

EL TOPUCHE DEL RÍO USUMACINTA

Aplodinotus grunniens (Perciforme:Scienidae)



Raúl Enrique Hernández Gómez, Martha Alicia Perera García, Ignacio Valenzuela Córdova, Carlos Alberto Cuenca Soria, Carlos Alfonso Álvarez González, María Concepción de la Cruz Leyva, Magally Gpe. Sánchez Domínguez

José Manuel Piña Gutiérrez

Rector

Sandra Aguilar Hernández

Directora de la División Académica

Multidisciplinaria de los Ríos

EL TOPUCHE DEL RÍO USUMACINTA

Aplodinotus grunniens (Perciforme:Scienidae)

Raúl Enrique Hernández Gómez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica Multidisciplinaria de los Ríos
Tenosique, Tabasco, México

Martha Alicia Perera García
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Agropecuarias
Teapa, Tabasco, México

Ignacio Valenzuela Córdova
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica Multidisciplinaria de los Ríos
Tenosique, Tabasco, México

Carlos Alberto Cuenca Soria
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica Multidisciplinaria de los Ríos
Tenosique, Tabasco, México

Carlos Alfonso Álvarez González
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas
Villahermosa, Tabasco, México

María Concepción de la Cruz Leyva
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica Multidisciplinaria de los Ríos
Tenosique, Tabasco, México

Magally Gpe. Sánchez Domínguez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Educación y Artes
Villahermosa, Tabasco, México



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

EL TOPUCHE DEL RÍO USUMACINTA *Aplodinotus grunniens*
(Perciforme:Scienidae)/ Raúl Enrique Hernández Gómez...ET AL. – 1ª Ed. —
Villahermosa, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2018

50 P. – (Colección José N. Rovirosa. Biodiversidad, Desarrollo Sustentable
y Trópico Húmedo)

Incluye referencias bibliográficas

ISBN: 978-607-606-483-2

Primera edición, 2019

D.R. © Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Av. Universidad s/n. zona de la Cultura

Colonia Magisterial, C.P. 86040

Villahermosa, Centro, Tabasco.

El contenido de esta obra es responsabilidad exclusiva de los autores.
Queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la
autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la ley Federal
de Derechos de Autor.

Se autoriza su reproducción parcial siempre y cuando se cite la fuente.

ISBN: 978-607-606-483-2

Hecho en Villahermosa, Tabasco, México

GOBIERNO DEL ESTADO DE TABASCO

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA DE LOS RÍOS

COLABORADORES

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica Multidisciplinaria de los Ríos

Cuerpo Académico Producción, Manejo y Conservación de Recursos Acuáticos

Alfonso Castillo Domínguez
Carolina Esther Melgar Valdés

PRESENTACIÓN

La presente obra es producto del proyecto denominado “Estudio preliminar del pez topuche *Aplodinotus grunniens*” financiado por el Fondo Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Tabasco, clave: TAB-2009-C18-120294.

Aplodinotus grunniens (Scienidae), es una especie considerada que habita ambientes dulce acuícolas principalmente en ríos del estado de Tabasco, México. Algunos estudios son sobre el tipo de hábitos alimenticios, biología, reproducción y distribución geográfica en otras partes del mundo como en Canadá y Estados Unidos. Con respecto al manejo en cautividad para la reproducción es inexistente. Sin embargo, existen especies de la familia Scienidae de ambientes marinos que actualmente se cultivan, por ejemplo: corvinón ocelado, corvina japonesa, verrugato, las corvina y el corvallo.

En este documento se exponen los avances preliminares de la investigación sobre esta especie; principalmente, algunos aspectos de la biología pesquera, aspectos sobre técnicas para la aclimatación y manejo de la especie para lograr la reproducción en cautiverio. Se describe el manejo de los ejemplares desde su captura, transporte, registro de datos morfométricos, uso de antibióticos, diseño de instalaciones e inducción al desove, las prácticas elementales fueron realizadas en la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos ubicada en el municipio de Tenosique, Tabasco, México; perteneciente a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Este documento está dirigido a estudiantes, investigadores, acuicultores e interesados en el manejo, biología pesquera y realizar estudios acuícolas del topuche *A. grunniens*.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. GENERALIDADES DEL TOPUCHE <i>A. grunniens</i>	3
2.1. Características morfológicas	4
2.2. Dimorfismo sexual.....	5
2.3. Hábitat y hábitos alimenticios.....	6
2.4. Aspectos reproductivos y pesqueros	7
3. EDAD Y CRECIMIENTO.....	8
4. EVALUACIÓN BIOLÓGICO-PESQUERA DEL TOPUCHE <i>A. grunniens</i> EN TABASCO, MÉXICO.....	10
4.4. Estimación de edad y crecimiento.....	16
5. APORTACIONES EN EL MANEJO Y REPRODUCCIÓN EN CAUTIVERIO DEL TOPUCHE <i>A. grunniens</i> ..	18
5.1. Instalación acuícola.....	18
5.2. Recolección de reproductores	20
5.3. Manipulación post-captura.....	21
5.4. Aplicación de antibióticos.....	23
5.6. Reproducción en cautiverio.....	24
5.6.1 Caracterización de los ovocitos y espermatozoides	26
5.6.2. Caracterización del huevo fertilizado	27
5.6.3. Desarrollo embrionario y larvario	27
6. RENDIMIENTO MUSCULAR Y PROPIEDADES NUTRIMENTALES DEL TOPUCHE <i>A. grunniens</i>	36
7. LITERATURA CITADA	38

Lista de figuras

Figura 1. Distribución geográfica del pez topuche <i>Aplodinotus grunniens</i> . (Mapa creado en abril 2010, Montana Natural Heritage Program), Montana Field Guide (2018).....	4
Figura 2. Morfología de <i>Aplodinotus grunniens</i> capturado en el río Usumacinta, Tenosique, Tabasco, México.	5
Figura 3. Hembra de <i>A. grunniens</i> con el vientre dilatado (a) y obtención de ovocitos por medio de una cánula para corroborar el estadio de madurez de la gónada.....	6
Figura 4. Otolitos de <i>Aplodinotus grunniens</i> del río Usumacinta.	9
Figura 5. Sitios de captura () del topuche <i>Aplodinotus grunniens</i> , Tenosique, Tabasco.....	11
Figura 6. Estructura de talla de 593 ejemplares de <i>Aplodinotus grunniens</i> capturados en el cuenca media del río Usumacinta en Tabasco, México.....	13
Figura 7. Frecuencia de proporción sexual del topuche <i>Aplodinotus grunniens</i> capturado en la cuenca del río Usumacinta.	13
Figura 8. Gónadas de <i>Aplodinotus grunniens</i> en diferentes grados de madurez sexual de peces de la cuenca media del río Usumacinta. a) Hembras; b) Machos.....	14
Figura 9. Índice gonadosomático (IGS) y índice hepatosomático (IHS). (a) Hembras; (b) Machos de <i>Aplodinotus grunniens</i> del río Usumacinta.....	15
Figura 10. Longitud media de primera madurez en hembras (a) y machos (b).	16
Figura 11. Extracción de otolitos (sagitas) de <i>A. grunniens</i> del río Usumacinta. a) Cavidad craneana; b) Sagita; c) Sagitas etiquetadas.	17
Figura 12. Tostado e inclusión de otolitos de <i>Aplodinotus grunniens</i> del río Usumacinta. a) Otolitos con apariencia marrón en parrilla eléctrica; b) Inclusión en resina sintética; c) Bloque solidificados con otolitos incrustados.	17
Figura 13. Corte de otolito de <i>Aplodinotus grunniens</i> mostrando anillos de crecimiento.	18
Figura 14. Infraestructura para la aclimatación y reproducción del topuche <i>Aplodinotus grunniens</i>	19
Figura 15. Confinamiento de ejemplares en jaulas flotantes (a); Vehículo para el traslado de los reproductores al laboratorio (b); Tina con agua y aireación proporcionada por medio de una bomba conectada a la batería del vehículo (c y d); Uso de hieleras para el transporte de ejemplares y aclimatación en el área de mantenimiento de reproductores (e y f).	20
Figura 16. Área de aclimatación para reproductores de <i>Aplodinotus grunniens</i>	21
Figura 17. Registro de biometría: Peces anestesiados (a-b), registro de peso (c) y longitud de ejemplares (d).....	22
Figura 18. Aplicación de antibióticos (a) y de azul de metileno (b) en <i>Aplodinotus grunniens</i>	23
Figura 19. Lesiones infectadas por hongos (*) observadas parte dorsal de los organismos durante el periodo de cuarentena.	24
Figura 20. Canulación de una hembra de <i>A. grunniens</i> con el abdomen abultado en etapa reproductiva, como dimorfismo sexual la hembra es de mayor tamaño que el macho.	25
Figura 21. A) Ovocitos de hembras maduras de <i>A. grunniens</i> . 4X, Barra 0.5 mm. B) Espermatozoides de <i>A. grunniens</i> . 100X, barra 0.250 mm.	26
Figura 22. Etapas de división celular y formación del embrión de <i>Aplodinotus grunniens</i>	29
Figura 23. Embrión de <i>Aplodinotus grunniens</i> próximo a eclosionar (a), larva recién eclosionada (b).....	30
Figura 24. Juvenil de topuche de <i>A. grunniens</i> (3.6 cm LT).	32
Figura 25. Obtención de filetes de <i>A. grunniens</i> . Corte de los laterales del filete (a), Filetes vista posterior (b), Filete vista anterior (c) y filetes sin piel (d).	36

Lista de tablas

Tabla 1. Duración de las etapas de desarrollo embrionario y larval de <i>A. grunniens</i>	33
Tabla 2. Comparación del diámetro de los huevos fecundados, temperatura, horas de eclosión y larvas con saco de <i>A. grunniens</i> con especies de la familia Sciaenidae y peces de agua dulce.	35



1. INTRODUCCIÓN

El interés por el cultivo de peces esciénidos se ha visto incrementado en los últimos años. Se cultivan varias especies de la familia Sciaenidae en el mundo: corvinón ocelado *Sciaenops ocellatus* (Linnaeus 1766), corvina japonesa *Argyrosomus japonicus* (Temminck y Schlegel, 1843), verrugato *Umbrina cirrosa* (Linnaeus, 1758), corvinas *Argyrosomus regius* (Asso, 1801), *Cilus gilberti* (Abbott, 1899), *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) y el corvallo *Sciaena umbra* (Linnaeus, 1758); (Jiménez *et al.*, 2007; Cárdenas, 2012).

En México, la familia Sciaenidae son comúnmente conocidos como: roncadore, topuche o corvinas y forman parte de la pesca ribereña. El *Aplodinotus grunniens* (Rafinesque, 1819), es la única especie de agua dulce que se ha reportado en países tales como: Canadá, Estados Unidos, México y Guatemala (Chao, 2002; Sluss y Harrel, 2006). El topuche ha sido ampliamente estudiado en Norteamérica, en relación a la alimentación, reproducción, dimorfismo sexual, crecimiento, edad y variación morfológica en ambientes lóticos y lénticos (Daiber, 1952; Rypel, *et al.*, 2006; Rypel, 2007; Davis-Foust *et al.*, 2009; Jacquemin y Pyron, 2013; Jacquemin *et al.*, 2014).

En México es una especie escasamente investigada; no obstante, en el proceso de extracción y caracterización de gelatina de la piel, ha sido principalmente estudiada, en el estado de Tamaulipas (Velázquez *et al.*, 2008). En Tenosique, Tabasco, a esta especie se le conoce como topuche; presenta gran valor económico de las comunidades dedicadas a la pesca ribereña que forman parte del río Usumacinta. Es un organismo apreciado por la calidad de la



carne y sabor; representa un valor cultural en la gastronomía de las familias, y desde una perspectiva biológico-ecológica, constituye de suma importancia como controlador biológico de almejas de agua dulce.

En este libro se exponen recientes estudios sobre el manejo, aclimatación y aspectos reproductivos de esta especie, el cual fue realizado en las instalaciones de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en Tenosique, Tabasco; México. Por otra parte, lo relacionado a los estudios biológico-pesquero, se llevó a cabo en la cuenca media del río Usumacinta.



2. GENERALIDADES DEL TOPUCHE *Aplodinotus grunniens*

El topuche fue registrado por primera vez en 1998 en el río Rideau, Ottawa; no obstante, se han realizado investigaciones sobre la dinámica de crecimiento en la provincia de Manitoba en Canadá; recientemente, se evidencian estudios relacionados a las mortalidades asociadas al virus de la septicemia hemorrágica viral VHS, Tipo IV en el lago Ontario (Phelps *et al.*, 1999; Hardisty, 2007; Lumsden *et al.*, 2007).

Bodensteiner y Lewis (1992), investigaron el efecto de la temperatura, oxígeno disuelto y supervivencia del *A. grunniens*, durante el invierno en el río Mississippi. Los resultados mostraron alta tolerancia a bajas temperaturas; sin embargo, presentaron mortalidades a 1°C.

El topuche *A. grunniens*, se distribuye desde América del Norte (río Mississippi de Quebec a Manitoba y Saskatchewan, Canadá); en los Grandes Lagos de la Bahía de Hudson; en la bahía de Mobile, (Alabama y Georgia en los EE.UU.); así mismo, esta especie se encuentra en América Central, en el Golfo de México (ríos Usumacinta, Grijalva y San Pedro), y al sur de Guatemala (Chávez *et al.*, 1989; Smith, 2009; Froese y Pauly, 2011), (Fig. 1).

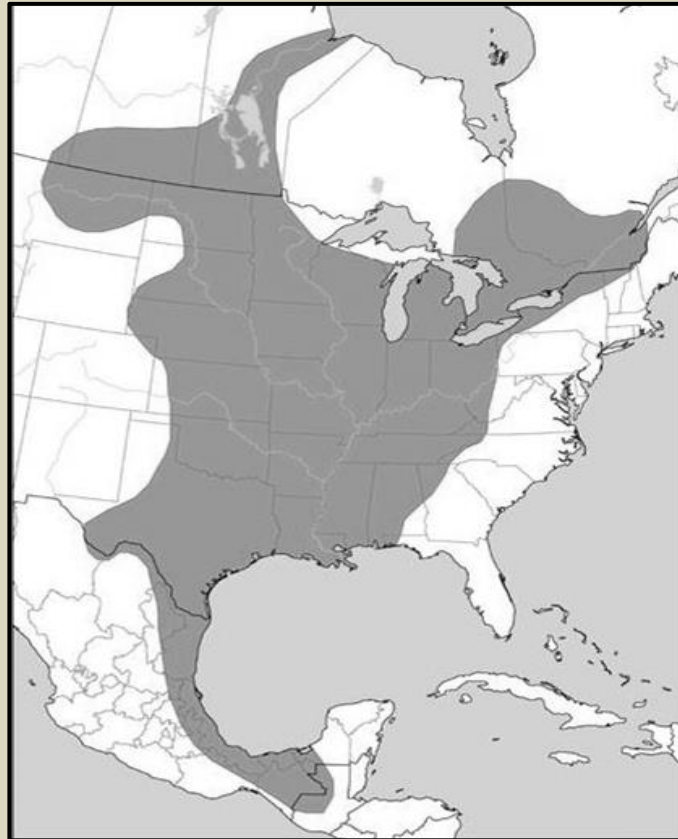


Figura 1. Distribución geográfica del pez topuche *Aplodinotus grunniens*. (Mapa creado en abril 2010, Montana Natural Heritage Program), Montana Field Guide (2018).

2.1. Características morfológicas

El topuche puede alcanzar longitudes hasta 91 cm, Smith (2009), reportó talla promedio de 31 a 71 cm y peso promedio de 24 kg.

Un aspecto distintivo del *A. grunniens*, es el color plateado. Otra característica inusual de estos organismos, es que la línea lateral se extiende hasta la aleta caudal redondeada. Presenta una larga aleta dorsal con respecto a la longitud total de su cuerpo. La boca es subterminal con un hocico redondeado contundente; las escamas de la línea lateral pueden variar de 49 a 53;



éstas son de tipo ctenoidea. La aleta anal tiene dos espinas, la primera es más corta que la segunda, y siete radios (Chao, 2002; Smith, 2009) (Fig. 2).



Figura 2. Morfología de *Aplodinotus grunniens* capturado en el río Usumacinta, Tenosique, Tabasco, México.

2.2. Dimorfismo sexual

Esta especie presenta un marcado dimorfismo sexual, las hembras son más grandes (robustas) que los machos. Cuando están sexualmente maduras, su vientre se incrementa en tamaño debido a la dilatación de sus gónadas (volumen) y por el desarrollo de los ovocitos, lo cual, puede ser confirmado en las papilas genitales de ambos sexo (Fig. 3).

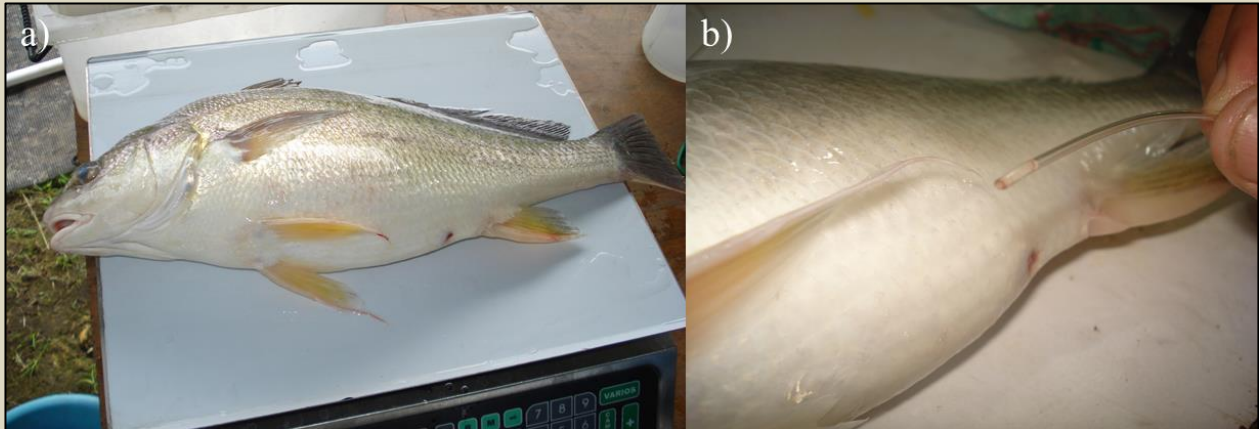


Figura 3. Hembra de *A. grunniens* con el vientre dilatado (a) y obtención de ovocitos por medio de una cánula para corroborar el estado de madurez de la gónada.

2.3. Hábitat y hábitos alimenticios

El topuche, habita en aguas estancadas, en la parte media de los ríos, en ambientes lacustres y zonas de profundidad. Es un pez bentónico adaptado especialmente a los sustratos rocosos limosos. Se alimenta principalmente de peces, crustáceos, cangrejos y macroinvertebrados (insectos inmaduros y bivalvos como mejillones) (Smith, 2009).

Diversas investigaciones se han enfocado en los hábitos alimenticios, y a los efectos del consumo del mejillón cebra durante el crecimiento del topuche, mismo que funge como controlador biológico. Para esta especie existen estudios desde 1952 en el Oeste del Lago Erie, relacionando la alimentación con la talla del organismo, donde se registró que la *Hexagenia* (acuática) y anfípodos (crustáceo) pueden ser los principales componentes de la dieta de peces juveniles de un año de edad y tallas entre 13 a 108 mm, así mismo, que los peces de 55 cm, consumen mejillones de 22 mm (Daiber, 1952; French y Love, 1995).



2.4. Aspectos reproductivos y pesqueros

Las hembras de esta especie, alcanzan la edad de primera madurez sexual entre los cinco a seis años; en el caso de los machos inicia alrededor de los cuatro y seis años (Smith, 2009). El topuche *A. grunniens* se reproduce varias veces al año. En Estados Unidos y Canadá se ha reportado que el periodo reproductivo de esta especie, se lleva a cabo a finales de primavera e inicio del verano, cuando la temperatura del agua alcanza los 20°C.

En este sentido, Daiber (1953) realizó un estudio sobre la población reproductora de esta especie, donde estableció picos de desoves en el mes de junio y finales de julio. Además, registró una correlación positiva, entre el peso de la gónada y peso total del organismo durante el crecimiento.

Chávez *et al.*, (1989) evaluaron la relación longitud-peso del topuche, obtenidos en el río San Pedro, Tabasco, obteniendo un crecimiento alométrico ($P= 1.10 \times 10^6 L^{3.42}$), no se encontró diferencias en el tipo de crecimiento entre los subgrupos de la especie. Con respecto a la reproducción, estimaron la fecundidad mínima y máxima de 4,272 a 644, 922 óvulos para hembras de 25.0 y 30.2 cm, respectivamente, y que los desoves se llevan a cabo entre los meses de febrero-marzo y mayo-junio.

Sluss y Harrel (2006) estimaron que la fecundidad fluctúa entre 40,000 y 60,000 huevos, y que la fertilización ocurre en la columna del agua, donde las hembras y machos liberan ovocitos y espermias, respectivamente. Los huevos flotan en la superficie del agua; cuando se produce la eclosión las larvas son transportadas por las corrientes hacia las zonas de refugio.



Los huevos, embriones y larvas iniciales, registrados en la bahía del lago Erie de Estados Unidos y Canadá, presentaron características de huevos de peces pelágicos, con diámetros entre 1.15 a 1.70 mm. Así mismo, se evaluó la biología de la población de *A. grunniens* señalando que machos y hembras tienen la misma tasa de crecimiento en el cuarto año de vida. A partir de esa edad las hembras alcanzaron con mayor rapidez una talla de 43.18 cm, en comparación a los machos (Davis, 1959; Edsall, 1967).

En el río Usumacinta, se realizaron estudios relacionados a los aspectos de la biología pesquera y reproductiva, así como, la descripción del desarrollo embrionario en cautiverio (Hernández-Gómez *et al.*, 2013; Hernández-Gómez *et al.*, 2017).

La pesquería de esta especie está estrechamente relacionada con el comportamiento reproductivo asociado a la migración; y a la sobre-explotación de las capturas comerciales, lo cual, es indicativo que es necesario reforzar las medidas de administración pesquera y manejo racional de este recurso (SAGARPA, 2010).

3. EDAD Y CRECIMIENTO

Los otolitos del topuche son grandes; debido a sus características en tamaño y forma, en el pasado fueron utilizados por los nativos americanos como moneda, joyería, y amuletos de buena suerte (Fig. 4).



Figura 4. Otolitos de *Aplodinotus grunniens* del río Usumacinta.

Phelps *et al.*, (2000), a través de la lectura en escamas, determinaron 13 años de edad en una hembra del topuche, con una longitud total de 568 mm y 2.76 kg, del río Rideau, Ontario, Canadá.

Se realizó un estudio de *A. grunniens* para comparar el crecimiento entre dos hábitats (lóticos y lénticos) en Alabama U.S.A. Se determinó la edad y crecimiento a través de la función von Bertalanffy donde se encontró organismos con edades de 12 años en ambientes lóticos, existe un reporte de un organismo mayor a 30 años (Rypel *et al.*, 2006). En este sentido, se evaluó el dimorfismo sexual de esta especie en cinco lagos y cuatro ríos de Alabama, USA, demostrando que hembras y machos tienen tallas similares en los primeros años de vida (0-4), y diferentes en las edades subsecuentes; registrando hembras grandes (520.8 mm LT) en comparación con los machos (385.3 mm LT) (Rypel, 2007).



Rypel (2008) estimó la edad de cinco variedades de peces para establecer el manejo de las pesquerías en Norte América, donde se incluyó *A. grunniens*. Estos fueron colectados en ríos de Alabama y Mississippi durante el verano. De cada especie, fueron extraídos los otolitos y seccionados transversalmente para su lectura, utilizando un escáner de imágenes. El análisis comparativo entre el método de lectura de imágenes y el método tradicional de lectura de otolitos, mostró una correlación positiva en la edad interanual.

Por otra parte, Davis-Foust *et al.*, (2009) realizaron la validación de edad en otolitos del topuche *A. grunniens* provenientes del lago Winnebago, Wisconsin, E.U., mediante la bomba de radiocarbono, los resultados mostraron un intervalo de edades entre los 17 a 52 años.

En el mismo lago Winnebago, Davis-Foust (2012), realizó un estudio relacionando las perturbaciones de las actividades antropogénicas y su efecto en las poblaciones del topuche. Los resultados revelaron diferencias significativas en el número de anillos de crecimiento en los otolitos asociado a esta actividad. Así mismo, investigó el crecimiento cronológico de los otolitos de esta especie debido a la introducción de los mejillones cebras, determinando que de 1948-2008 la edad de los organismos fluctuó de 2 y 58 años.

4. EVALUACIÓN BIOLÓGICO-PESQUERA DEL TOPUCHE *A. grunniens* EN TABASCO, MÉXICO.

4.1. Área de estudio

Con el propósito de evaluar la situación actual de las poblaciones naturales del topuche en la cuenca media del río Usumacinta en Tenosique, Tabasco, y generar información básica para el manejo de este recurso pesquero de importancia económica, biológico y ecológico.



Hernández-Gómez *et al.*, (2017) realizó un estudio biológico pesquero de Boca del Cerro hasta el Copo (Fig. 5), los organismos fueron capturados con red tipo chichorro y anzuelos utilizando camarón (acociles) como carnada.

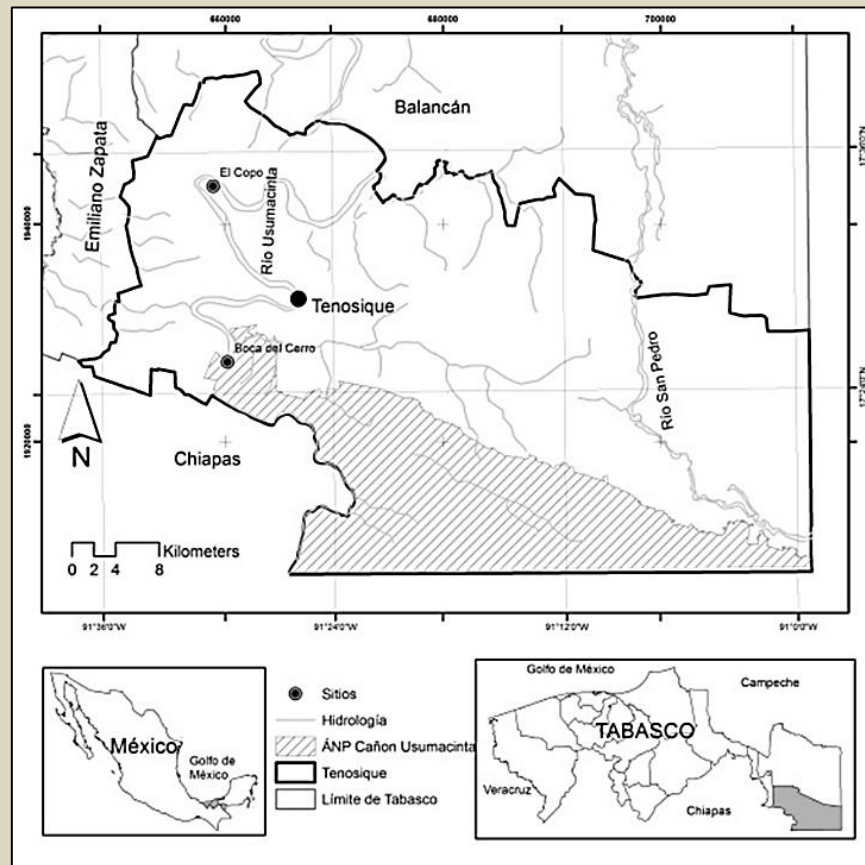


Figura 5. Sitios de captura (●) del topuche *Aplodinotus grunniens*, Tenosique, Tabasco.

4.2. Obtención de datos

De cada organismo, se obtuvo datos biométricos como el peso total (PT), longitud total (LT), peso de la gónada (PG), longitud de la gónada (LG) y peso del hígado (PH); el sexo y los estadios de madurez sexual se determinó macroscópicamente.



De los datos obtenidos, se analizó el índice gonadosomático (IGS), aplicando la ecuación ($IGS = GW / SW * 100$), donde GW= peso de la gónada (g) y SW= peso del ejemplar (g). El índice hepatosomático (IHS) ($IHS = Wh / Wt * 100$), donde Wh= peso del hígado (g), Wt= peso del ejemplar (g) (Rodríguez-Gutiérrez, 1992).

Para el factor de condición (K) o estado fisiológico de cada organismo, se utilizó la ecuación de Ricker (1975) y Medina (1980), ($K = W / L^b * 100$), donde W= peso total (g), L= longitud total; b= Constante de crecimiento.

La longitud de primera maduración gonadal para el 50 % de la población (L50 %) y en la que todos los individuos están aptos para participar activamente en el proceso reproductivo (L100 %) fue obtenida a partir de frecuencias porcentuales de individuos adultos de machos y hembras, con estadios de maduración entre II y VI (Vazzoler, 1996).

4.3. Estructura poblacional y aspectos reproductivos

Como resultado, la estructura de tallas de *A. grunniens* estuvo conformada por ejemplares de 20-46 cm de longitud (Fig. 6). En la figura 7, se observa que la proporción sexual fue mayor en los machos (327) con respecto a las hembras (Hernández-Gómez *et al.*, 2017).

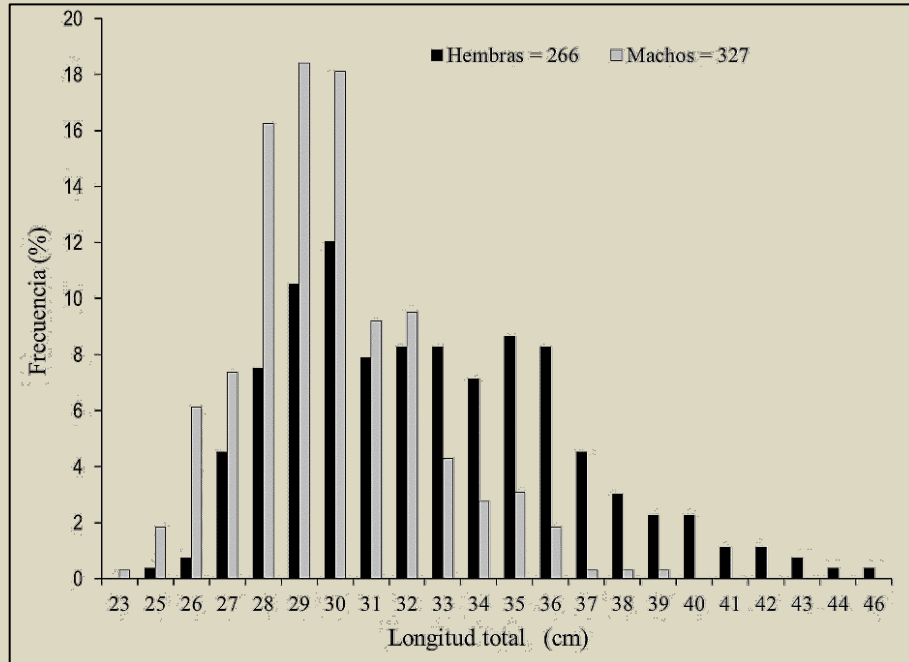


Figura 6. Estructura de talla de 593 ejemplares de *Aplodinotus grunniens* capturados en el cuenca media del río Usumacinta en Tabasco, México.

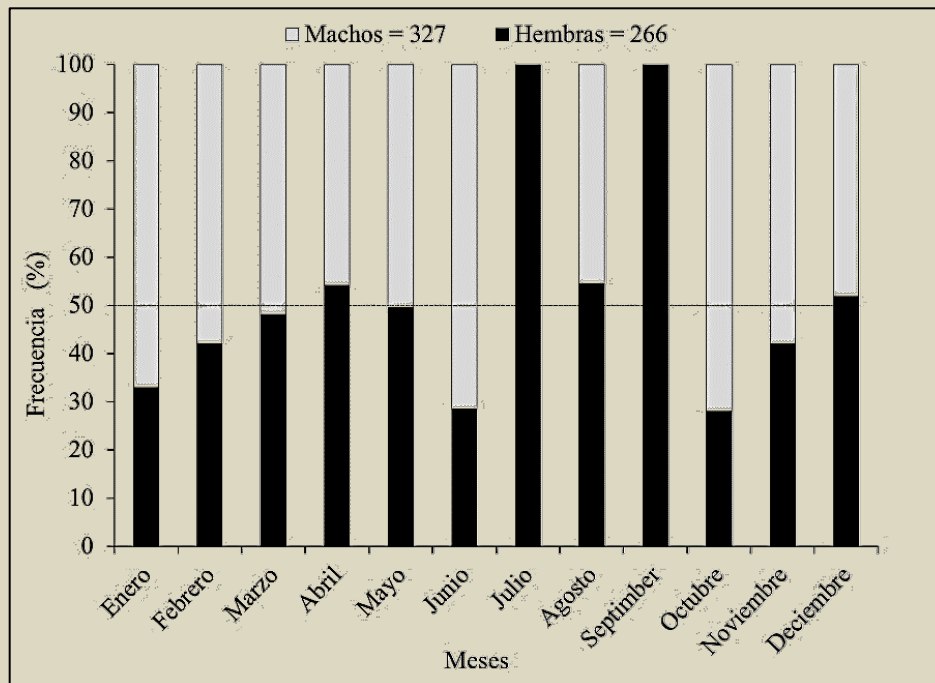


Figura 7. Frecuencia de proporción sexual del topuche *Aplodinotus grunniens* capturado en la cuenca del río Usumacinta.



Con respecto a la reproducción, los estadios de madurez sexual identificados fueron: Inmaduro (I), reposo (II), Madurando (III), Maduro (IV), Desovando (V) y desovado (VI) según las escalas propuesta por Nikolsky, (1963), (Fig. 8). Los índices reproductivos (IGS y IHS), mostraron que el pico máximo reproductivo se lleva a cabo de junio, agosto, septiembre y octubre (Fig. 9). El factor de condición (K), presentó variaciones en ambos sexos (machos 1.41 y hembras 1.35), indicando que durante el ciclo reproductivo *A. grunniens*, la energía constantemente es utilizada para la maduración de los ovocitos (Hernández-Gómez *et al.*, 2017).

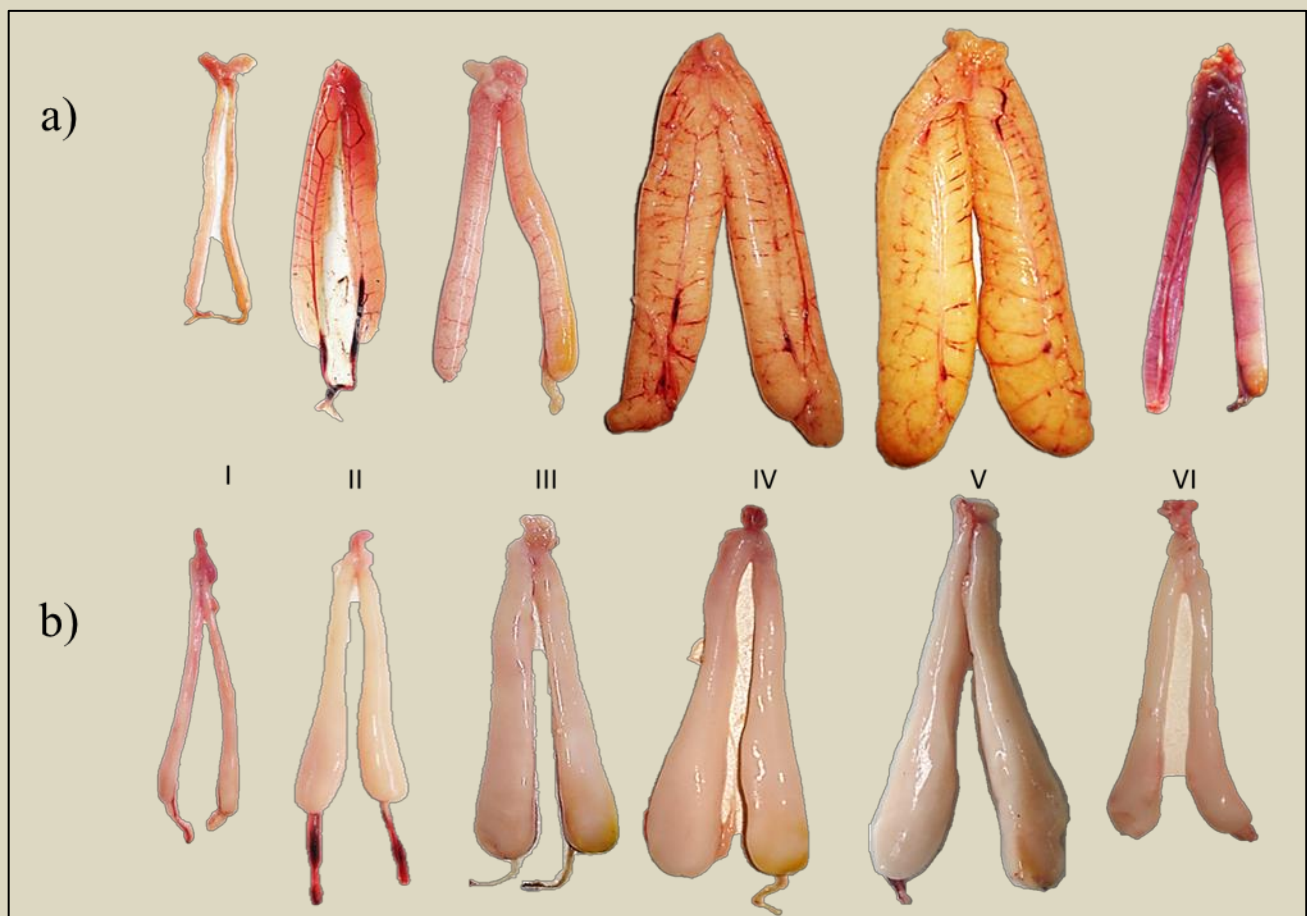


Figura 8. Gónadas de *Aplodinotus grunniens* en diferentes grados de madurez sexual de peces de la cuenca media del río Usumacinta. a) Hembras; b) Machos.

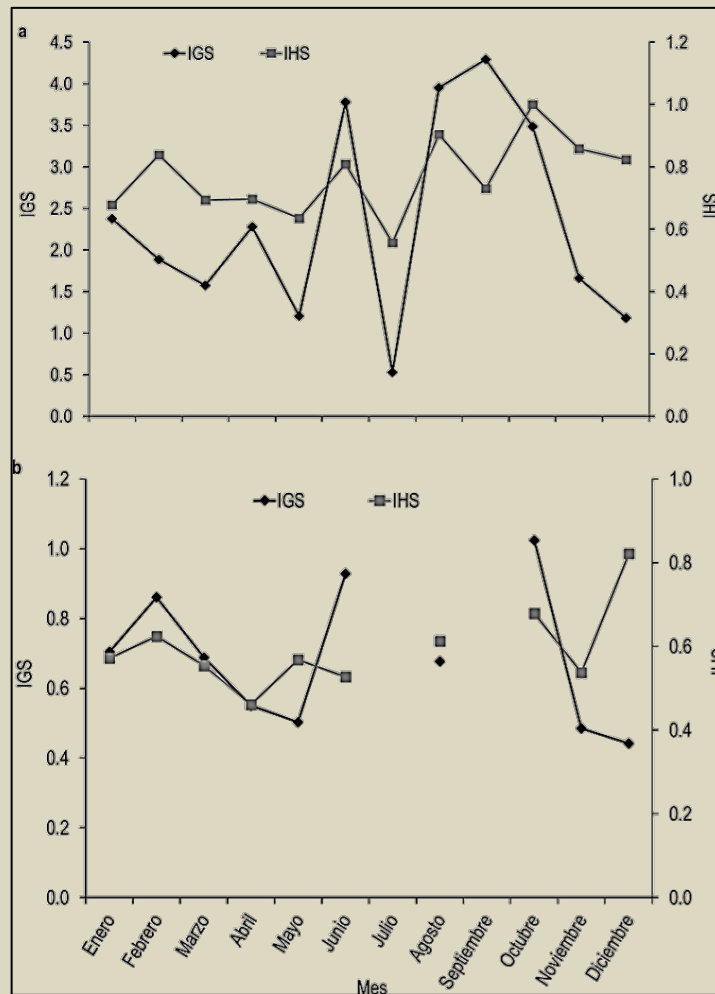


Figura 9. Índice gonadosomático (IGS) y índice hepatosomático (IHS). (a) Hembras; (b) Machos de *Aplodinotus grunniens* del río Usumacinta.

La longitud media de primera madurez sexual en hembras de *A. grunniens* fue de 31.89 cm y de 28.78 cm en los machos, cuando todos están sexualmente maduros (L_{100}), en las hembras fue de 46 cm y los machos de 42 cm de longitud total (Fig. 10) (Hernández-Gómez *et al.*, 2017).

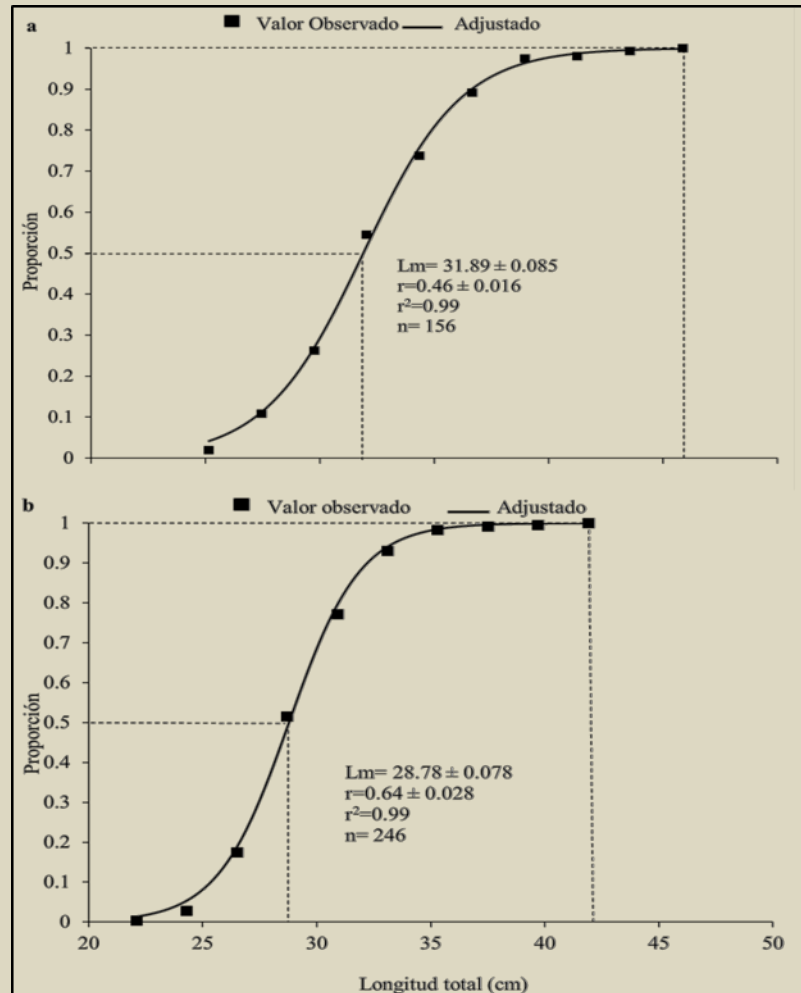


Figura 10. Longitud media de primera madurez en hembras (a) y machos (b).

4.4. Estimación de edad y crecimiento

Los otolitos (sagitas) del topuche *A. grunniens*, fueron extraídos a través de la cavidad semicircular del oído interno, cada par de otolito fue lavado, secado y guardado en sobres debidamente etiquetados (Fig. 11).

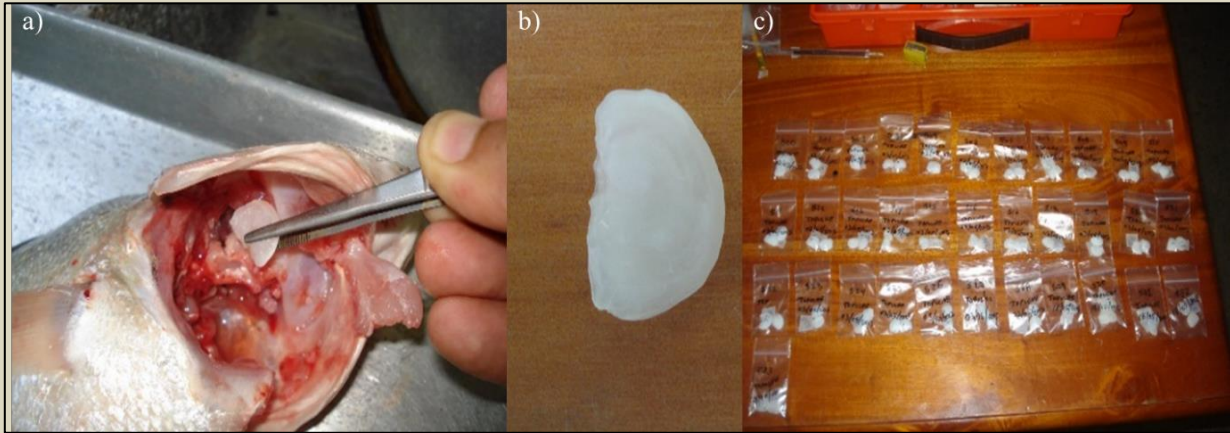


Figura 11. Extracción de otolitos (sagittas) de *A. grunniens* del río Usumacinta. a) Cavity craneana; b) Sagita; c) Sagittas etiquetadas.

Con el objetivo de visualizar las bandas de crecimiento, los otolitos se tostaron en una parrilla eléctrica hasta tornarse de color marrón, posteriormente, fueron colocados dentro de un cilindro plástico (3.0 cm de diámetro x 4.5 cm de alto), en el cual, se adicionó 4.0 ml de resina sintética y etiquetados según el número de cada ejemplar (Fig. 12).

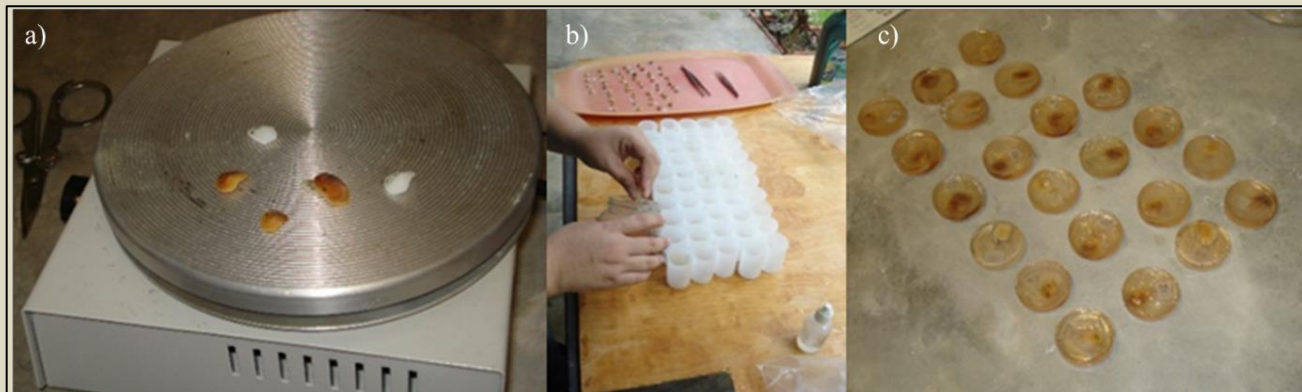


Figura 12. Tostado e inclusión de otolitos de *Aplodinotus grunniens* del río Usumacinta. a) Otolitos con apariencia marrón en parrilla eléctrica; b) Inclusión en resina sintética; c) Bloque solidificados con otolitos incrustados.

De cada muestra solidificada en resina, se obtuvo tres cortes transversales de 7µm aproximadamente: izquierda del núcleo, conservando el núcleo (corte central) y otro a la derecha



del núcleo (Fig. 13). Para los cortes se utilizó una cortadora petrográfica de baja velocidad Buehler® IsoMet® 1000 con navaja de diamante. Las secciones fueron fijadas en porta objetos con Cytoseal 60, pulidos con lijas calibre 2000-2500, y observados en un microscopio estereoscopio con luz transmitida.

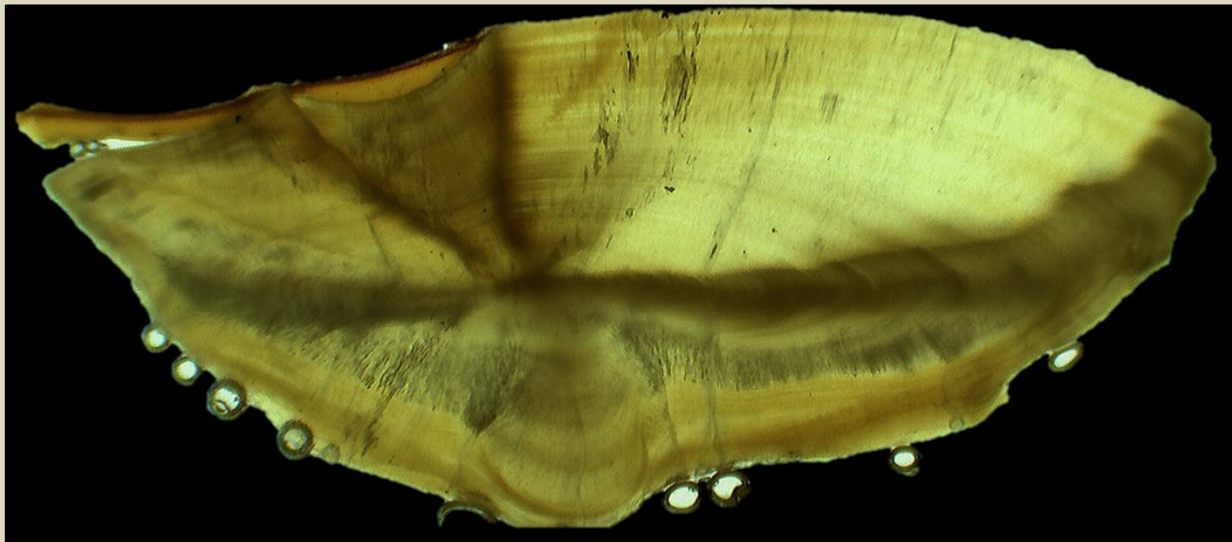


Figura 13. Corte de otolito de *Aplodinotus grunniens* mostrando anillos de crecimiento.

5. APORTACIONES EN EL MANEJO Y REPRODUCCIÓN EN CAUTIVERIO DEL TOPUCHE

A. grunniens.

5.1. Instalación acuícola

Para la aclimatación y manejo de reproductores, se instalaron cuatro tinajas de 2.0m de largo x 6m de ancho con un sistema de recirculación cerrado y filtrado. La proporción macho-hembra varió de (1:1) o (2:1), en el cual, se utilizaron 20 organismos. Se contó con el área de incubación de huevos recién fertilizados y área de alimento vivo para la producción de fitoplancton, utilizando tinajas cilíndricas (Fig. 14).

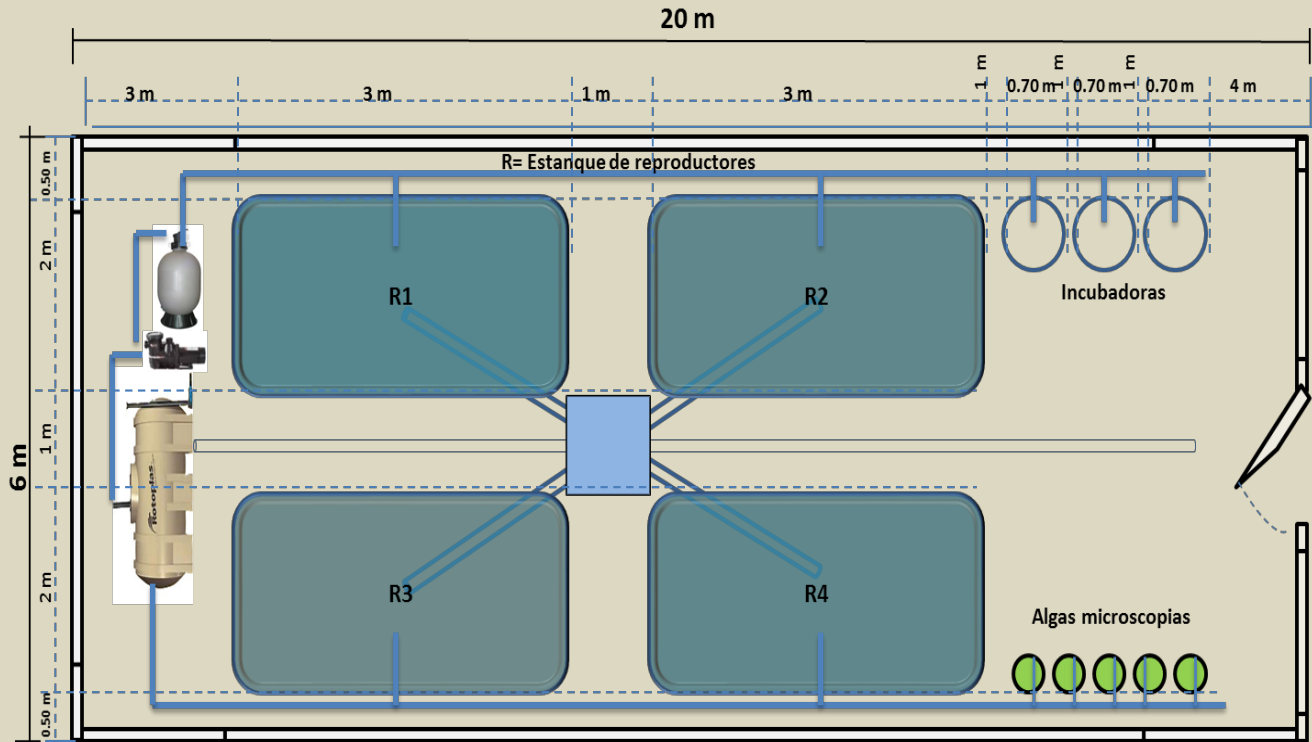


Figura 14. Infraestructura para la aclimatación y reproducción del topuche *Aplodinotus grunniens*.



5.2. Recolección de reproductores

Para la captura de los organismos vivos, se utilizó un chinchorro de 2 puntas de 60m de largo y 3m de ancho. Estos fueron confinados en jaulas flotantes para disminuir el estrés causado por la manipulación de los pescadores, posteriormente, se trasladaron en una hielera de 0.40 x 0.90 x 0.34 cm, utilizando agua del medio y aireación a través de bombas portátiles de batería y/o eléctrica (Fig. 15).

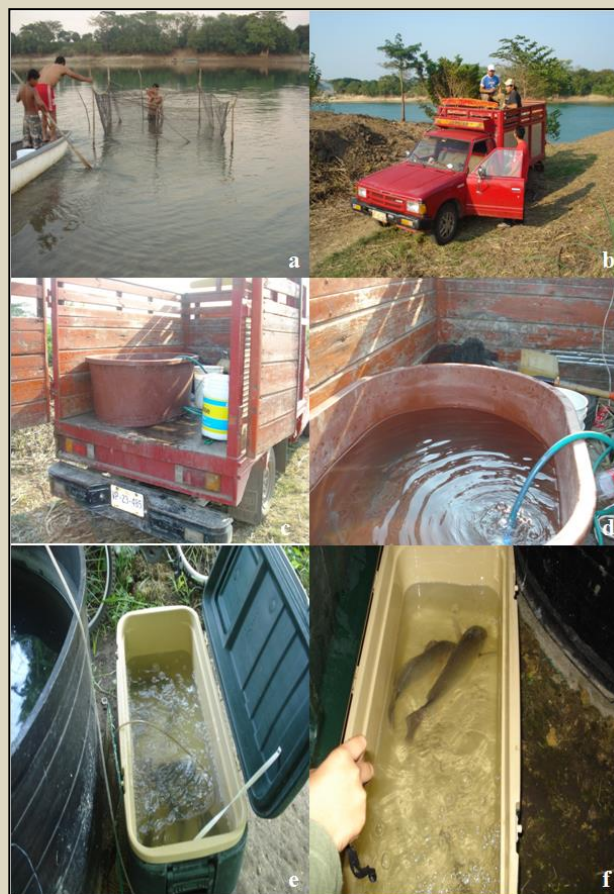


Figura 15. Confinamiento de ejemplares en jaulas flotantes (a); Vehículo para el traslado de los reproductores al laboratorio (b); Tina con agua y aireación proporcionada por medio de una bomba conectada a la batería del vehículo (c y d); Uso de hieleras para el transporte de ejemplares y aclimatación en el área de mantenimiento de reproductores (e y f).



El traslado de la zona de captura se hace por la mañana o de tarde debido a que la temperatura ambiental debe ser adecuada al manejo de la especie. La intensidad de la luz aunado al calor puede provocar la mortalidad, en otros casos, enfermarse por bacterias y hongos que proliferen en las lesiones que presenten los organismos, por lo que, el área de aclimatación debe estar en óptimas condiciones para el manejo profiláctico y controlarlos (Fig. 16).



Figura 16. Área de aclimatación para reproductores de *Aplodinotus grunniens*.

5.3. Manipulación post-captura

De cada reproductor, se obtuvieron datos morfométricos como el peso total utilizando una balanza digital de $\pm 0.1\text{g}$ - 2000g de precisión y medidos con un ictiómetro de $\pm 1\text{mm}$ de longitud



de 1.00 a 100 cm (Fig. 17). Este procedimiento debe hacerse con ejemplares previamente anestesiados con 2-Phenoxyethanol en una proporción de 3ml por cada 10 litros de agua.

Los peces deber ser tratados profilácticamente durante la manipulación y evitar más lesiones.

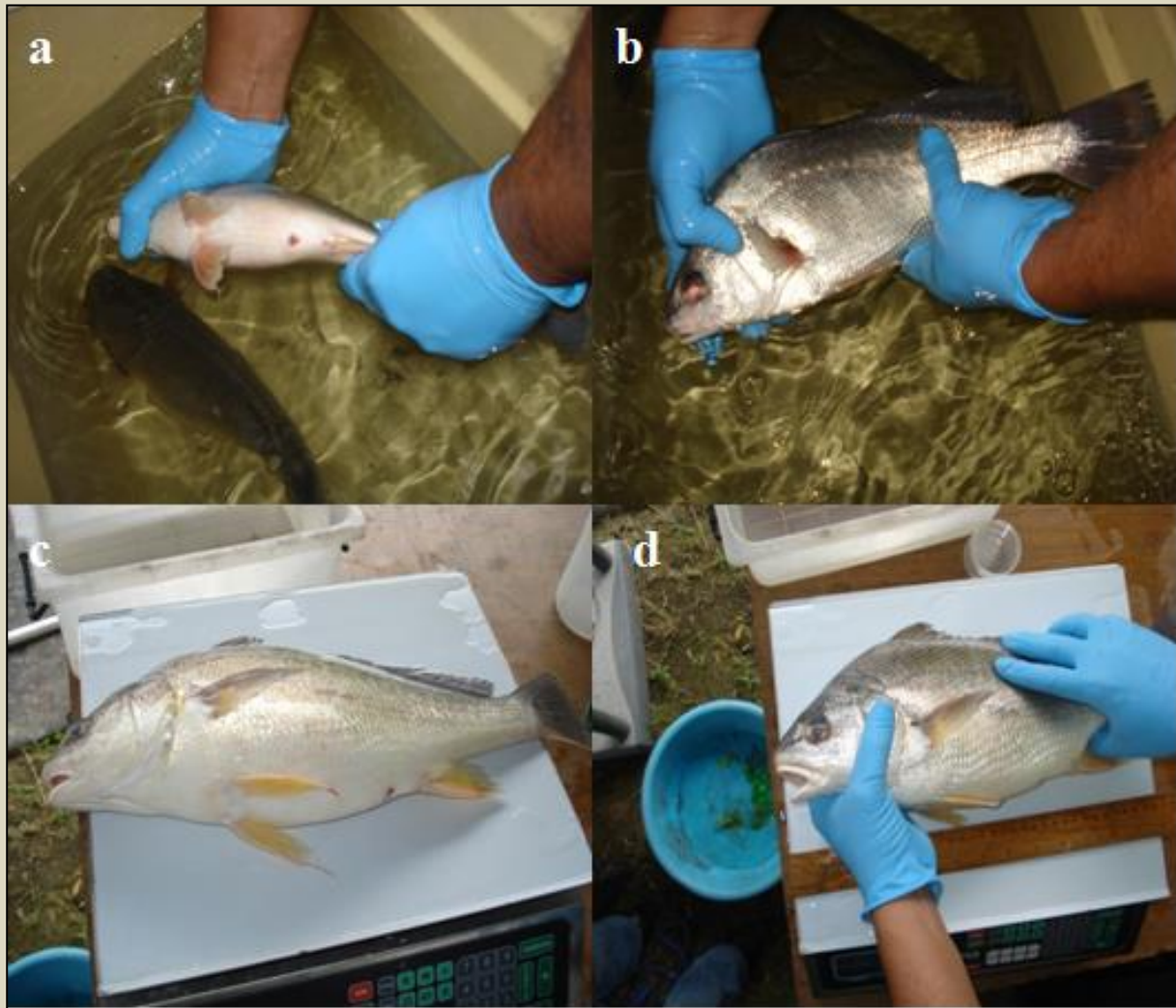


Figura 17. Registro de biometría: Peces anestesiados (a-b), registro de peso (c) y longitud de ejemplares (d).



5.4. Aplicación de antibióticos

A los reproductores, se les aplicó vía parental de 0.1 a 0.5 ml de antibiótico, por cada 100gr, de peso corporal (Fig. 18). La finalidad de esta acción preventiva fue permitir que los organismos sanaran de las lesiones y heridas (por ejemplo: descamación) provocados por las redes de captura, estos se recuperaron en un lapso de 2 a 4 semanas en las tinas de cuarentena con constante aireación y recirculación. Así mismo, se aplicó azul de metileno directamente sobre las lesiones de los peces para prevenir la aparición de hongos y parásitos protozoarios (Fig. 19).



Figura 18. Aplicación de antibióticos (a) y de azul de metileno (b) en *Aplodinotus grunniens*.



Figura 19. Lesiones infectadas por hongos (*) observadas parte dorsal de los organismos durante el periodo de cuarentena.

5.6. Reproducción en cautiverio

Para la reproducción inducida, los organismos deben estar sexualmente maduros, en el caso del topuche las hembras presentan el abdomen abultado y tres orificios ventrales: ano, oviducto y conducto urinario, en los machos el abdomen no es abultado y presenta dos orificios, ano y conducto urogenital (Fig. 20). Así mismo, se debe realizar la canulación para observar los productos sexuales (estadio de los ovocitos y espermatozoides en desarrollo).



Figura 20. Canulación de una hembra de *A. grunniens* con el abdomen abultado en etapa reproductiva, como dimorfismo sexual la hembra es de mayor tamaño que el macho.

Una de las características observables en peces sexualmente maduros durante los meses de enero a octubre son las gónadas (órganos sexuales) en etapa de madurez IV. En hembras se observaron ovocitos de diferentes tamaños y en proceso de ovogénesis, indicando que esta especie es un desovador parcial, que realiza el desove varias veces durante el periodo reproductivo (Fig. 21). Las gónadas de las hembras con ovocitos maduros se observó de color blanco a amarillento con gran vascularización, en machos presentó una coloración blanca indicando el contenido del líquido seminal (espermatozoides).

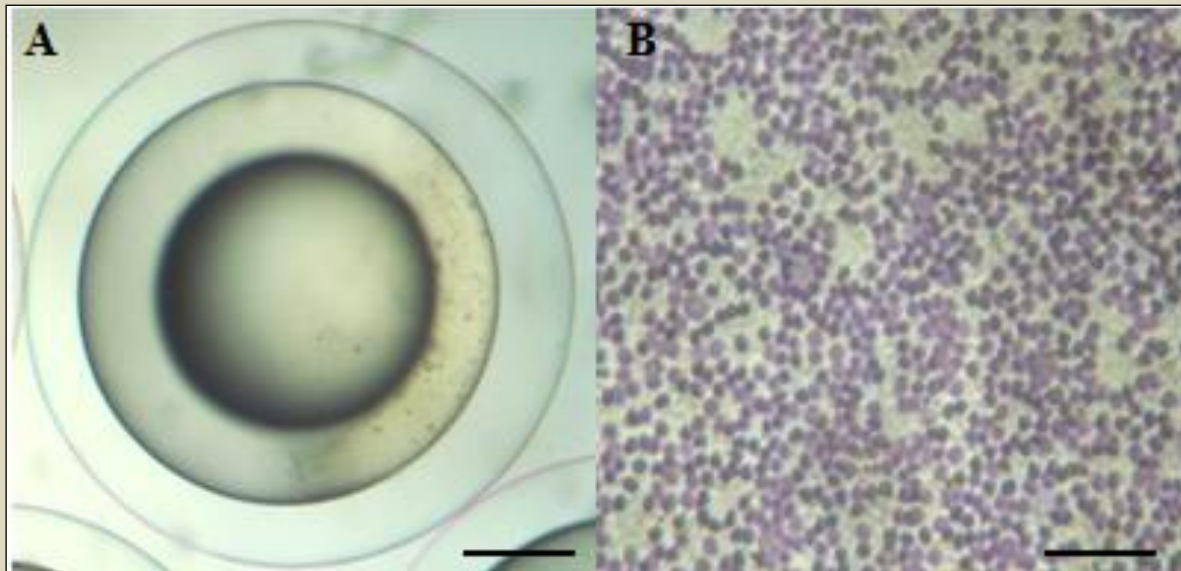


Figura 21. A) Ovocitos de hembras maduras de *A. grunniens*. 4X, Barra 0.5 mm. B) Espermatozoides de *A. grunniens*. 100X, barra 0.250 mm.

5.6.1 Caracterización de los ovocitos y espermatozoides

Los ovocitos maduros fueron esféricos, transparentes y ligeramente amarillos. El vitelo homogéneo, no se observó ninguna estructura sobre la membrana externa, el diámetro osciló entre 0.060-1.425 mm (0.927 ± 0.291 mm) (Fig. 21A). Los espermatozoides mostraron movimientos vibrátiles lográndose observar y medir solo la cabeza, con una longitud de 0.002 mm (Fig. 21B). Manualmente, se extrajeron los productos sexuales y se mezclaron, la fertilización de los huevos ocurrió inmediatamente después de la mezcla (Tabla 1) (Hernández-Gómez *et al.*, 2013).



5.6.2. Caracterización del huevo fertilizado

Los huevos recién fertilizados de *A. grunniens*, se caracterizaron por ser esféricos, pelágico, traslúcido y no adherentes, los cuales presentaron un diámetro entre 0.93 - 1.19 mm (1.07 ± 0.10 mm) con una sola gota de lípido concéntrica con un diámetro de 0.83 - 0.90 mm (0.85 ± 0.02 mm) un reducido espacio pre-vitelino entre 0.06-0.21 mm (0.14 ± 0.05 mm), con una envoltura lisa (Hernández-Gómez *et al.*, 2013).

5.6.3. Desarrollo embrionario y larvario

Después de la fecundación, ocurre la primera división celular, observándose dos blastómeros grandes; y la segunda división celular con cuatro blastómeros; posteriormente, se presenta ocho blastómeros hacia el polo animal (Fig. 22A). Hacia la cuarta división celular se aprecian 16 blastómeros (Fig. 22B), las células continúan multiplicándose rápidamente hasta la quinta división con 32 blastómeros (Fig. 22C). La segmentación continúa presentando la sexta división y séptima división celular (Fig. 22 D y E). La etapa de blástula fue observada a las 2:16 horas pos-fertilización (Fig. 22F) (Tabla 1) (Hernández-Gómez *et al.*, 2013).

La etapa de gastrulación fue registrada a las 3:39 horas, posteriormente, el blastodermo se extendió sobre el vitelo donde continua la división celular dando origen al engrosamiento del blastodisco (Fig. 22G), sin que hubiera un incremento apreciable en su tamaño, suceso que fue registrado a las 5:36 horas y donde se observó el blastoporo distinguiéndose por una proyección deprimida en el polo animal (Fig. 22H). El esbozo o estratos de células indiferenciadas que dan origen al desarrollo de órganos, tejidos o estructuras determinadas (vestigio inicial rudimentario) del embrión apareció a las 7:24 horas (Fig. 22I) (Hernández-Gómez *et al.*, 2013).



El inicio de la neurulación, se presentó a las 8:03 horas, caracterizado por la formación del escudo embrionario (Fig. 22J) (Tabla 1). El esbozo óptico y región caudal del embrión aparecen aproximadamente a las 8:38 horas pos-fertilización, los huevos presentaron un ligero incremento en su diámetro de 1.02-1.18 mm (1.11 ± 0.04 mm), así como, en el diámetro del saco vitelino el cual fue de 0.56-1.85 mm (0.89 ± 0.18 mm), con un espacio pre-vitelino que comienza a reducirse 0.08-0.18 mm (0.13 ± 0.02 mm) (Fig. 22K). Al iniciar la organogénesis, el eje del embrión mide de 0.83-0.99 mm (0.95 ± 0.04 mm) (Fig. 22L).

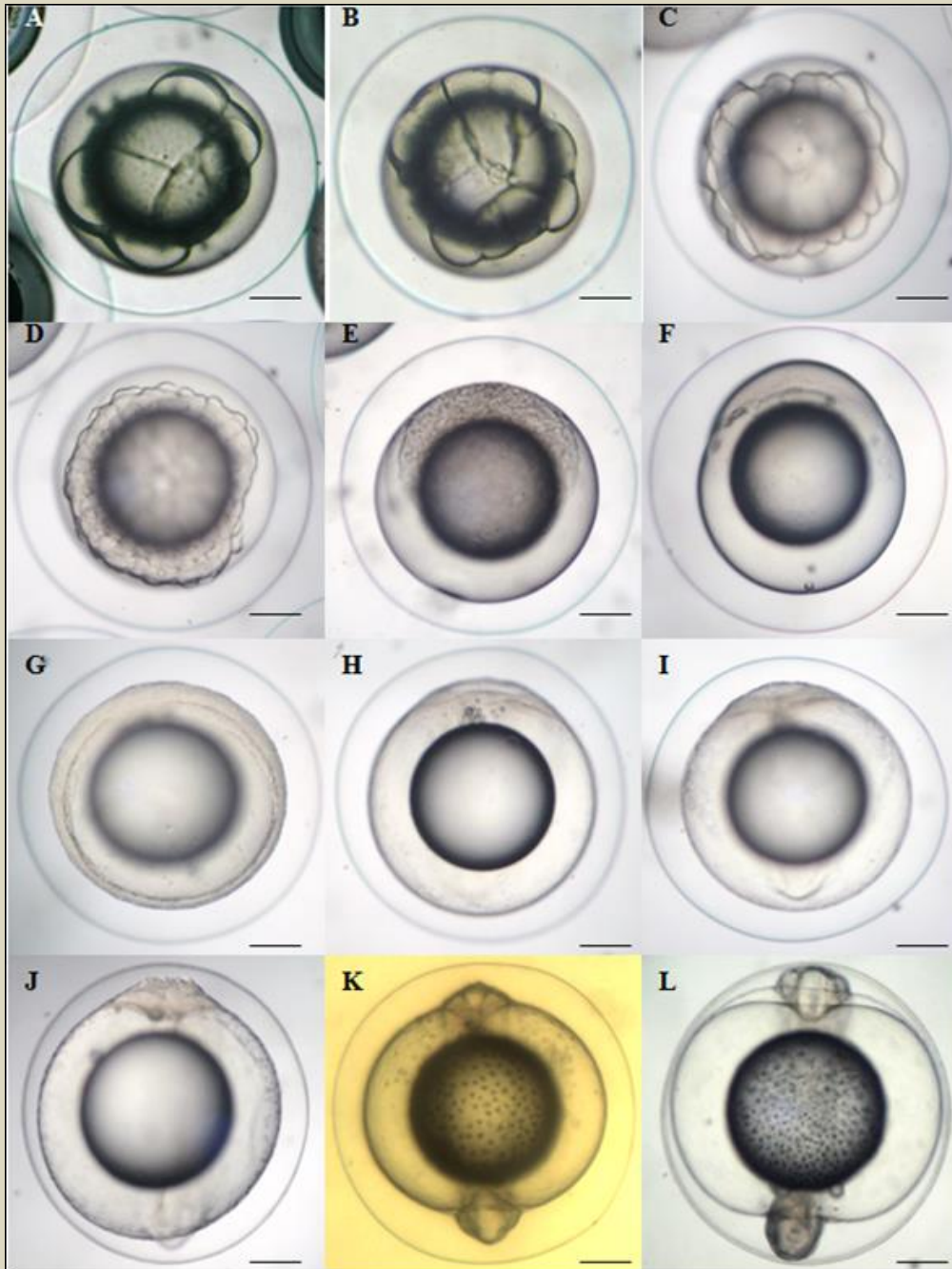


Figura 22. Etapas de división celular y formación del embrión de *Aplodinotus grunniens*.

El embrión comenzó a presentar movimientos corporales a las 10:09 horas, el corazón presentó 68.8 latidos por minutos. A las 13:20 horas se apreció un ligero aumento entre el vitelo y



corión, el notocordio es más visible. El embrión llega a ocupar el 100% del espacio pre vitelino, el cual, midió 0.09-0.15 mm (0.12 ± 0.02 mm) a las 14:08 horas pos-fertilización, a su vez la región cauda presentó vigorosos movimientos próximos al rompimiento del corión. En esta etapa el diámetro del huevo fue de 1.08 - 1.50 mm (1.18 ± 0.14 mm), el saco vitelino del embrión presentó 0.85-1.18 mm (0.94 ± 0.11 mm), la gota de aceite de 0.54-0.74 mm (0.58 ± 0.07 mm) y el eje de embrión presentó una longitud de 1.05-1.14 mm (1.10 ± 0.04 mm) (Fig. 23) (Hernández-Gómez *et al.*, 2013).

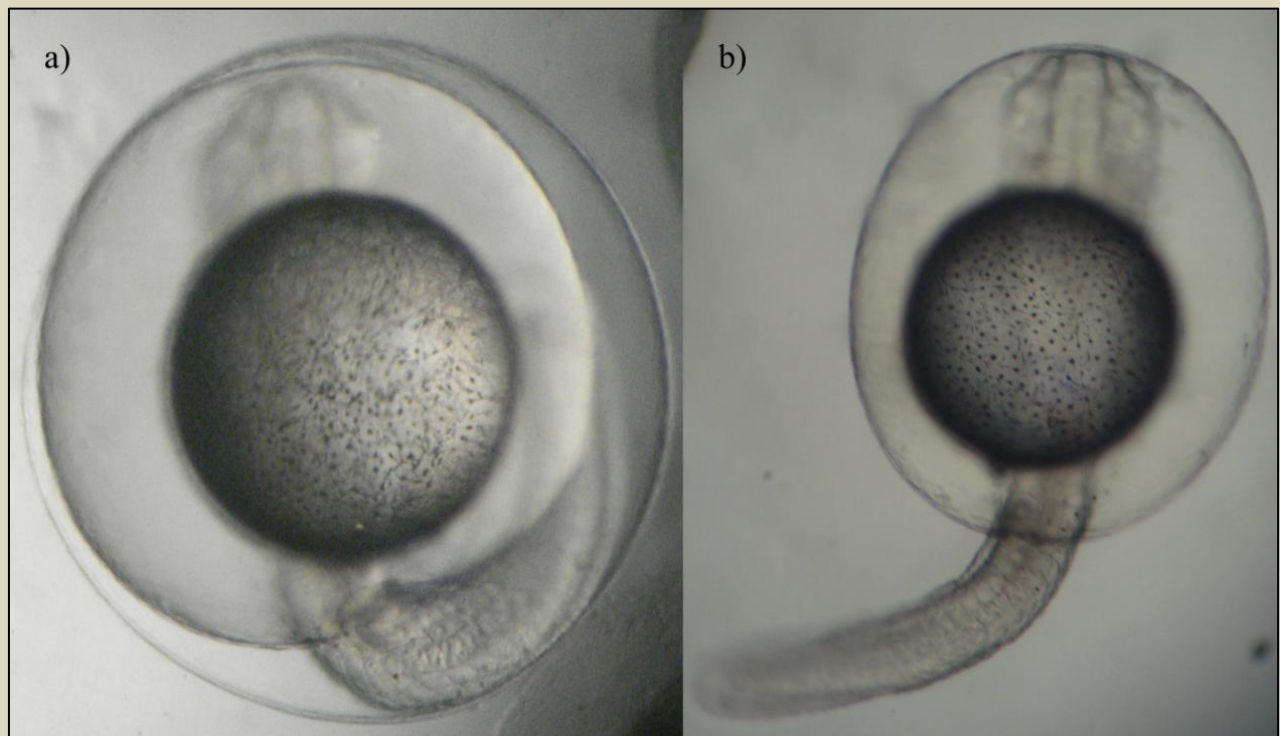


Figura 23. Embrión de *Aplodinotus grunniens* próximo a eclosionar (a), larva recién eclosionada (b).

Los huevos fertilizados fueron transparentes, el embrión presentó una coloración marrón claro, con la gota lipídica lisa con pequeños puntos negros distribuidos en su superficie, conforme transcurre la metamorfosis la gota presenta pequeños tintes negros en toda su circunferencia, así



como, cromatóforos en forma de estrella irregulares proyectados desde la base del eje del embrión. En la membrana del saco vitelino se observaron pequeños relieves en forma de puntos irregulares de coloración oscura, distribuidos heterogéneamente.

Las larvas, iniciaron la eclosión aproximadamente a las 17 hrs, pos-fertilización (Tabla 1). Estás nadan con la parte frontal orientada hacia abajo, desplazándose con movimientos caudales brusco provocados por el ondulamiento de la aleta caudal. Las larvas registraron una longitud de 1.66-3.28 mm (2.54 ± 0.66 mm), con una anchura de 0.62-1.07 mm (0.88 ± 0.21 mm). La longitud del notocordio fue de 1.60-3.09 mm (2.49 ± 0.65 mm). Midieron una longitud pre-anal de 1.46-1.60 mm (1.54 ± 0.05 mm) y 1.51-1.60 mm (1.56 ± 0.03 mm) en la pos-anal. A su vez, se observaron ocho miómeros pre-anales y 13 pos-anal.

En las larvas se observó el saco vitelino grande, en algunas veces puede ser semicircular y en otras de forma oval con longitud de 0.62-0.87 mm (0.74 ± 0.21 mm), y anchura de 0.62-1.35 mm (1.08 ± 0.18 mm). La gota de aceite de 0.54-0.67 mm (0.59 ± 0.03 mm) de longitud y 0.52-0.75 mm (0.58 ± 0.05 mm) de anchura. Se observó pequeños espacios con tintes oscuros en las larvas con despliegues en la cola embrionaria y frunces denominados miómeros.

Desde el desarrollo embrionario, las larvas presentan el mismo patrón de coloración marrón claro y una serie longitudinal de melanóforos en el saco vitelino de la región cefálica inferior hasta la parte media del cuerpo. Al iniciar el ano, los melanóforos se extienden de la parte posterior a la parte frontal del saco vitelino, el vitelo es semitransparente con color blanco y la gota de aceite de coloración oscura. La larva presenta en la aleta caudal embrionaria cinco melanóforos de la parte dorsal hacia la parte media del cuerpo. Los márgenes del notocordio son de color marrón claro a



transparente y la parte media de color blanco. De las larvas obtenidas, se obtuvo un 85% de sobrevivencia, solo el 15% llegaron a la etapa de juveniles (Fig. 24) (Hernández-Gómez *et al.*, 2013).



Figura 24. Juvenil de topuche de *A. grunniens* (3.6 cm LT).

Los parámetros de la calidad del agua registrados durante la fase de desarrollo embrionario y larval, se presentan en la Tabla 2.

Cabe mencionar, que los resultados de este estudio, sobre las características del desarrollo embrionario y larvario del topuche *A. grunniens*, son los primeros en realizarse en el estado de Tabasco. Sin embargo, existe un estudio realizado desde hace 52 años en los Estados Unidos, donde describieron los caracteres morfológicos, merísticos y periodo de formación del embrión (Davis, 1959). Los caracteres morfológicos obtenidos fueron similares en la anatomía de embriones y larva teleósteos, específicamente en perciformes de la familia Sciaenidae (FAO, 2005-2011; Hardy *et al.*, 1978; Cárdenas, 2012). Estos datos concuerda con las especies de la familia *Argyrosomus regius*; *Cynoscion striatus*, (Ciechomski y Cassia, 1982; Jiménez *et al.*, 2007).



Tabla 1. Duración de las etapas de desarrollo embrionario y larval de *A. grunniens*.

Horas: minutos	Etapas de desarrollo embrionario post-fertilización
00:33	Primera división
00:43	Segunda división
00:57	Tercera división
01:12	Cuarta división
01:18	Quinta división
01:33	Sexta división
02:01	Séptima división
02:16	Blástula
03:39	Gástrula
05:36	Engrosamiento del blastodisco
07:24	Esbozo del embrión
08:03	Inicio de la neurulación
08:38	Esbozos ópticos y región caudal
10:09	Movimiento del embrión, 68 latidos del corazón por minutos
13:20	Aumento del espacio entre el vitelo y el corion, notocordio más visible.
14:08	Embrión ocupando el 100% del espacio pre vitelino, cola embrionaria desarrollada
16:45	Inicio de la eclosión
Horas: minutos	Etapas de desarrollo después del embrión (larvas)
17:00	Se observan cromatóforos, 8 miomeros pre anales y 13 posanales.
34:00	Las larvas comienzan formar la boca Se observan formadas la aletas pectorales Ojo pigmentados.



El diámetro de los huevos fertilizados de *A. grunniens* del río Usumacinta, son similares a los reportados por Davis en 1959 para esta misma especie; con respecto a otras especies como: *A. regius*, *C. striatus*, *Bairdiella chrysora*, *Cynoscion regalis*, *Leiostomus xanthurus*, *Pogonias cromis*, *Genyonemus lineatus* y *Sciaenops ocellatus*, son ligeramente más grandes; pero generalmente similares en tamaño al de otros peces de agua dulce y marinos (Watson, 1982; Fuiman, 2002), (Tabla 2).

Los huevos fertilizados de *A. grunniens* son pelágicos, esféricos y flotantes al igual que otras especies de la misma familia y de origen marino entre estas la corvina *Argyrosomus regius*, así mismo, con las especies *Genyonemus lineatus*, *Cynoscion striatus* (pescadilla), sin embargo, difieren en cuanto al periodo de incubación entre 34 y 36 hrs, siendo mayor a las registradas en la presente investigación 17 hrs. Así mismo, difiere con la reportada por Davis en 1957 para *A. grunniens*, y para las especies *C. striatus* *S. ocellatus* (Ciechomski y Cassia, 1982; Watson, 1982; Jiménez *et al.*, 2007; FAO, 2005-2011).



Tabla 2. Comparación del diámetro de los huevos fecundados, temperatura, horas de eclosión y larvas con saco de *A. grunniens* con especies de la familia Sciaenidae y peces de agua dulce.

ESPECIE	HUEVO		ECLOSION		Longitud total cuerpo	Saco vitelino largo	LARVAS			
	Diámetro	Diámetro gota de aceite	Temperatura	Horas			Saco vitelino ancho	Gota aceite longitud	Miomero prenales	Miomeros posanales
<i>A. grunniens</i> (Río Usumacinta)	0.93-1.19	0.83-0.90	27-30°C	17	1.66-3.28	0.62-0.87	0.62-1.35	0.54-0.67	8	13
<i>A. grunniens</i> (Davis, 1959)	1.15-1.70	0.92-1.10	22°C	25-30	1.15-1.70	0.92-1.10	-	0.64-0.72	-	-
<i>A. regius</i> (Jiménez, 2007)	0.85	-	22 - 24°C	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. striatus</i> (Ciechomski y Cassia, 1982)	0.78-0.84	0.21-0.24	19 - 20°C	34-36	1.70-1.90	-	-	-	9-10	15-17
<i>B. chrysora</i> (Fahay, 1983)	0.66-0.88	0.16-0.22	-	-	1.50-1.90	-	-	-	-	-
<i>C. regalis</i> (Fahay, 1983)	0.75-0.87	0.20-0.25	-	-	1.50-1.75	-	-	-	-	-
<i>L. xanthurus</i> (Fahay, 1983)	0.72-0.87	0.18-0.28	-	-	1.60-1.70	-	-	-	-	-
<i>P. cromis</i> (Fahay, 1983)	0.82-1.02	-	-	-	1.90-2.40	-	-	-	-	-
<i>S. ocellatus</i> Fahay, M.P. 1983	0.86-1.07	-	-	-	1.70-1.80	-	-	-	-	-
<i>Genyonemus lineatus</i> (Watson 1982)	0.85	-	-	-	1.54-2.41	0.86	-	-	-	-
Peces agua dulce (Fuiman, 2002)	1.70	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. ocellatus</i> FAO 2005	-	-	24-28	18-25	-	-	-	-	-	-



6. RENDIMIENTO MUSCULAR Y PROPIEDADES NUTRIMENTALES DEL TOPUCHE *A. grunniens*

Con la finalidad de estimar el rendimiento en filetes de esta especie y aportar información alimentaria, se obtuvieron parámetros morfométricos como el peso total (g) y eviscerado de los organismos, así como, el peso (g) del filete con piel y sin piel (Fig. 25). Para determinar el rendimiento óptimo en filete o musculatura de *A. grunniens* se utilizaron las siguientes formulas: rendimiento en canal= $(\text{Peso eviscerado}/\text{peso total}) \times 100$; y rendimiento en filete= $(\text{Peso del filete}/ \text{peso total}) \times 100$.

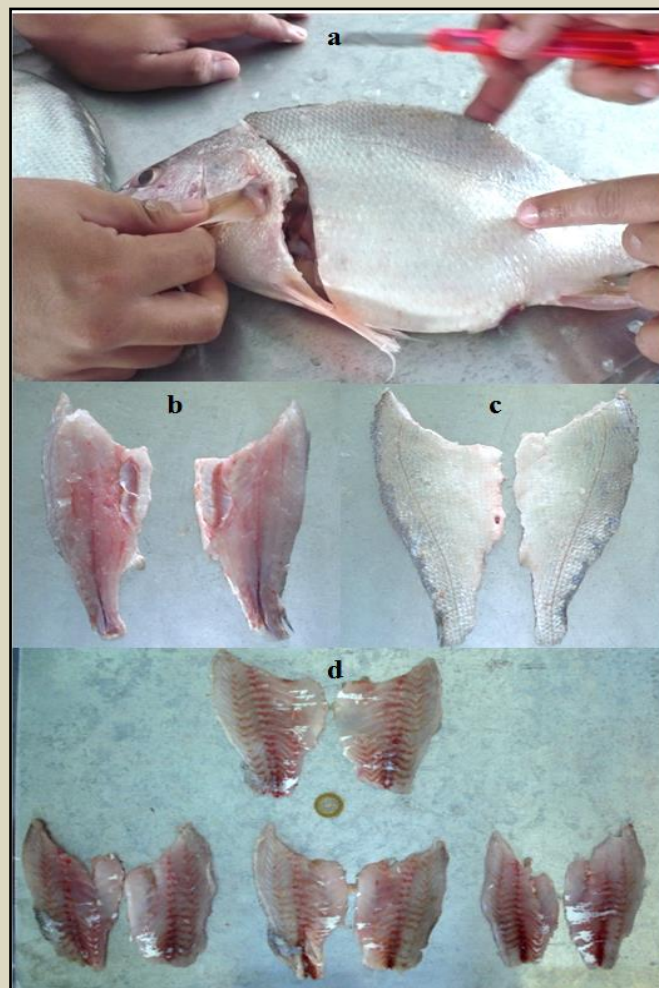


Figura 25. Obtención de filetes de *A. grunniens*. Corte de los laterales del filete (a), Filetes vista posterior (b), Filete vista anterior (c) y filetes sin piel (d).



El rendimiento en filete, se estimó en 94 organismos, de 37 hembras con un peso promedio de 447.1g, se obtuvo un rendimiento en canal de 91.66 y 34.43% en filete. Los machos (n=57) el rendimiento en canal fue de 91.45 y 34.47% en filete. El rendimiento en filete, se ajustó a las recomendaciones de Sikorski (1994), quien consideró aceptable los valores que se encuentren entre 20 y 40%, comúnmente en los peces fluctúa entre 30 y 35%, aunque no se existe reporte para la familia Scienidae para hacer una comparación.

La composición nutrimental de la carne (filete) en ejemplares hembra y machos de *A. grunniens* fue de 18.71 y 21.93% de proteínas, respectivamente. El contenido de grasa fue de 6.18 y 3.17, humedad de 74, cenizas de 0.96 y 0.83, respectivamente.



7. LITERATURA CITADA

- Bodensteiner, L. R., Lewis, W. M. (1992). Role of temperature, dissolved oxygen, and backwaters in the winter survival of freshwater drum (*Aplodinotus grunniens*) in the Mississippi River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 173-184.
- Cárdenas, S. (2012). Biología y acuicultura de corvinas en el mundo. *Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura. Revista AquaTIC* (37) 1-13.
- Chao, N. L. (2002). Sciaenidae, Croakers (drums). In *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists.* (Carpenter, K. E., ed.), pp. 1583-1653. Vol. 3, Special Publications. Rome: FAO.
- Chávez, L.M. O., Mattheeuws, A. E., y Pérez, M. H. V. (1989). *Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura.* 1ra. Edición INIREB, Xalapa, Veracruz, México.
- Daiber, F.C. (1952). The food and feeding relationships of the freshwater drum, *Aplodinotus grunniens* Rafinesque in Western Lake Erie. *The Ohio Journal of Science*, 52(1), 35-46.
- Daiber, F.C. (1953). Notes on the Spawning population of the Freshwater Drum (*Aplodinotus grunniens* Rafinesque) in Western Lake Erie. *American Midland Naturalist*, 50(1):159-171.
- Davis, C.C. (1959). A planktonic fish egg from fresh water Notes and Comment. *Limnology and Oceanography*, 4(3):352-354.
- Davis-Foust, S. L. (2012). Long-term changes in population statistics of freshwater drum (*Aplodinotus grunniens*), in Lake Winnebago, Wisconsin, using otolith growth chronologies and bomb radiocarbon age validation. Ph.D dissertation, The University of Wisconsin, Milwaukee.
- Davis-Foust, S. L., Bruch, R. M., Campana, S. E., Olynyk, R. P. y Janssen, J. (2009). Age validation of freshwater drum using bomb radiocarbon. *Transactions of the American Fisheries Society* 138, 385-396.
- Edsall, T.A. (1967). Biology of the freshwater drum in Western Lake Erie. *The Ohio Journal of Science*, 67(6), 321-340.
- FAO. © 2005-2011. Cultured Aquatic species information programme. *Sciaenops ocellatus*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Cynthia K. Faulk, A. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 9 February 2005. [Cited 23 August 2011].



- French, J. R. P., Love, J. G. (1995). Size limitation on zebra mussels consumed by fresh-water drum may preclude the effectiveness of drum as a biological controller. *J. Freshwat. Ecol* 10:379–383.
- Froese R., Pauly D. (2011). Fishbase. World Wide Web electronic publication. (ed. by R. Froese & D. Pauly). www.fishbase.org, version 12/2011.
- Hardisty C. (2007). Growth Dynamics of freshwater drum (*Aplodinotus grunniens*) in Manitoba. Tesis: A thesis submitted in partial fulfillment of the Honours Thesis. Department of Biology., The University of Winnipeg 2006/200736pp.
- Hernández-Gómez, R. E.; Perera-García, M. A.; Valenzuela, C. I.; Duran, M. T., Mendoza Carranza, M. (2013). Embryonic development of *Aplodinotus grunniens* (Perciforme: Sciaenidae) in Tenosique, Tabasco, Mexico. *Int. J. Morphol.*, 31(2):633-639.
- Hernández-Gómez, Raúl Enrique, Contreras-Sánchez, Wilfrido Miguel, & Perera-García, Martha Alicia. (2017). Reproductive biology of the freshwater drum *Aplodinotus grunniens* in Tabasco, Mexico. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(11), 317-330.
- Jacquemin, S. J., Pyron, M. (2013). Effects of allometry, sex, and river location on morphological variation of freshwater drum *Aplodinotus grunniens* in the Wabash River, USA. *Copeia*, 4, 740-749.
- Jacquemin, S. J., Pyron M., Allen M., Etchison L. (2014). Wabash River Freshwater Drum *Aplodinotus grunniens* Diet: Effects of Body Size, Sex, and River Gradient. *Journal of Fish and Wildlife Management* 5, 133-140.
- Jiménez, M. T., Rodríguez de la Rúa A., Sánchez R., S. Cádenas. (2007). Atlas de desarrollo de la Corvina *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae) durante su primer mes de vida. *Redvet. Revista electrónica de veterinaria* 3(1).
- Lumsden J.S., Morrison, B., Yason., Russell C., Young, S. K., Yazdanpanah, A., Huber, P., Al-Hussinaee, L., Stone, D., Way K. (2007). Mortality event in freshwater drum *Aplodinotus grunniens* from Lake Ontario, Canada, associated with viral haemorrhagic septicemia virus, Type IV. *Dis Aquat Org* 76: 99-111.
- Medina, M. (1980) El factor de condición múltiple Km y su importancia en el manejo de las poblaciones de carpa de Israel (*Cyprinus carpio specularis*). In: *Manuales técnicos de Acuicultura*, México 1(1).
- Nikolsky, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. Academic, New York, USA.
- Phelps A.; Renaud, C. B. y Chapleau, F. (2000). First record of a freshwater drum, *Aplodinotus grunniens* in the Rideau River, Ottawa, Ontario. *Can. Field-Nat.*, 114(1):121-5.
- Phelps A; C.B. Renaud y F. Chapleau (1999). First record of a Freshwater Drum, *Aplodinotus grunniens* in the Rideau. River, Ottawa, Ontario. *Canadian Field-Naturalist*. 113 (4):1-10.



- Ricker, W. E. (1958). Handbook of computations for biological statistic of fish population. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 119, 300 pg.
- Rodríguez-Gutiérrez, M. (1992). Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT, México, D.F., México.
- Rypel, A. L. (2007) Sexual Dimorphism in growth of Freshwater drum. Southeastern Naturalist 6(2): 333-342.
- Rypel, A. L., Bayne, D. R., Mitchell, J. B. (2006). Freshwater drum growth from lentic and lotic habitats in Alabama. Transactions of the American Fisheries Society, 135, 987–997.
- SAGARPA, (2010). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Sikorski Z. (1994). Tecnología de los productos del mar: Recursos, composición nutritiva y conservación. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- Velázquez, De la C. G., Martínez T. G., Hernández, R.V., y Ramírez, de L. J. A. (2008) Desarrollo de un proceso de extracción y caracterización de gelatina de la piel de pescado, p. 286-289. In Investigación, Sociedad y Desarrollo, Avances y Perspectivas, Foro Universitario, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tamaulipas, México.
- Watson, W. (1982). Development of eggs and larvae of the white croaker, *Genyonemus lineatus* Ayres (Pisces: Sciaenidae), off the southern California coast. Fish. Bull. 80. 403-417.

Referencias electrónicas

- Montana Field Guide (2018) Freshwater Drum — *Aplodinotus grunniens*. . Montana Natural Heritage Program and Montana Fish, Wildlife and Parks. Retrieved on April 13, (2018). From <http://FieldGuide.mt.gov/speciesDetail.aspx?elcode=AFCQH01010>
- Sluss, A., Harrel, S. (2006). *Aplodinotus grunniens*. Animal diversity. Available in: http://141.213.176.11/site/accounts/information/Aplodinotus_grunniens.html. (Last accessed 23 December 2016).
- Smith, S.R. (2009). Freshwater Drum (*Aplodinotus grunniens*). Texas Parks & Wildlife fisheries (Consultado: 2 de June de 2011, <http://www.tpwd.state.tx.us/huntwild/wild/species/fwd/>).



Difusión y Divulgación
Científica y Tecnológica

José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Raúl Guzmán León
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Andrés González García
Director de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica

Calíope Bastar Dorantes
Jefa del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas

Esta obra se terminó de editar el 01 de marzo de 2019, en la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, ubicada en Carretera Tenosique-Estapilla Km 1, Col. Solidaridad.. El cuidado estuvo a cargo de los coordinadores y del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas de la Dirección de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica de la UJAT.