de alimento y el tamaño de este, por ejemplo Zarate et al., (2001) afirma que los depredadores carnívoros generalmente poseen pocos ciegos pilóricos, variando de 3 a 7 (lenguados y esciénidos) o carecer de ellos, mientras que algunos herbívoros presentan más 100 (especie filtradora macrófaga *Brevoortia patronus*), lo que coloca a *C. undecimalis* como un carnívoro depredador en la etapa adulta. La descripción de estómago también concuerda con Machado et al., (2013) quienes en su trabajo de descripción morfológica del sistema digestivo señala que el estómago se divide en tres: La región conocida como el trofeo que se encuentra después de la región de transición del esófago- gástrico mucosa y esta recubierta de forma continua por un simple epitelio de células mucosas superficiales cilíndricas, membrana basal, lámina propia y submucosa. Posee muchas glándulas gástricas simples y tubulares, formado por células llamadas oxintopépticas, que secretan HCl y pepsinógeno. La región pilórica es similar al intestino, con un epitelio cilíndrico simple y submucoso compuesto por un tejido conectivo grueso. Y la región fúndica en donde se produce el jugo gástrico, electrolitos, pepsina y mucosidad.

El intestino tiene como principal función la absorción de los nutrimentos, grasas y otros compuestos necesarios para la supervivencia de los organismos (Anexo I). En la etapa juvenil se observó que está compuesto por tejido liso, este se presenta como un tubo enrollado en la cavidad abdominal, formando dos asas longitudinales. Se compone por tres segmentos ligeramente diferenciados y cuando son adultos están fuertemente diferenciados: el intestino anterior, que está conectado con los ciegos pilóricos, según Lagler et al., (1977) la absorción de las grasas ocurre en esta porción del intestino, otra

parte del intestino observada fue el intestino medial y la parte posterior forma la parte final, terminando con un esfínter, que termina en el ano. Durante la etapa juvenil a la adulta el intestino se corta y el estómago se agranda, otra diferencia que existe entre estos dos órganos es el pH que manejan ya que Jiménez-Martínez., (2011), Ríos-Durán (2000), Pedersen y Andersen (1992), reportan enzimas funcionales de tipo pepsina y proteasas, que con el cambio de alimentación, éstas fluctúan en su actividad, por lo que las actividades enzimáticas reportadas desde la etapa post larval (actividad baja) hasta la etapa juvenil y adulta en la detección de picos altos de actividad de proteasa ácida (pepsina), esto indica que el estómago tiene pH ácido hasta la etapa adulta (células gástricas y cloruro de ácido secreción), por lo que Ueberschäer (1993), Baglolle et al. (1998) y Kvalle et al. (2007) lo consideran como un indicador de maduración del sistema digestivo. Así como la lipasa que tiene dos picos notables según señalan Oozeki y Baley (1995), el primero ocurre cuando se absorben los nutrientes del saco vitelino para la obtención de energía y el segundo se expresa cuando el estómago está maduro y procesa los ácidos grasos de las presas en mayores cantidades. Las fosfatasas son las encargadas de concluir la digestión a nivel del epitelio intestinal además de ayudar en el transporte de nutrientes hidrolizados, los cuales se encuentran en el epitelio de un estómago bien formado según Harpaz y Uni 1999; Smith et al. 2000; Zambonino-Infante, Cahu (1997) y Álvarez-González et al. (2008).

CONCLUSIONES

- Los caracteres taxonómicos que se mantienen fijos en *C. undecimalis* son el número de escamas sobre la línea lateral y el número de radios dorsales, fuera de estos caracteres todos cambian tanto en número, el tamaño y/o grosor, por lo que indica que estos organismos poseen un tipo de crecimiento alométrico.

- La segunda espina anal es un carácter indicador importante entre etapas ya que visualmente es de fácil distinción y se caracteriza porque el apéndice de la segunda espina anal rebasa la base del pedúnculo caudal en larvas mientras que en juveniles y adultos está no rebasa dicho pedúnculo caudal.
- *Centropomus undecimalis* experimenta alimenticios tanto en calidad y cantidad, reflejando la abundancia y variación del alimento a lo largo del día y en ciclo anual dentro de la laguna costera.
- Existe la relación del requerimiento de materia y energía a través de su crecimiento, así como la ubicación ecotica en distintos niveles tróficos dentro del ensamblado íctico, desde planctívoro en la fase larval, micro carnívoros de media agua en la fase juvenil y carnívoro de cuarto orden en la fase adulta.
- Los cambios morfológicos que *C. undecimalis* experimenta a lo largo de la ontogenia están relacionados con la calidad alimenticia y hábitos que presentan en cada etapa de la ontogenia; estos cambios son adaptaciones de respuesta al ambiente, a la supervivencia evitando la depredación y a la manera de caza, haciéndolos rápidos, eficaces y evolucionados depredadores.
- La morfología externa también representa una restricción a la selectividad de presas, tanto en el ecosistema laguna- estuarino como en el mar y la ubicación ecotica, como la selectividad de tallas y composición orgánica.
- Los cambios que experimenta el sistema digestivo están influenciados directamente por la alimentación y requerimientos energéticos a lo largo de su

crecimiento, estos cambios van desde la diferenciación de órganos que lo componen, su tamaño, la función fisiológica y la aparición de enzimas digestivas que se presentan durante estas variaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, A., Wolfe, R. K., Barkowski, N., & Overcash, D. (2009). Fidelity to spawning grounds by a catadromous fish, *Centropomus undecimalis*. *Marine Ecology Progress Series*, 389, 213–222. <https://doi.org/10.3354/meps08198>

Allen, G. R., & Robertson, D. R. (1994). *Fishes of the tropical eastern pacific*. University of Hawaii Press. ISBN-13: 9780824816759.

Alvarez-González, C. A., Moyano-López, F. J., Civera-Cerecedo, R., Carrasco-Chávez, V., Ortiz-Galindo, J. L., & Dumas, S. (2008). Development of digestive enzyme activity in larvae of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus*. 1. Biochemical analysis. *Fish Physiology and Biochemistry*, 34(4), 373–384. <https://doi.org/10.1007/s10695-007-9197-7>

(S/f-b). Org.mx. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972004000100005&lng=es&tlng=en

Álvarez-Lajonchere, L., & Hernández-Molejón, O. G. (2001). Producción de juveniles de peces estuarinos para un centro en América Latina y el Caribe: Diseño, operación y tecnologías. *World Aquaculture Society*.

Araújo, I. M. S., Silva-Falcão, E. C., & Severi, W. (2011). Buccal apparatus and gastrointestinal tract dimensions associated to the diet of early life stages of *Centropomus undecimalis* (Centropomidae, Actinopterygii). *Iheringia. Serie zoologia*, 101(1–2), 85–92. <https://doi.org/10.1590/s0073-47212011000100012>

Ayala-Pérez, L. A., Ramos-Miranda, J., Flores-Hernández, D., Sosa-López, A., & Martínez-Romero, G. E. (2015). Ictiofauna marina y costera de Campeche. México.

Baglolle, C. J., Goff, G. P., & Wright, G. M. (1998). Distribution and ontogeny of digestive enzymes in larval yellowtail and winter flounder. *Journal of Fish Biology*, 53(4), 767–784. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb01831.x>

Bohórquez Herrera, J. (2009). *Ecomorfología alimentaria de algunas especies de peces asociadas a fondos blandos*. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

Cahu C.L. & Zambonino-Infante J.L. (1997) Is the digestive capacity of marine fish larvae sufficient for compound diet feeding? *Aquaculture International* 5, 151-160.

Cara, J. B., Moyano, F. J., Cárdenas, S., Fernández-Díaz, C., & Yúfera, M. (2003). Assessment of digestive enzyme activities during larval development of white bream. *Journal of Fish Biology*, 63(1), 48–58. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00120.x>

Carpenter, K. E. (2002). *The living marine resources of the western central Atlantic: Bony fishes part 1 (acipenseridae to grammidae) v. 2*. Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Carvajal R, J. (1975). Contribución al conocimiento de la biología de los robalos *Centropomus undecimalis* y *C. poeyi* en la Laguna de Términos, Campeche, México. México. Bol. Inst. Oceanográfico, 14(1), 51–70.

Castro-Aguirre, J. L., Espinosa-Pérez, H., & Schmitter-Soto, J. J. (1999). Ictiofauna estuarino-lagunar y Vicaria de México. Colección textos politécnicos. Serie biotecnológicas.

Coutteau, P., Geurden, I., Camara, M. R., Bergot, P., & Sorgeloos, P. (1997). Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. *Aquaculture* (Amsterdam, Netherlands), 155(1–4), 149–164. [https://doi.org/10.1016/s0044-8486\(97\)00125-7](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(97)00125-7)

Chávez, H. (1961). Estudio de una nueva especie de robalo del Golfo de México y redescrición de *Centropomus undecimalis* (Bloch). (Pisc., Centropom.). Ciencia (Mexico City), 21(2), 75–83.

Chávez, H. (1963). Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp) del estado de Veracruz. Pisc. Centrop.). Ciencia, 22(5), 141–161.

Camacho-Peña, J. J. & Velkiss-Gadea, E. (2005). Estudio técnico científico del róbalo en Río San Juan y el Gran Lago de Nicaragua. MARENA.

CONAPESCA. (2010). Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2010

Coutteau, P., Geurden, I., Camara, M. R., Bergot, P., & Sorgeloos, P. (1997). Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larvae. Aquaculture, 155, 149–164.

DOF - Diario Oficial de la Federación. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 1 de noviembre de 2022, de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5338075&fecha=25/03/2014

Dutka-Gianelli, J. (2014). Feeding habits of the smallscale fat snook from East- Central Florida. Transactions of the American Fisheries Society, 143, 1199–1203.

Feltrin-Contente, R., Freitas, S. M., & Gadig, O. B. F. (2009). Size-related shifts in dietary composition of *Centropomus parallelus* (Perciformes:Centropomidae) in an estuarine ecosystem of the southeastern coast of Brazil. Journal of Applied Ichthyology, 25, 335–342.

Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., & Niem, V. (1995). Guía FAO para identificación de especies para los fines de la pesca Atlántico occidental (Volumen II. Vertebrados, Parte 2). FAO.

Franco-Moreno, R. A. (2011). Morfología y desempeño del aparato mandibular de seis especies de peces ictiófagos demersales, asociados a los fondos blandos de la plataforma continental de Nayarit-Sinaloa (Tesis de Maestría). CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional.

Fraser, T. H. (1968). Comparative Osteology of the Atlantic Snooks (Pisces, Centropomus). *Copeia*, 1968(3), 433. <https://doi.org/10.2307/1442012>

Fore, P. L., Schmidt, T. W., Carter, M. R., Burns, L. A., Cavinder, T. R., Dugger, K. R., Fore, P. L., & Hicks, D. B. (1973). Biology of juvenile and adult Snook, *Centropomus undecimalis*, in the Ten Thousand Islands. En H. L. Revells & T. W. Schmidt (Eds.), *Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and Estuaries* (pp. 1–18).

Fuiman, L. A. (2002). Special considerations of fish eggs and larvae. En L. A. Fuiman & R. Werner (Eds.), *Fishery science: the unique contributions of early life stages* (pp. 1–32).

Gill, A. C., & Mooi, R. D. (1993). Monophyly of the Grammatidae and of the Notograptidae, with evidence for their phylogenetic positions among perciforms. *Bull Mar Sci*, 52, 327–350.

Gilmore, R. G., Donohoe, C. J., & Cooke, D. W. (1983). Observations on the distribution and biology of east-central Florida populations of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). *Centropomus undecimalis* (Bloch). *Fla. Sci*, 46, 313–336.

Green, Y. A. (1993). Ictioplancton del canal Agua Dulce, estero Huizache- Caimanero, Sin. Tesis de Maestría CICIMAR/IPN. 68.

Harpaz, S. y Uni, Z. (1999). Actividad de las enzimas de la membrana del borde en cepillo de la mucosa intestinal en relación con los hábitos alimentarios de tres especies de peces de acuicultura. *Bioquímica y fisiología comparativas*, 124, 155–160.

Hernández-Sosa, A. (1987). Biología y pesquería de robalo blanco (*Centropomus undecimalis* Bloch) en el río San Pedro, Tabasco. Informe Técnico (Documento interno). Instituto Tecnológico del Mar. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP,

México. 30.

Jimenez-Martinez, L. D., Alvarez-González, C. A., Tovar-Ramírez, D., Gaxiola, G., Sanchez-Zamora, A., Moyano, F. J., Alarcón, F. J., Márquez-Couturier, G., Gisbert, E., Contreras-Sánchez, W. M., Perales-García, N., Arias-Rodríguez, L., Indy, J. R., Páramo-Delgadillo, S., & Palomino-Albarrán, I. G. (2012). Digestive enzyme activities during early ontogeny in Common snook (*Centropomus undecimalis*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(2), 441–454. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9525-9>

Jiménez-Valdés, M. (1984). Contribución al conocimiento de la biología de los robalos (*Centropomidae*) de la Laguna de Sontecomapan, Ver. Tesis de Lic. ENEP- Iztacala, UNAM. 64.

Kvale A, Mangor-Jensen A, Moren M, Espe M, Hamre K (2007) Development and characterization of some intestinal enzymes in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) larvae. *Aquaculture* 264:457–468

Lagler, K. F., Bardach, J. E., Miller, R. R., & May Passino, D. R. (1977). *Ichthyology* (2a ed.). John Wiley & Sons.

Lau, S. R., & Shafland, P. L. (1982). Larval Development of Snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae). *Copeia*, 1982(3), 618. <https://doi.org/10.2307/1444662>

Lavens, P. y Sorgeloos, P. (1996) Manual sobre la producción y el uso de alimentos vivos para la acuicultura. Documento técnico de pesca de la FAO No. 361, Roma. <http://www.fao.org/docrep/003/W3732E/W3732E00.HTM>

Lewis, R. R., III. (1988). Management and restoration of mangrove forests in Puerto Rico, the U.S. Virgin Islands, and Florida, USA. Memoria. Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva. INIREB-Div. Re. Tabasco, 319–342.

Luczkovich, J. J., Norton, S. F., & Gilmore, R. G. (1995). The influence of oral anatomy on prey selection during the ontogeny of two percoid fishes, *Lagodon rhomboides* and

Centropomus undecimalis. Environmental Biology of Fishes, 44, 79–95.

Machado, M. R. F., Souza, H. D. O., Souza, V. L. D., Azevedo, A. D., Goitein, R. & Nobre, A. D. (2013). Morphological and anatomical characterization of the digestive tract of *Centropomus parallelus* and *Centropomus undecimalis* - doi: 10.4025/actasciobiolsci.v35i4.14352. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 35(4). <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v35i4.14352>

McMichael Jr., Peters, R.H., & Parsons, K. M. (1989). Historia de vida temprana del róbalo, *Centropomus undecimalis*, en Tampa Bay, Florida. *Ciencia del Noreste del Golfo* 10 (2): 113-125.

Mendoza, V. E. (2000). Sistemática del género *Centropomus* (Pisces: Centropomidae). UNAM. Méx, 97.

Mecalco Hernández, Á. (2010). Dinámica del bacterioplancton y su relación con la biomasa fitoplanctónica en dos lagunas costeras del Estado de Veracruz. <https://bindani.izt.uam.mx/concern/tesiuams/w0892b11w?locale=es>

Moyano, F. J., Díaz, M., Alarcón, F. J. & Sarasquete, M. C. (1996). Characterization of digestive enzyme activity during larval development of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 15(2), 121-130. <https://doi.org/10.1007/bf01875591>

Moyle B.P. and J.J. Cech Jr. (2004) *Fishes. An introduction to Ichthyology*. New Jersey, N.J. USA: 3^o, Prentice-Hall. 590 pp.

Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. H. (2014). *Fishes of the world: Nelson/fishes of the world* (5a ed.). John Wiley & Sons.

Oozeki Y, Baley M (1995) Ontogenetic development of digestive enzyme activities in larval walleye pollock, *Theragra chalcogramma*. *Mar Biol* 122:177–186

Pedersen, B. H., & Andersen, K. P. (1992). Induction of trypsinogen in herring larvae

(*Clupea harengus*). *Marine Biology*, 112, 559–567.

Peña, R., Dumas, S., Villalejo-Fuerte, M. and Ortíz-Galindo, J. L. (2003). Ontogenetic development of the digestive tract in reared spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* larvae. *Aquaculture*, 219, 633–644. Recuperado de: [http://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00352-6](http://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00352-6)

Perera-García, M. A. (2010). Parámetros poblacionales del robalo (*Centropomus undecimalis*) y caracterización socioambiental de su pesquería en el sistema fluvial Grijalva Usumacinta, México. Tesis Doctoral. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 129.

Ríos-Duran, M. G. (2000). Actividad proteolítica en larvas de pez blanco *Chirostoma estor copandaro* (Pisces: Atherinidae): Implicaciones para su cultivo. Tesis de Maestría. UMSNH, 53.

Rivas, L. R. (1962). The Florida fishes of the genus *Centropomus* commonly known as snook. *Quart.J Fla.Acad.Sci*, 25(1), 53–64.

Rivas, L. R. (1986). Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia*, 1986(3), 579. <https://doi.org/10.2307/1444940>

Rivera, M. D. G. (2023). Biología trófica de especies de peces dominantes en ecosistemas estuarinos del Golfo de México. <https://doi.org/10.24275/uami.5q47rp15j>

Robertson, D. E., Peña, A., Posada, J. M., & Claro, R. (2019). Peces Costeros del Gran Caribe: sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

Rohlf, F.J. (2004) TpsDig Version 1.4. Department of Ecology and Evolution. State University of New York at Stony Brook, New York. <http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>

Silva, A. L. N., Almeida, R. F. B., & Pereira, J. A. (1998). Comportamento predatório do

camorim, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) em condições de laboratório. Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE, 26(2), 85–97.

Sipaúba-Tavares, L. H., & Rocha, O. (2003). Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de Organismos Aquáticos. RiMa editora (Brasil).

Smith, T. K., Tapia-Salazar, M., Cruz-Suarez, L. E., & Ricque-Marie, D. (2000). Feed-borne biogenic amines: natural toxicants or growth promoters? Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias, 24–32.

Taylor, R. G., Whittington, J. A., Grier, H. J., & R, E., & Crabtree, R. E. (2000). Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in the common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of Florida. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin, 98, 612–624.

Tringali, M. D., & Bert, T. M. (1996). The genetic stock structure in common snook *Centropomus undecimalis*. Can. J. Fish. Aquat. Sci, 53, 974–984.

Tringali, Michael D., Bert, T. M., & Seyoum, S. (1999). Genetic identification of centropomine fishes. Transactions of the American Fisheries Society, 128(3), 446–458. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1999\)128<0446:giocf>2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1999)128<0446:giocf>2.0.co;2)

Tucker, W. J., & Campbell, S. W. (1988). Spawning season of common snook along the east central Florida coast. Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences, 51(1), 1–5.

Tucker, J. W., Jr. (2003). Snook and tarpon Snook culture and preliminary evaluation for commercial farming. Progressive Fish-Culturist, 49(1), 49–57. [https://doi.org/10.1577/1548-8640\(1987\)49<49:satsca>2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8640(1987)49<49:satsca>2.0.co;2)

Ueberschäer B (1993) Measurement of proteolytic enzyme activity: significance and application in larval fish research. In: Walther BT, Fyhn HJ (eds) Physiological and biochemical aspects of fish development, part III. Univ. of Bergen, Norway, pp 233–239.

Wainwright, P. C., Ferry-Graham, L. A., Waltzek, T. B., Carroll, A. M., Hulsey, C. D., & Grubich, J. R. (2001). Evaluating the use of ram and suction during prey capture by cichlid fishes. *The Journal of Experimental Biology*, 204(Pt 17), 3039–3051. <https://doi.org/10.1242/jeb.204.17.3039>

Zavala-Camin, L. A. (1996). Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes.

Zambonino-Infante, J. L., & Cahu, C. L. (2001). Ontogeny of the gastrointestinal tract of marine fish larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 130, 477–487

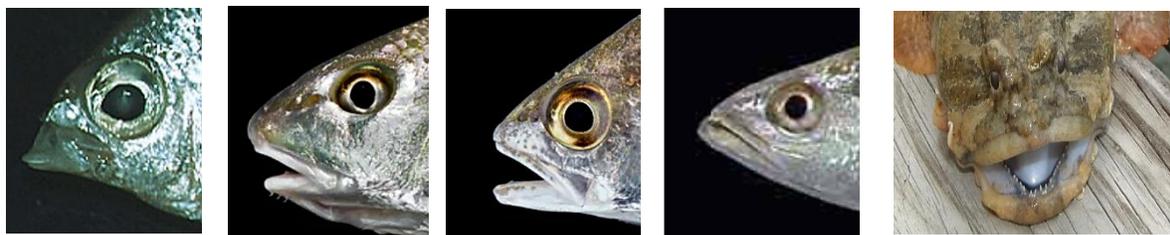
Zarate-Hernandez, R., Aguirre-Leon, A., Ortiz-Burgos, S., & Castillo-Rivera, y. M. (s/f). Ecomorfología de peces estuarinos del Golfo de México. Uam.mx. Recuperado el 06 de enero de 2022, de <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n66ne/ecomorfologia.pdf>

ANEXOS

ANEXO I. ÓRGANOS LIGADOS A LA DIGESTIÓN

La anatomía del sistema digestivo de los peces óseos se compone generalmente por los siguientes órganos:

BOCA: Es la cavidad oral en donde se lleva a cabo la ingestión, se encuentra relacionada con el control y probablemente con también selección de alimentos, ya que la forma de la boca puede variar en distintos tipos según los hábitos alimenticios y de natación de cada organismo. Por ejemplo, la orientación inferior de la boca se asocia a organismos bentónicos con hábitos de succión, raspado y/o ingestión de alimento directamente del sedimento, mientras que la orientación superior, también vista en organismos bentónicos, funciona en especies que suelen enterrarse y sorprender a sus presas desde abajo. Otro ejemplo es cuando se presenta la boca terminal en organismos pelágicos que persiguen y cazan a sus presas al nadar; y la boca protusible está presente en organismos que necesitan ampliar la luz de la boca, es decir, aumentar su capacidad bucal para consumir presas o sedimento de mayor tamaño.



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

Figura 17. Regiones cefálicas mostrando tamaños de boca de especies típicas de estuarios del Golfo de México. a) Especie bentófaga detritívora *Eucinostomus* spp.; b) Especie depredadora de pequeños crustáceos *Micropogonias undulatus*; c) Especie depredadora de crustáceos *Bairdiella chrysoura*; d) Especie depredadora de crustáceos y peces *Cynoscion arenarius*; e) Especie depredadores de grandes crustáceos y peces *Opsanus beta* (Modificado de Zarate., 2001).

FARINGE: Se presenta como un tubo corto que conecta a la boca con el esófago, esta carece de glándulas salivales, está revestido con epitelio estratificado, células mucosas y frecuentemente con papilas gustativas al igual que la boca y el esófago. Actúa fundamentalmente como filtro evitando que pasen las partículas del agua a los delicados filamentos branquiales, participando de en este acto también los rastrillos branquiales.

ESOFAGO: El esófago comunica la faringe con estómago, siendo generalmente de paredes gruesas, este se divide en dos regiones: en su porción anterior está constituido por músculos estriados y la posterior por músculos lisos, ambos poseen capas concéntricas (mucosa, submucosa, muscular, serosa) y son encargados de conducir el alimento, por medio de movimiento peristáltico hacia el estómago. El esófago es notablemente distensible, por lo que la asfixia es rara, pero el mal cálculo del tamaño de la presa o el armamento de defensa de esta última puede conducir a la muerte del depredador.

ESTOMAGO: Es de distinta forma y tamaño según la especie. Aunque suele ser una estructura bastante simple, evolutivamente las modificaciones del estómago de los peces han dado lugar a algunas funciones fisiológicas. En los peces omnívoros tienen el estómago en forma de saco, similar al de los humanos y en carnívoros suele ser amplio y con paredes distensibles que le permite dilatarse para facilitar la entrada de grandes presas que presentan pH bajo. Como adaptación muy especial el estómago de esturiones (*Acipenser spp*), sardinillas (*Dorosoma spp*) y lisas (*Mugil spp*) se encuentra transformado en un órgano molidor y se caracteriza por ser de un tamaño reducido cuyas paredes son notablemente gruesas y musculosas. En los peces predadores de las profundidades marinas la adaptación del estómago tiende principalmente a la distensión, permitiéndoles capturar y engullir presas de mayor tamaño que el predador. En algunos carnívoros, como es el caso de los peces escomberosócidos (*Scorneresox spp*) el estómago se ha

perdido, al igual que en ciertos peces devoradores del plancton como los caballitos de mar (Syngnathidae).

INTESTINO: La principal función del intestino es la absorción de los nutrimentos, a través de sus paredes por vía de difusión o por vía de procesos mediados por una proteína transportadora de membranas, se presenta como un órgano tubular el cual es de longitud variable y generalmente está correlacionado con los hábitos alimentarios ya que, en los peces exclusivamente carnívoros, es corto, posiblemente porque es más fácil que los alimentos formados por tejido animal se digieran, a diferencia de lo que ocurre con los vegetales. Por lo contrario, en peces exclusivamente herbívoros, es muy alargado y con varios dobleces, otros peces, han adquirido una válvula espiral o un doblez largo formado por tejido absorbente y enrollado con cierta soltura, en lugar de los dobleces ordinarios del intestino; mediante esta innovación anatómica el intestino se ha vuelto más compacto, ha mejorado la eficiencia de la digestión y la absorción. Parece ser que en los peces que cesan de alimentarse, porque así lo exige su maduración sexual y la llegada de las actividades reproductoras, el intestino se digiere a sí mismo hasta desaparecer.

GLANDULAS ANEXAS

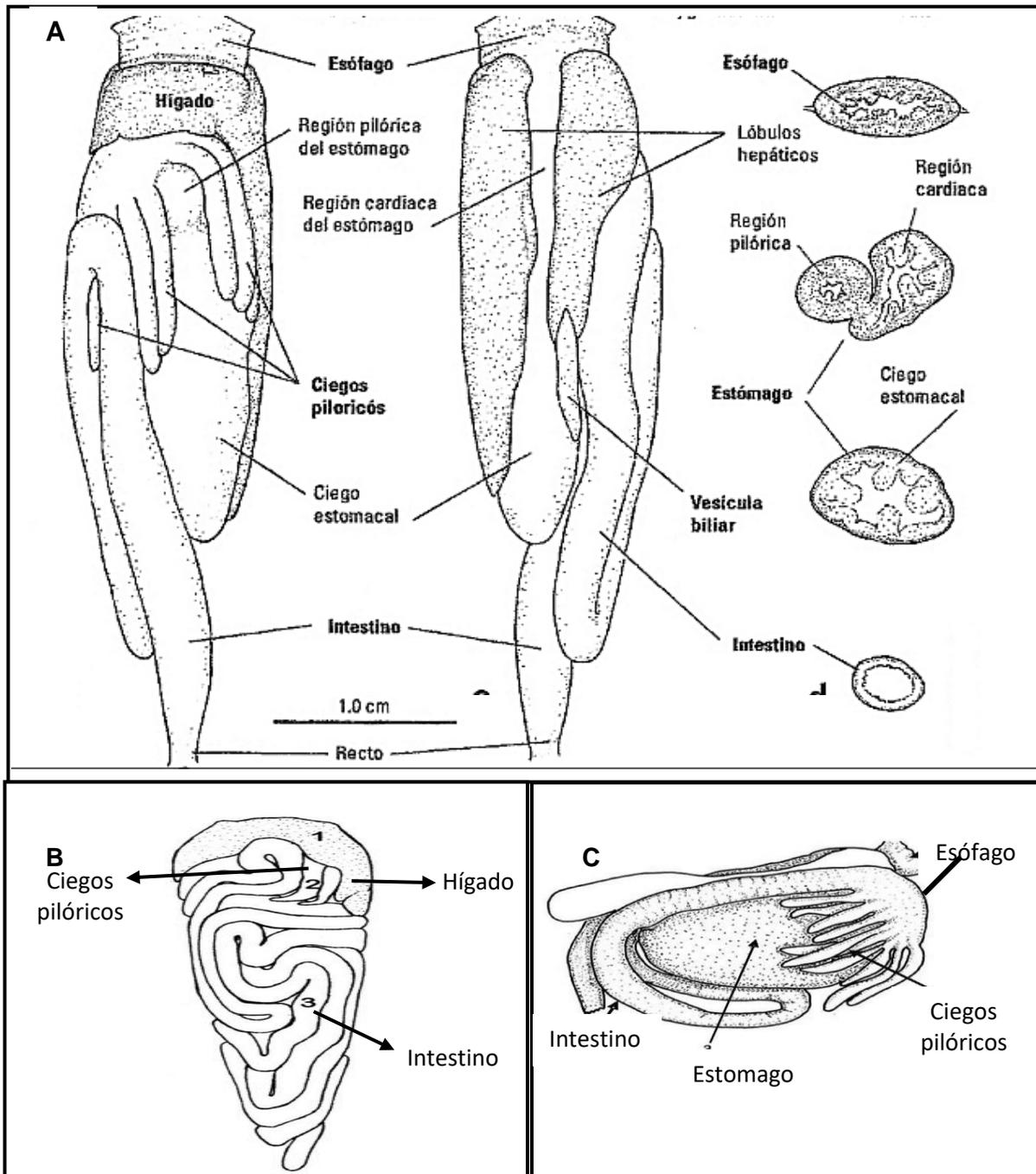
HIGADO Y PANCREAS: Ambos órganos participan en el proceso de la digestión. El primero, como en otros vertebrados, se desarrolla como una evaginación ventral del intestino, y actúa como depósito de glucógeno, almacena grasa, asimila nutrientes, produce bilis y tiene un papel importante en la síntesis de proteínas. El segundo es un órgano endocrino y exocrino que produce enzimas digestivas estas enzimas e incluyen proteasas como tripsina, carbohidratos tales como amilasa y lipasa.

VESÍCULA BILIAR: Es un órgano de paredes delgadas que funciona como almacenamiento temporal para la bilis que se descarga en el intestino cerca del píloro por contracción de los músculos lisos. La bilis suele ser de color verde debido a los

pigmentos biliares (biliverdina y bilirrubina) resultantes de la degradación de las células sanguíneas y la hemoglobina, también contiene sales biliares emulsionantes de grasas, que pueden ayudar al vertido de la acidez del estómago a las condiciones neutrales en el intestino (Recuperado el 06 de enero de 2022, de

<http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n66ne/ecomorfologia.pdf>)

Figura 18. A) Organografía *Menticirrhus saxatilis* (carnívoro), B) Organografía de *Mugil cephalus* (detritívoro), C) Organografía de *Mylossoma duriventre* (herbívor).



ANEXO 2. VARIEDAD Y ABUNDANCIA DE ALIMENTO

Los peces en su evolución se han adaptado a una gran variedad de alimentos, entre los que se incluyen, desde los nutrientes en disolución hasta huéspedes de diferentes plantas y animales. Aun cuando, es relativamente poco lo que se conoce sobre la utilización directa de los nutrientes solubles por los peces, existen evidencias del aprovechamiento que hacen de la glucosa disuelta en el agua ambiente. Muchos compuestos necesarios e innecesarios e iones del agua, son absorbidos directamente, a través de las branquias, por ejemplo, o son deglutidos con el alimento y después absorbidos en el tracto digestivo.

En un grupo tan diversificado como los peces, se observa que consumen una gran variedad en clases y tamaños de alimentos con distintas características morfológicas y fisiológicas. Algunos peces se alimentan exclusivamente de plantas, otros de animales, mientras que existe un tercer grupo que se alimenta de las dos fuentes. Entre los alimentos animales primordiales consumidos se encuentran los plácticos, conocidos como zooplancton. Éste incluye una gran variedad de especies de protozoarios, microcrustáceos y otros invertebrados microscópicos, así como huevos y larvas de muchos animales que incluyen aquellas de los propios peces. Entre los invertebrados de mayor tamaño que se encuentran incluidos en la dieta de los peces tienen extraordinaria importancia los anélidos (Annelida), los caracoles y bivalvos (Mollusca) y los crustáceos e insectos (Arthropoda). En lo que respecta a los vertebrados, todos pueden ser presa para los peces: aves, mamíferos, reptiles, anfibios y, por supuesto, los peces mismos. Desde el punto de vista numérico, cualquier espécimen que sirva de alimento a los peces no siempre está disponible en forma constante, debido a las fluctuaciones naturales en su abundancia. Esas fluctuaciones de los organismos, que sirven de forraje son a menudo cíclicas y se deben a factores propios de su desarrollo biológico, condiciones climáticas y

otros relacionados con el ambiente. Las migraciones de peces reflejan a menudo la necesidad de la búsqueda de una fuente particularmente abundante de alimento.

ANEXO 3. HABITOS ALIMENTICIOS

Los hábitos alimenticios o la conducta relacionada con la alimentación en los peces se relacionan con la búsqueda y la ingestión de alimentos, es decir, la manera de alimentarse. Los peces tienen estímulos para la alimentación y se dividen en dos clases: la primera engloba factores que afectan la motivación interna o conducen hacia la alimentación, entre los cuales se encuentran la temporada del año, la hora a lo largo del día y la noche, la intensidad lumínica, el tiempo transcurrido desde la ingestión del último alimento y la naturaleza de este, la temperatura ambiental y del agua, así como cualquier ritmo interno que pueda existir. La otra clase de estímulo que libera y controla el acto momentáneo de la alimentación se percibe por los sentidos como el olfato, el gusto, la vista y la línea lateral. La interacción de estos dos grupos de factores determina cuándo debe comer un pez y lo que debe comer. Mientras que los hábitos de alimento y la dieta se distinguen por los materiales que habitual o fortuitamente llegan a comer, de acuerdo con esto los peces pueden ser reconocidos bajo los siguientes rubros, predadores, ramoneadores, coladores de alimento, herbívoros, planctívoros de media agua y parásitos.

Predadores

Peces que pueden buscar su alimento pastando o buscando invertebrados bentónicos como el caso de los denominados microcarnívoros demersales, otro tipo de microcarnívoros se alimentan de pequeños invertebrados localizados en la superficie de plantas y sobre otros peces, e incluso tienen la capacidad de capturar plancton, estos son llamados microcarnívoros de media agua. Mientras que son considerados como

mesocarnívoros de media agua aquellos peces depredadores de gran talla corporal que se alimentan de peces más pequeños, calamares u otras presas nectónicas presentes en la columna de agua, se sabe que muchos peces pelágicos de gran talla corporal forman parte de este gremio. Otros peces que se alimentan de animales macroscópicos tienen algunas adaptaciones en común y se les conoce como megacarnívoros, típicamente poseen dientes muy bien desarrollados para sujetar. Los peces predadores generalmente poseen un estómago bien definido con secreciones ácidas muy fuertes e intestino notablemente corto en comparación con aquel de los herbívoros del mismo tamaño. Muchos predadores, capturan su presa con mucha actividad, mientras que otros a menudo permanecen quietos acechando una presa que se acerque, y entonces abalanzarse con gran velocidad para su captura, como típicamente los hacen los mesocarnívoros demersales. Algunos peces predadores cazan ayudándose con la vista, mientras que otros, se atienen mucho al olfato, el gusto y el tacto y en el proceso de localización y captura de la presa se ayudan de los órganos sensoriales de la línea lateral.

Ramoneadores

Mediante pequeños mordiscos los peces ramoneadores obtienen su alimento vegetal. Proceso de alimentación que llevan a cabo de manera individual y otras formando pequeños grupos, semejando el comportamiento del ganado que pasta en alguna pradera o pastizal. El ramoneo caracteriza a muchos peces que se alimentan de plancton o de organismos bentónicos.

Coladores

La separación de los organismos del agua que los contiene mediante el colado es un tipo generalizado de alimentación, ya que los materiales alimenticios son seleccionados por su tamaño y no por su clase.

Herbívoros

Son especies que se alimentan de algas u otro material vegetal, siendo más abundantes en aguas marinas tropicales y aguas dulces templadas. Los ejemplos incluyen los peces damiselas (Pomacentridae), así como a los peces loro (Scaridae).

Planctívoros de media agua

Son peces de hábitos diurnos o nocturnos cuya alimentación depende del plancton, como es el caso de los peces juveniles o recién eclosionados, cuyos padres pertenecen a otros gremios. Dentro del gremio de los planctívoros se encuentran incluidos peces adultos como charales de agua dulce (Atherinidae y Atherinopsidae), arenques (Clupeidae), anchoas (Engraulidae) y damiselas (Pomacentridae). La mayoría se caracteriza por su considerable cantidad de branquiespinas alargadas, numerosas y en forma de laminillas que pueden a su vez, encontrarse ornamentadas de forma variable, probablemente para aumentar la eficiencia de la filtración.

Parásitos

El parasitismo es posiblemente el hábito alimenticio menos común y especializado desarrollado entre los animales. En los peces se encuentra representado por las lampreas parásitas (Petromyzonidae) de tipo carroñero y los mixínos (Myxinidae) cuya alimentación se basa en succionar los fluidos del cuerpo de los huéspedes después de haberles raspado la piel.

ANEXO 4. DESCRIPCIÓN ORIGINAL DE RIVAS (1986) COMPLEMENTADA CON LA DESCRIPCIÓN REALIZADA EN ESTE TRABAJO.

Centropomus undecimalis (Bloch, 1872)

Robalo blanco para adultos y Robalete para juveniles.

Sciaena undecimalis Bloch, 1792:60 (descripción original; Jamaica).

Centropomus undeci-radiatus Lacépède, 1802:250 (descripción original después de Bloch, 1792; Jamaica)

¿*Perca loubina* Lacépède, 1802:397 (descripción original, Cayenne),

¿*Sphyaena aureoviridis* Lacépède, 1803:325 (descripción original con base en el dibujo de Plumier; Martinica).

Centropomus appendicularis Poey, 1860:119 (descripción original; comparado con *C. undecimalis*; vecindad de La Habana, Cuba; común a lo largo de las costas del sur de Cuba).

Centropomus argenteus Regan, 1904:260 (descripción original; comparado con *C. parallelus* y *C. ensiferus*; Barbados, Guiana británica = Guyana).

Tipo. – El holotipo es un espécimen de 160 mm de LS (ZMB38). Presumiblemente, este es el espécimen utilizado por Bloch para la descripción original y la figura emitida por H.J. Paepke).

Descripción. – No existen caracteres diagnósticos para la descripción original, mediante los que se pueda reconocer a la especie. En la Figura 5 presentada por Rivas (1986), presenta una corrección respecto a la relación de la segunda y tercera espinas de la aleta anal, con respecto a la longitud de la especie reconocida como *C. undecimalis*. El estatus nomenclatural de esta especie fue definitivamente establecido por Chávez (1961), basando su descripción en el holotipo y las subsecuentes determinaciones de Rivas (1986).

Diagnosis. – Radios de la aleta pectoral 14-16, modalmente 15: Escamas laterales 67-77, típicamente 14-16; *en especímenes menores a 100 mm de LS, el número de escamas laterales varía de 67-70, y en adultos de 65-69*. Escamas del origen de la aleta anal a la línea lateral 10-14, típicamente 12 o 13. Branquiespinas de la rama superior del primer arco branquial 3-5, típicamente 3-4, no incluyendo rudimentos. Branquiespinas totales del primer arco branquial 11-14, típicamente 11-12, e incluyendo rudimentos de 18-24,

típicamente 20-22. *Branquiespinas de la rama inferior del primer arco branquial, en especímenes menores a 100 mm de LS, varía de 9-8, y en adultos de 7-8. ABL 94-128, en especímenes menores a 100 mm de LS, varía de 6 a 18 mm, y en especímenes mayores a 100 mm, varía de 25 a 30 mm. PECL 178-216, en especímenes menores de 100 mm, varía de 10.7 a 20.7 mm, y en adultos, varía de 30 a 50 mm. UCLL 245-305, en especímenes menores a 100 mm de LS, varía 8.2 a 24 mm, y en adultos varía alrededor de 40 mm. MCRL 130-156, en especímenes menores a 100 mm de LS, varía de 7.5 a 17 mm, y en especímenes mayores a 100 mm de LS, varía de 23.8 a 29 mm. En especímenes menores a 100 mm de LS, el ápice de la segunda espina anal, plegada al cuerpo, alcanza y rebasa ligeramente la vertical de la base de la aleta caudal, y en aquellos mayores a 100 mm de LS, no alcanza la vertical de la base de la caudal. Diámetro interorbital con respecto a la longitud cefálica, en especímenes menores a 100 mm de LS, cabe 0.4, y en mayores de 100 mm, cabe de 0.8-1.4 veces. Profundidad del cuerpo con respecto a la longitud cefálica, en especímenes menores a 100 mm cabe de 67-91%, y en adultos de 60-64%.*

Mendoza (2000), así como Ayala-Pérez y col. (2015) registran que el número de escamas laterales varía de 67-68, lo cual concuerda por lo documentado por Rivas (1986), al igual que lo registrado en el presente estudio; de la misma forma, concuerda el conteo de 8-10 branquiespinas presentes en la rama inferior del primer arco branquial, sin contar los rudimentos. Profundidad corporal cabe 4.1 a 5.6 veces la longitud cefálica, pero en el presente estudio se registró de 67-91%.

Fraser (1968), Chávez (1961, 1963) y Ayala-Pérez y col. (2015), realizaron sus investigaciones en el Golfo de México, Rivas (1986), al igual que Mendoza (2000) lo realizaron para las especies de centropómidos de ambas costas de América. Ambos autores difieren en la comparación en el número de branquiespinas, el número de escamas que se tienen en la línea lateral, ABL, PECL, UCLL y MCRL, lo cual puede

deberse a la variación de tallas corporales revisadas; o bien, probablemente se manifiesta la variabilidad de las poblaciones de *C. undecimalis* y su distribución geográfica, las cuales llegan a tener mínimas diferencias morfológicas o etológicas entre ellas, además de ser una especie anfídroma que abarcan ambientes salobres y marinos e incluso dulceacuícolas, las condiciones ambientales y de interacción intraespecífica e interespecífica a las que están expuestos pueden incidir evolutivamente en procesos adaptativos locales, que reflejan las presiones evolutivas a las que están inmersos. Cabe mencionar que evolutivamente, los procesos de adaptación siguen actuando continuamente geográficamente.

ANEXO 5. PARÁMETROS AMBIENTALES REGISTRADOS EN LAGUNA GRANDE, VERACRUZ.

| Meses/ Parámetros | Marzo | Mayo | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre |
|-------------------------|-------|------|--------|------------|---------|-----------|
| Salinidad (ppm) | 12 | 9.3 | 15 | 25 | 20 | 15 |
| Temperatura (°C) | 28.6 | 31.9 | 29.5 | 29.9 | 29 | 27.9 |
| Oxígeno disuelto (mg/L) | 4.11 | 3.5 | 5.05 | 8.3 | 6.6 | 6 |
| pH | 7.1 | 7 | 7.5 | 7.8 | 7.65 | 7.5 |