



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

RELACIÓN LONGITUD- EDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN DE
Ictalurus balsanus (Jordan & Snyder, 1899), PARA EL DISEÑO DE LAS
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN PESQUERA EN LA
LOCALIDAD DE XICATLACOTLA, MORELOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

M A E S T R O E N
M A N E J O D E
R E C U R S O S N A T U R A L E S

P R E S E N T A
BIÓL. NORMA JANET GONZÁLEZ MONTES DE OCA

DIRECTOR
DR. HUMBERTO MEJÍA MOJICA

CUERNAVACA, MORELOS

NOVIEMBRE, 2020





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MORELOS
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

RELACIÓN LONGITUD- EDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN DE
Ictalurus balsanus (Jordan & Snyder, 1899), PARA EL DISEÑO DE LAS
ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN PESQUERA EN LA
LOCALIDAD DE XICATLACOTLA, MORELOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

M A E S T R O E N
M A N E J O D E
R E C U R S O S N A T U R A L E S

P R E S E N T A
BIÓL. NORMA JANET GONZÁLEZ MONTES DE OCA

DIRECTOR
DR. HUMBERTO MEJÍA MOJICA

CUERNAVACA, MORELOS

NOVIEMBRE, 2020



AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada para realizar mis estudios de posgrado y de esta manera fortalecer mi formación profesional.

Gracias a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos donde se encuentra mi alma mater, que formó mis bases como bióloga y que ahora me permite crecer.

Al Centro de Investigaciones Biológicas por la oportunidad de ser parte del posgrado y proporcionarme los recursos materiales y el apoyo de sus investigadores para concluir esta maestría.

Agradezco a mi director de tesis, el Dr. Humberto Mejía Mojica, quien me orientó en la investigación de este proyecto, por la oportunidad de ser parte del grupo de trabajo, por su enseñanza, motivación y apoyo.

Al doctor Einar Topiltzin Contreras MacBeath y al doctor Norman Mercado Silva, por el tiempo dedicado a las revisiones en los seminarios, por su orientación y atención durante el desarrollo del proyecto.

A la doctora Rosa Gabriela Beltrán López y al doctor Fernando Varela Hernández por sus observaciones y sugerencias para mejorar el documento.

Al doctor Manuel Mendoza Carranza del departamento de ciencias de la sustentabilidad de El colegio de la frontera sur (ECOSUR) por la su asesoría, enseñanza y por su aportación a este proyecto.

Al doctor Wilfredo Miguel Contreras Sánchez de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas (DACbiol), por su apoyo durante mi estancia académica en dicha universidad.

DEDICATORIA

Con mucho amor para mis padres

INDICE

	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1.0 INTRODUCCIÓN	3
2.0 ANTECEDENTES	4
2.1. La actividad pesquera	4
2.2. Aspectos biológicos de <i>Ictalurus balsanus</i>	7
2.3. Relación longitud-edad	8
2.4. Relación longitud-peso	9
2.5. Factor de condición	9
3.0 JUSTIFICACIÓN	11
4.0 OBJETIVOS	12
4.1. Objetivo general	12
4.2. Objetivos particulares	12
5.0 METODOLOGÍA	12
5.1. Área de estudio	12
5.2. Obtención de los organismos	13
5.3. Relación longitud-peso	14
5.4. Factor de condición	15
5.5. Estimación de la edad	16
5.6. Método de retrocálculo	19
5.7. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy	19
5.8. Ficha de buenas prácticas pesquera	20
6.0 RESULTADOS	21
6.1. Relación peso-longitud	22
6.2. Factor de condición (K)	22
6.3. Estimación de la edad	25
6.4. Método de retrocálculo	27
6.5. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy	29
6.6. Ficha de buenas prácticas pesqueras	31
7.0 DISCUSIÓN	35
8.0 CONCLUSIONES	40
9.0 RECOMENDACIONES DE MANEJO	41
10.0 LITERATURA CITADA	42

RESUMEN

Los recursos pesqueros constituyen una fuente vital de alimento y empleo para algunos sectores sociales en el estado de Morelos. *Ictalurus balsanus* es una de las pocas especies nativas a nivel regional con una explotación pesquera semiformal. Esta especie juega un papel importante a nivel ecológico, alimenticio y económico para ciertas localidades del estado. El presente estudio describe la relación longitud-edad, factor de condición (K) y relación longitud-peso para *I. balsanus*, a partir del análisis de un total de 3423 bagres provenientes de la pesca local de la comunidad de Xicatlacotla en el río Amacuzac. Los ejemplares fueron capturados durante los meses de enero de 2014 a abril de 2015, en un rango de longitud total de 205 a 825 milímetros y un peso de 110 a 7120 gramos. El análisis de la relación longitud-peso de *I. balsanus* indica un crecimiento alométrico negativo ($b < 2.7487$). La prueba de U de Mann Whitney demostró que el factor de condición (K) es significativamente mayor durante la temporada de sequía y para el análisis mensual de K se realizó la prueba de Kruskal Wallis ($p < 0.05$) la cual señala que no existe diferencia significativa entre los meses. La estimación de la edad se realizó mediante la lectura de anillos de crecimiento en vértebras, estimando edades de 2 a 17 años. Empleando el método de Von Bertalanffy se calculó que la especie teóricamente puede alcanzar una longitud total de 107.3 cm a los 46.5 años de edad. Se estima que a los 5 años de edad es potencialmente reproductiva. De acuerdo con los resultados obtenidos y datos de otros estudios, este trabajo establece propuestas de manejo y recomendaciones para la conservación de *I. balsanus* con el propósito de lograr su aprovechamiento sustentable.

ABSTRACT

Fishing resources are a vital source of food and employment for some social sectors in the state of Morelos. *Ictalurus balsanus* is one of the few native species at a regional level with a semi-formal fishing exploitation. This species plays an important ecological, nutritional and economic role for certain locations in the state. This species plays an important ecological, nutritional and economic role for certain locations in the state. The present study describes the length-age relationship, condition factor (K) and length-weight relationship for *I. balsanus*, from the analysis of a total of 3423 catfish from local fisheries in the community of Xicatlacotla in the Amacuzac River. The specimens were captured during the months of January 2014 to April 2015, in a range of total length from 205 to 825 millimeters and a weight of 110 to 7120 grams. Analysis of the length-weight ratio of *I. balsanus* indicates negative allometric growth ($b < 2.7487$). Mann Whitney's U test showed that the condition factor (K) is significantly higher during the dry season and for the monthly K analysis the Kruskal Wallis test ($p < 0.05$) was performed which indicates that there is no significant difference between the months. The age estimation was made by reading growth rings in vertebrae, estimating ages from 2 to 17 years. Using the method of Von Bertalanffy it was calculated that the species can theoretically reach a total length of 107.3 cm at 46.5 years of age. It is estimated that at 5 years of age it is potentially reproductive. According to the results obtained and data from other studies, this work establishes management proposals and recommendations for the conservation of *I. balsanus* with the purpose of achieving its sustainable use.

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de agua dulce representan el 1% de la superficie terrestre, sin embargo, contienen aproximadamente el 40 % del total de las especies de peces en el mundo (FAO, 2018). Estos ecosistemas proveen servicios ambientales y usos para la sociedad como la pesca. La actividad pesquera en aguas continentales forma parte del desarrollo socioeconómico de las regiones que cuentan con algún cuerpo de agua, representando una alternativa accesible e inmediata para la población, principalmente en zonas rurales (INAPESCA, 2013).

A nivel mundial, México ocupa el puesto número 14 entre los países productores de pesca de captura en aguas continentales (FAO, 2018). Esta actividad requiere de conocimiento para el uso sustentable del recurso. Para que una pesquería se sostenga se deben de entender y conocer algunos aspectos cuantitativos sobre la biología de las especies bajo explotación incluyendo; la reproducción, mortalidad, edad, crecimiento (relación longitud-peso) y factor de condición (K), que a su vez pueden ser interpretados como el estado de salud de los individuos en las poblaciones de peces (Lizama *et al.*, 2002; Cifuentes *et al.*, 2012). Sólo aquellas especies cuyas poblaciones se conozcan se podrán someter a un aprovechamiento sostenible, pues podrán estar sujetas a un control de captura y a la imposición de normas sobre la pesca para proteger los stocks (Hart and Reynolds, 2004).

La mayoría de los estudios sobre los aspectos cuantitativos de la biología de las especies de peces se enfocan en aquellas de importancia acuícola, pero es necesario incluir a la pesca de captura, sobre todo aquellas especies nativas, puesto que juegan un papel importante en los ecosistemas acuáticos. *Ictalurus balsanus* (Jordan & Snyder, 1899), conocida comúnmente como “bagre del Balsas”, es una especie de importancia económica y alimenticia para algunos sectores sociales del estado de Morelos, además es una de las pocas especies nativas a nivel regional con una explotación pesquera semiformal (Paredes-Lira, 2013).

Este estudio pretende ser un aporte al conocimiento de la actividad pesquera en Morelos con el objetivo de establecer e implementar propuestas para el manejo y la conservación de *I. balsanus* con el propósito de lograr la sustentabilidad de su aprovechamiento.

2.0 ANTECEDENTES

2.1 La actividad pesquera

La extracción de fauna silvestre para uso o aprovechamiento como recurso natural ha sido fundamental durante la historia de la humanidad en la obtención de proteína animal. La caza y pesca son actividades que se realizan con el propósito de obtener esta proteína (Centeno y Arriaga, 2010).

La pesca en aguas continentales es una actividad esencial para los grupos sociales que habitan en zonas rurales que cuentan con algún cuerpo de agua. Los ríos, lagos y presas de México han participado históricamente en el desarrollo económico de diversas regiones. La pesca continental generalmente requiere mucha mano de obra y en la mayoría de los casos no se presta fácilmente a la mecanización o industrialización, por lo tanto, es típicamente impulsada por el esfuerzo humano individual. Generalmente esta individual no genera gran riqueza pero proporciona alimento e ingresos. En un mundo cambiante, será un gran desafío mantener las diferentes funciones de la pesca continental, como su papel en la seguridad alimentaria y la mitigación de la pobreza y otros servicios ecosistémicos (De Graaf, 2015).

Valbo-Jorgensen *et al.*, (2008), clasifican a las pesquerías en tres tipos: a) pesquerías locales o también llamadas artesanales, de subsistencia o autoconsumo, que tienen como objetivo la alimentación de los pescadores, sus familias y comunidades; b) pesquerías comerciales, son practicadas por personas que se dedican en tiempo parcial o completo, donde obtienen una parte importante de sus ingresos anuales y la

comercialización de la pesca sostiene parcialmente o totalmente economías de orden local a regional; y c) pesca recreativa, que no necesariamente involucra consumo, generalmente es ejercida por turistas y manejada usualmente por operadores turísticos de la región.

La subestimación e importancia que tienen las pesquerías ribereñas con especies nativas en aguas interiores, ha llevado a malas políticas de manejo sustentable. Esto debido a la idea errónea de que las pesquerías de especies nativas no son significativas y a que en la mayoría de los casos se le da mayor importancia a las especies utilizadas en la actividad acuícola, que generalmente son especies introducidas (Contreras- Balderas, 1999).

Ictalurus balsanus es una de las principales especies nativas de importancia ecológica y económica a nivel local. Por considerarse una especie de interés económico y cultural, se ha intentado manejarle de manera controlada en la acuicultura. Granados *et al.*, (2002), concluyen que la especie es adecuada para la acuicultura debido a su rápido crecimiento, la alta adaptabilidad con las condiciones ambientales que prevalecen en la parte central de México y a la eficiencia del alimento usado durante la reclusión.

En los últimos años *I. balsanus*, ha sido visto afectada en una disminución poblacional a causa de; la extracción de agua para riego, la introducción de especies invasoras y la contaminación (Contreras-MacBeath *et al.*, 2016). De acuerdo a Lyons *et al.*, (2003), las principales causas de reducción de poblaciones de peces dulceacuícolas y en casos más lamentables la extinción son: la pérdida de hábitat aunado a la destrucción causada por la pesca, el agotamiento del agua y la presencia de especies invasoras.

La contaminación en el río Apatlaco tuvo un fuerte impacto en el año 2002, debido al vertido de una gran cantidad de materia orgánica al río, cuyas aguas contaminaron los ríos Amacuzac y Yautepec, provocando una crisis en los factores físicoquímicos del agua que finalmente repercutieron en las poblaciones de peces de la región (Lira, 2002). Este suceso fue ocasionado por el ingenio “Emiliano Zapata” del municipio de Zacatepec. La contaminación perjudicó aproximadamente a tres mil

familias del municipio de Tlaquiltenango y otras cuatro comunidades del estado de Guerrero, ya que los habitantes aledaños al río Amacuzac se dedican a la pesca y actividades agrícolas, por lo que la muerte de los peces afectó su economía (Lira, 2002; Pacheco, 2002). Otro agente que afecta al bagre del Balsas es la introducción de la especie *Ictalurus punctatus* (bagre de canal) en el río Amacuzac, registrada en el año 2011, ya que por ser especies que pertenecen al mismo género y con características muy similares de acuerdo con la biología de la especie, las convierte en competidoras de alimento y territorio (Mejía *et al.*, 2013), ya que ambas especies habitan en el fondo de ríos, principalmente en cuevas u otros lugares que proporcionen refugio y se alimentan de los mismos grupos de invertebrados: odonata, hemíptera, hymenoptera y homóptera (Cardoza *et al.*, 2011; Kato y Romo, 1981; Schoonover, 2014).

Paredes-Lira (2013), analizó algunos aspectos socioeconómicos de la pesquería del bagre del Balsas *I. balsanus*, a través de una encuesta diseñada para reconocer los diferentes actores involucrados en las actividades pesqueras de la especie (pescadores, intermediarios, consumidores y autoridades). En este análisis se identificó a los pescadores e intermediarios y se concluyó que, de las especies nativas de la cuenca del Balsas, *I. balsanus* es la más utilizada por sus características de talla y calidad de la carne. Sin embargo, pese a la problemática reconocida en este análisis sobre el riesgo de sobre pesca sin medidas de sustentabilidad, no se ha contemplado ninguna estrategia para conservar el recurso. Aunque de alguna forma se reconoce de la implementación, por parte de los pescadores, de un esquema de conservación al cuidar las tallas que capturan para que estas alcancen las etapas reproductivas. Por otro lado, se reconoció que la pesquería del bagre se califica como artesanal, con pescadores dedicados a tiempo parcial o completo y del que obtienen una parte importante de sus ingresos a través de la pesca y la comercialización de la misma, que les permite sostener parcialmente la economía local o regional. Por su parte, Lara-Montes, (1997), evaluó también la pesquería del bagre del Balsas en el río Amacuzac en Morelos, en donde manifiesta que las artes de pesca utilizadas son; chinchorros, redes agalleras, arpones, cuerdas, cañas, aparatos eléctricos, atarrayas, maromas o líneas, siendo estas dos últimas las más

utilizadas. El registro de captura anual, para esta especie en 1997 fue de 11.36 toneladas (Lara-Montes, 1997).

Dentro de los esquemas de manejo de las actividades pesqueras en Morelos, las autoridades a nivel estatal y federal desconocen el estatus de la producción pesquera en la región, debido a que los anuarios estadísticos de pesca basan sus reportes de producción en lo estimado por la actividad acuicultural con bagres, sin señalar con precisión la o las especies reportadas, para Morelos el volumen se calcula en aproximadamente 36 toneladas de bagre anuales (Anuario Estadístico de Pesca 2011). Para la comunidad Xicatlacotla la producción pesquera de un año para las especies bagre del Balsas y bagre de canal es aproximadamente de dos toneladas 665 kilogramos (Domínguez-García, 2015), lo cual indica que en la región aún se sostiene un importante potencial productivo, sin ningún esquema de ordenamiento en cuanto a la explotación con potencial de sustentabilidad.

2.2. Aspectos biológicos de *Ictalurus balsanus*

Ictalurus balsanus, también conocida comúnmente como “bagre del Balsas” es una especie que se distribuye en la vertiente del Pacífico, particularmente en la cuenca hidrológica del Balsas, en donde se considera nativa de esta región (Miller *et al.*, 2009).

Habita en los fondos de ríos, se alimenta principalmente de invertebrados del bentos, pero ocasionalmente se comporta como depredador de peces si tiene la oportunidad de hacerlo (Kato y Romo, 1981). Se ha registrado que esta especie también se alimenta de anfibios y puede alcanzar tallas de 100 centímetros de longitud total (Miller *et al.*, 2009).

La temporada reproductiva es amplia, abarcando de febrero a julio, pero con mayor intensidad en abril y mayo. En el río Amacuzac en el estado de Morelos, la reproducción de esta especie coincide cuando los niveles de agua disminuyen (Kato y Romo, 1981). El tamaño de los adultos presenta una pequeña diferencia entre ambos

sexos, ya que los machos tienen una longitud patrón promedio de 26.37 cm y las hembras 26.15 cm (Díaz- Rojas y Díaz-Pardo 1991).

2.3. Relación longitud-edad

El crecimiento es un proceso de incremento gradual o el desarrollo progresivo en tamaño y/o peso de los organismos en un determinado periodo de tiempo. Durante el crecimiento de una población de peces es posible estudiar la relación entre ciertos parámetros como; longitud-peso y longitud-edad, esta última relación tiene el propósito de estimar la talla media de peces a determinada edad (Gómez, 1994).

La estimación de edad en peces es fundamental en la biología pesquera, ya que con base en esto es posible definir la longevidad e identificar la edad de la primera recluta reproductiva, lo cual es fundamental para comprender la dinámica de la población para un adecuado manejo (Gómez, 1994). Se han propuesto distintos métodos para determinar la edad en los peces, sin embargo las técnicas de interpretación de la edad a través de la lectura de las capas o anillos de crecimiento en estructuras duras (escamas, otolitos, espinas y vértebras) se reconocen como las más confiables (Gómez *et al.*, 2016; Morales, 1991).

Alegria y Ferreiro (1970), estimaron la edad y crecimiento del pez *Lutjanus synagris*, por medio de los otolitos. Los autores relacionaron la lectura de los otolitos con la longitud total media y los años de edad, observando mayor crecimiento en los primeros años del pez y menor incremento de crecimiento en el quinto y sexto año. Demostrado que es posible y efectivo utilizar este método en la interpretación de la edad, Wayne (1999), evaluó la edad y el crecimiento del bagre de canal, *I. punctatus* en el que no reconoce diferencias significativas de la longitud media de los peces entre los tres y diez años de edad en los diferentes niveles latitudinales. Hogberg *et al.*, (2016), estudiaron el crecimiento de bagres de canal relacionado con las condiciones

ambientales del río Missouri, las espinas de la aleta pectoral y dorsal fueron las estructuras utilizadas para la lectura de anillos de crecimiento.

En *Ictalurus furcatus* se ha estimado la relación longitud-edad, en la que se reporta una longitud total de más de un metro (Jenkis, 1956; Barezzi *et al.*, 2014). En *I. balsanus* se ha estudiado la variación alimenticia, madurez gonadal, edad y crecimiento, para estas últimas dos variantes se analizaron vértebras y radios espiniformes. Se determinó la anualidad de los anillos de crecimiento con una probable formación en abril y mayo (Kato y Romo, 1981).

2.4. Relación longitud-peso

La relación de longitud-peso permite hacer comparaciones entre las poblaciones, según el rendimiento o tipo de crecimiento (Fernández *et al.*, 2018; Peixoto *et al.*, 2018; Peng *et al.*, 2018). El crecimiento en peces es más notable en etapas iniciales de su ciclo de vida, creciendo mayormente en longitud que en otras dimensiones, este crecimiento es progresivamente más lento al aumentar la edad, pese a esta situación la relación longitud-peso de juveniles difiere de organismos maduros (Alegría y Ferreira, 1970; Gómez, 1992; Froese, 2006).

Dentro de una misma especie la relación longitud-peso, puede variar en diferentes lugares y determinadas épocas del año (Froese, 2006), ya que el crecimiento puede estar influenciado por eventos endógenos (aquellas características propias del pez o factores hereditarios) y exógenos (salinidad, temperatura y pH) (Royce, 1972; Ocampo-Cervantes 2008).

2.5. Factor de condición

El factor de condición (K) en peces está basado en las relaciones biométricas que describen el bienestar que presenta un ejemplar en relación con los cambios de

corpulencia durante su ciclo vital. Es útil para supervisar las tasas de crecimiento e intensidad de la alimentación, refleja las condiciones fisiológicas como el estado nutricional y la reproducción, en condiciones controladas y estado silvestre (Afamdi, 2005; Cifuentes *et al.*, 2012).

El factor de condición fue propuesto por Fulton en 1904 y cuatro años más tarde Heincke puso en práctica su aplicación como una herramienta estándar en la gestión pesquera (Froese, 2006). Actualmente los parámetros longitud-peso, factor de condición y periodos de reproducción son usados principalmente para el manejo de poblaciones de importancia económica. Además contribuyen a pronosticar cambios en las poblaciones de peces que habitan en sistemas perturbados, ya que se ha observado que en sitios contaminados el factor de condición decremanta, es decir, el peso de los organismos disminuye y principalmente se refleja en el tamaño de las gónadas (Jenkins, 2004). Por otra parte, la aplicación del factor de condición en el análisis de las pesquerías describe aspectos de crecimiento, reproducción y estado nutricional, que son elementos utilizados para realizar comparativos interpoblacionales en determinado tiempo (Cifuentes, 2012).

González y Oyarzún, (2002), correlacionaron el factor de condición e índice gonadal en hembras y machos de *Pinguipes chilensis*, ambos sexos presentaron diferencias estacionales. Señalan que esta diferencia puede estar relacionada al gasto energético en determinado tiempo para procesos reproductivos o bien, puede influir la disponibilidad de alimento.

Holland y Peters (1992), estimaron el factor de condición K de *Ictalurus punctatus* en el río Platte, Nebraska. El análisis comparó el valor de K de hembras y machos entre meses, estaciones del año y sitios. Los valores de K, demuestran una variación entre meses para ambos sexos, sin embargo, estadísticamente no presentaron diferencias significativas (ANOVA; $P > 0.1$). El valor para machos osciló de 0.612 a 0.804 y para las hembras de 0.622 a 1.05.

3.0 JUSTIFICACIÓN

En México los estudios sobre las pesquerías de especies endémicas, presentan serias restricciones debido a la prioridad hacia aquellas con potencial económico, que generalmente son especies introducidas. Sin embargo es de importancia dirigir la atención a las especies de una región en particular, para las que se requiere conocer aspectos de sus requerimientos nutricionales, de crecimiento y de reproducción en condiciones controladas. De esta forma se podrá implementar un buen manejo de las especies nativas con potencial de explotación pesquera y con esquemas bien delimitados de aprovechamiento con perspectivas de sustentabilidad.

El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales se debe plantear como estrategia para conservar los ecosistemas acuáticos naturales, en donde se debe de integrar al análisis a las comunidades rurales que hacen uso de los ecosistemas, favoreciendo de esta manera a las especies nativas. Sin la integración de los usuarios que aprovechan el recurso durante los procesos de conservación y planes estratégicos de manejo, no será posible obtener un resultado óptimo, ya que las comunidades ribereñas son las que explotan en mayor medida este tipo de ecosistemas.

Considerando que la explotación pesquera del bagre del Balsas (*I. balsanus*) es un recurso que actualmente sostiene la actividad económica de algunos grupos de poblaciones rurales del Estado de Morelos, es necesario reconocer e implementar propuestas para el manejo y la conservación de un recurso natural con el objetivo de lograr la sustentabilidad de su explotación con el objetivo de mantener o complementar la actividad económica de la región y asegurar la conservación de los recursos pesqueros.

4.0. OBJETIVOS

4.1. General

Evaluar el crecimiento y el factor de condición del bagre nativo del Balsas *Ictalurus balsanus*, para el diseño de las estrategias de manejo sostenible y aprovechamiento pesquero.

4.2. Particulares

- Calcular el factor de condición de la población de *I. balsanus* y compararlo estacional y mensualmente.
- Estimar la edad y longevidad de la especie.
- Diseñar una ficha de buenas prácticas pesqueras para *I. balsanus* en la región del río Amacuzac, basándose en los lineamientos de la carta pesquera.

5.0. METODOLOGÍA

5.1. Área de estudio

El Estado de Morelos se encuentra localizado entre los paralelos 19° 07' y 18° 20' Latitud Norte, y los meridianos 99° 30' y 98° 37' Longitud Oeste. De tal manera que se ubica en la llamada Subregión Transicional Mexicana, que es considerada como la ruta histórica de dispersión para los peces provenientes de Norte y Sudamérica, una característica de importancia biogeográfica desde el punto de vista de la ictiofauna.

La cuenca del río Balsas, es uno de los sistemas hidrológicos más extensos del territorio mexicano. Con una superficie de 112,000 km² representa a una de las cuencas más grande del país que desemboca en el océano Pacífico. Las corrientes formadas en las laderas del eje volcánico en el centro de México, se subdividen en dos corrientes principales; la del río Amacuzac y la del río Atoyac. Ambos drenajes constituyen uno de los escurrimientos principales en la corriente formadora del río Balsas.

El Amacuzac es el río más importante y caudaloso en Morelos, en este se deposita la mayoría de los escurrimientos del territorio de la entidad. La corriente

formada del río Amacuzac se origina en las faldas del volcán Nevado de Toluca a una altitud de 2,600 metros sobre el nivel del mar, en donde toma el nombre de Chontalcoatlán y transcurre por las inmediaciones del poblado de Texcaltitlán y confluye al río Almoloya y más adelante en el territorio del Estado de Guerrero recibe por su margen izquierdo al río Malinaltenango, y juntos tienen un desarrollo de 75 km hasta llegar a la zona de calizas de la sierra de Cacahuamilpa, en los límites entre los estados de Guerrero y Morelos, en donde se une a la corriente del río San Gerónimo y entre ambos forman los afluentes del Amacuzac en el estado de Morelos. En su desarrollo el río Amacuzac se nutre de seis corrientes principales (Tembembe, Tetlama, Apatlaco, Yautepec, Cuautla y Amatzinac) y que en términos generales recorren la entidad de Norte a Sur (SEPESCA, 1981).

5.2. Obtención de los organismos

Los organismos utilizados para este trabajo son producto de la explotación pesquera por parte de pescadores de la comunidad de Xicatlacotla, del municipio de Tlaquiltenango. Esta comunidad de pescadores artesanales utilizan como métodos de captura la pesca a través de colocación de líneas de monofilamento y anzuelos de diferentes medidas, los cuales son colocados durante la tarde y recuperados a la mañana siguiente (Domínguez-García, 2015). Esta comunidad de pescadores se encuentra incluida dentro de las tierras de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (REBIOSH), dentro del estado de Morelos. La REBIOSH tiene un área de 59 310 hectáreas ($18^{\circ} 20'05'' - 18^{\circ} 34'03''$ N y $99^{\circ} 24'59'' - 98^{\circ} 51'00''$ W), y el río Amacuzac fluye sobre unos 60 kilómetros dentro de ella.

La base de datos utilizada para este análisis fue generada a partir de las capturas diarias de esta actividad pesquera en la localidad y contiene datos de 3423 organismos medidos en su longitud total (LT) (del extremo del hocico hacia la inserción de la aleta caudal en el pedúnculo caudal), con un vernier eléctrico y/o una cinta métrica a una precisión de ± 1 mm. El peso total de los organismos se registró usando una balanza granataria con precisión ± 0.1 kg.

Estos datos se agruparon en registros mensuales, de Enero de 2014 a Abril de 2015. De igual manera, los registros de pesca fueron clasificados en dos temporadas; sequia (Noviembre 2014 - Abril 2015) y lluvias (Mayo 2014 - Octubre 2015) con el objetivo de comparar los valores de condición corporal (factor de condición) de la especie entre condiciones climáticas distintas. El conjunto de datos permitió examinar la relación peso-longitud de cada organismo y los cálculos del factor de condición de la población.

5.3. Relación longitud- peso

A partir de los datos obtenidos de los 3423 ejemplares y para estimar la relación longitud – peso se utilizó la ecuación usada por Froese, 2006; Kuriakose, 2014:

$$W = a L^b$$

Donde:

W = Peso total (gramos)

L = Longitud total (centímetros)

a = Ordenada al origen

b = Pendiente o parámetro de alometría

Los datos de longitud y peso de los individuos fueron linealizados utilizando logaritmo natural. Para estimar los coeficientes (*a* y *b*) de la regresión lineal se empleó el método de ajuste de mínimos cuadrados y a partir de la estimación poblacional del coeficiente de crecimiento, se construyó la curva de la relación longitud-peso para los quince meses de pesca (Fig. 3).

Una vez calculado el coeficiente de alometría, se analizó el tipo de crecimiento, donde:

Si: $b = 3$ El crecimiento es isométrico

$b > 3$ El crecimiento es alométrico positivo

$b < 3$ El crecimiento es alométrico negativo

5.4. Factor de condición

Para calcular el factor de condición total (K) se usó la fórmula:

$$K = 100 \frac{W_t}{L_t^b}$$

Donde:

K : Factor de condición total.

W_t : Peso total del ejemplar (gr).

L_t : Longitud total del ejemplar (cm).

b : Coeficiente de alometría obtenido a través de la relación peso-longitud..

Una vez calculados los valores del factor de condición (K) de los peces capturados y agrupados en los quince meses de pesca, se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, al observar que no se presentaba una distribución normal, se implementó la prueba de Kruskal Wallis en el programa STATISTICA 7.

Además, se realizó la comparación entre dos temporadas anuales (lluvia y sequía). Para la temporada de lluvias los valores de (K) se agruparon del mes Mayo-2014 a Octubre 2014, mientras que para la temporada de sequía se agruparon de noviembre del 2014 a abril del 2015. Cabe destacar que para esta comparación no se incluyeron los datos de los 15 meses de pesca, ya que el objetivo de este análisis fue

comparar dos estaciones mejor marcadas en un periodo anual, el periodo de mínima precipitación pluvial (noviembre - abril) en contraste a la época más húmeda (mayo – octubre). Para el análisis estadístico de estos dos grupos se aplicó la prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov, al observar que el conjunto de datos no presenta una distribución normal, se realizó la prueba de U Mann-Whitney en el programa STATISTICA 7.

5.5. Estimación de la edad

La lectura de anillos de crecimiento se observó en 20 ejemplares de *I. balsanus*, incluyendo al ejemplar de menor y mayor longitud (20.5 y 82.5 cm) registrada dentro de la población y los 18 restantes pertenecen a tallas de 26.0 a 73.2 cm. Para estimar la edad de cada organismo se utilizaron vértebras.

Para obtener las vértebras se realizó un corte longitudinal en la cavidad abdominal de los ejemplares, retirando las vísceras y posteriormente se extrajeron las primeras 3 vértebras. La validación de anillos como marcadores de crecimiento anual fue establecida por Kato y Romo, (1981).

Las piezas óseas fueron limpiadas y depositadas en Agua (H_2O_2) durante una hora para retirar los restos de tejido conectivo. Las vértebras fueron depositadas en bolsas y etiquetadas con los datos; especie, longitud total, peso y número de registro, posteriormente fueron procesadas en el laboratorio de acuicultura de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Para la lectura de anillos de crecimiento en vértebras, se empleó el método de cortes y criterios de lectura de Fujinami *et al.*, 2017; Girgin and Basusta, 2016. Estas estructuras fueron incluidas en resina epóxica sobre un molde de 4 cm de diámetro. De cada vertebra se realizó un corte longitudinal de entre 0.5 mm y 1 mm de grosor utilizando una cortadora petrográfica (Isomet 1000) con cuchilla de filo diamante, en cada sección se incluyó el foco de la vértebra (fig.1).

Los cortes fueron montados en un portaobjetos, posteriormente la identificación y conteo de las marcas de crecimiento de las vértebras se efectuó por dos lectores de manera independiente (fig. 2) y bajo los siguientes criterios:

- La determinación de edades se estimó contando un par de bandas (una traslúcida y otra opaca), en la región del corpus calcareum, excluyendo la primera marca, ya que es considerada como la banda de nacimiento.
- La marca de nacimiento se identificó como una banda hialina delgada, cercana al foco. A partir de esta marca inició el conteo de anillos de crecimiento y a cada anillo se le asignó un número.
- Aquellos anillos que no estaban totalmente formados en el corpus calcareum se consideraron como falsos anillos. Las bandas en formación (presencia de borde opaco) no fueron consideradas como un anillo o año de edad, ya que aún no completa un ciclo.

Posteriormente se llevó a cabo la medición de cada cada anillo (Natanson *et al.*, 2007), utilizando el software “ZET”. Las medidas se realizaron de la siguiente manera:

- Distancia (μm) del foco de la vértebra a la marca de nacimiento.
- Distancia de la marca de nacimiento al anillo 1.
- Distancia del anillo 1 al anillo 2, y así sucesivamente.
- Distancia del radio total (del foco al borde de la vértebra) y fueron registradas utilizando el software “ZET”.

Finalmente, de cada muestra se obtuvo una imagen utilizando un microscopio óptico (objetivo 4X) conectado a una cámara y a un monitor de video, identificando las marcas de crecimiento.

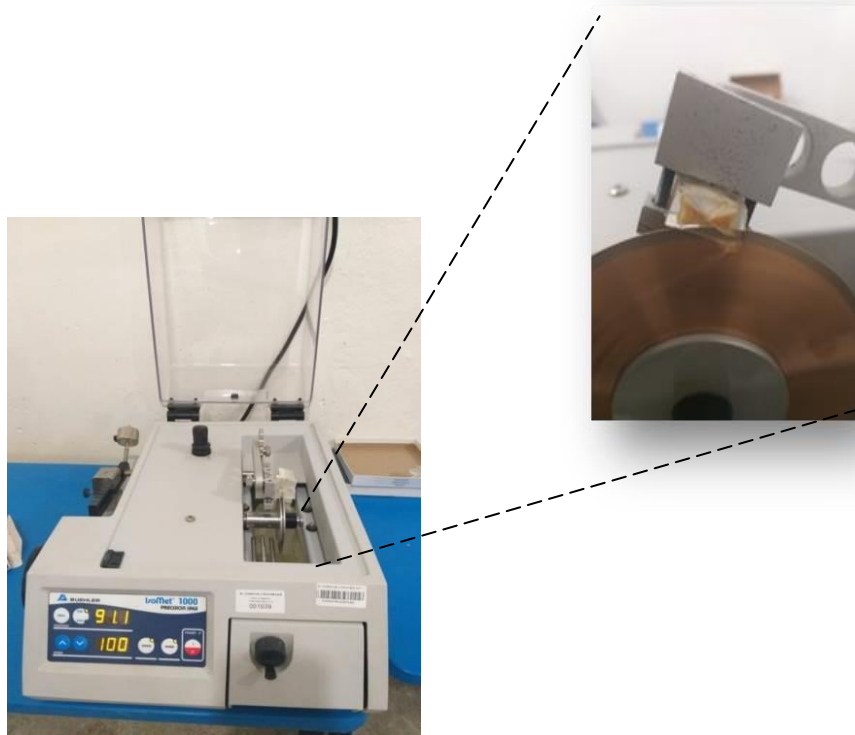


Fig. 1. Cortadora petrográfica y corte longitudinal de vértebras.

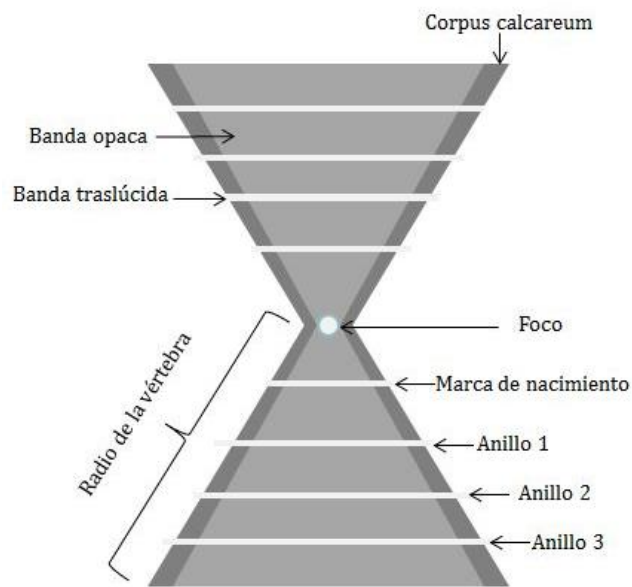


Fig. 2. Estructura de una vértebra en un corte longitudinal

5.6. Método de retrocálculo

Una vez estimadas las edades y las mediciones de la marca de nacimiento (MN), radios de los anillos de crecimiento en cada vértebra por ejemplar y el radio total de la vértebra, se empleó el método de retrocálculo.

Este método permitió calcular la longitud de los individuos en años anteriores de su ciclo de vida, utilizando la longitud del pez y las medidas lineales de las vértebras.

La longitud del pez correspondiente a cualquier longitud de la vértebra, fue calculada aplicando la fórmula de Lea (Gómez, 1992).

Fórmula:

$$L_n = r_n / R L$$

Donde:

L_n = Longitud del pez cuando el anillo n fue formado

r_n = Radio del anillo n

R = Radio de la vértebra

L = Longitud el pez cuando la vértebra fue obtenida

5.7. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy

El modelo de crecimiento de Von Bertalanffy considera la talla de cuerpo como una función de la edad, es uno de los modelos más complejos que describen la dinámica de poblaciones de peces. La ecuación de Von Bertalanffy es:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \dots (1)$$

Donde:

L_t = es la longitud del individuo al tiempo

L_∞ = es longitud máxima del individuo (asíntota máxima)

K = es el parámetro de la curvatura que expresa qué tan rápido la longitud alcanza su valor máximo.

t = tiempo

t_0 = es el valor teórico del tiempo en el cual la longitud es cero.

(Froese, 2006; Gómez *et al.*, 2016).

La estimación de los parámetros de crecimiento como K , t_0 y L_∞ , fueron obtenidos a través del software fiSAT II versión 1.2.2.

Para hallar el valor de la edad máxima teórica de *I. balsanus* se realizaron despejes algebraicos de la ecuación de Von Bertalanffy y se obtuvo la ecuación:

$$L_t = L_\infty - L_\infty e^{-k(t-t_0)} \dots\dots\dots (2)$$

Las variables de la ecuación fueron sustituidas por los valores calculados, para finalmente encontrar el valor de L_t .

Para obtener la curva de crecimiento de la relación longitud- edad del bagre del Balsas se utilizó el programa QT GRACE versión 026. Posteriormente, para obtener un valor más preciso de la edad máxima teórica, se realizó una tabulación del conjunto de datos de las longitudes y edades (coordenadas x, y) de la curva de crecimiento.

5.8. Ficha de buenas prácticas pesqueras

Con el fin de proponer una mejora en las prácticas pesqueras se desarrolló un manual o ficha con recomendaciones básicas para los procesos de captura, similar a la Carta Nacional Pesquera, recomendaciones basadas en los lineamientos que marca el Diario oficial de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2012.

Esta ficha incluye los resultados obtenidos de este análisis e indican la época de mayor masa corporal (factor de condición), edad y talla a la primera recluta reproductiva. Así mismo se incorporaron datos recopilados de la información ya

generada y de interés para el manejo de la especie como artes de pesca y temporada de reproducción.

6.0. RESULTADOS

Se analizaron las medidas corporales (longitud y peso) de un total de 3423 ejemplares, mismas que fueron obtenidas entre enero 2014 a abril 2015. Estos datos se encuentran depositados en la base de datos de la colección ictiológica “Dr Edmundo Díaz Pardo” del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM. Los ejemplares examinados presentaron un rango de longitud total de 20.5 a 82.5 centímetros y un peso de 110 a 7120 gramos. En la tabla 1 se especifican los datos mensuales de pesca.

Tabla 1. Numero de organismos capturados, longitud total y peso promedio de captura, así como el peso total de captura por mes en la localidad de Xicatlacotla, Mor.

Mes de pesca	Número de ejemplares	Longitud total (cm)	Peso (gramos)	peso total por mes (gramos)
Enero/2014	7	27.2	231.42	1620
Marzo	64	32.2	313.3	20365
Abril	342	32.5	378.98	129235
Mayo	318	30.8	349.51	111495
Junio	148	35.5	508.38	75750
Julio	243	35.3	494.34	120620
Agosto	293	34.4	487.34	143280
Septiembre	170	35.4	514.94	88055
Octubre	311	34.5	470.75	146875
Noviembre	456	34.0	460	210540
Diciembre	171	36.0	525.9	90456
Enero/2015	353	34.3	495.36	175359
Febrero	186	37.1	638.93	119480
Marzo	197	35.7	520.2	103000
Abril	164	36.4	615.75	101600
Promedio				1637730

6.1. Relación longitud-peso

El análisis de la relación longitud-peso de *I. balsanus* indica un crecimiento alométrico negativo ($b < 2.7487$), es decir, que los organismos incrementan su longitud en mayor proporción que su peso (fig. 3).

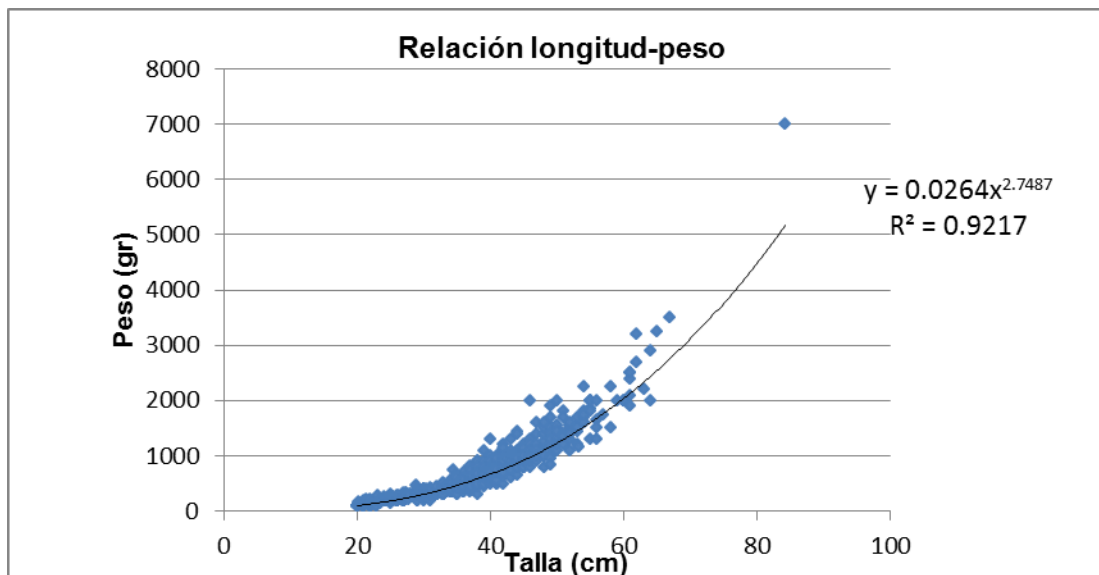


Fig. 3 Curva de crecimiento poblacional del pez *Ictalurus balsanus* del río Amacuzac, durante quince meses de pesca.

6.2. Factor de condición (K)

El cálculo del factor de condición (K) poblacional en *I. balsanus* ($n=3423$) fue de 2.54, presentando el valor mínimo en el mes de marzo del 2014 ($K= 2.04$) y el valor máximo en abril del 2015 ($K= 2.92$). La prueba de normalidad demostró que la población no presenta una distribución normal. La prueba de Kruskal Wallis ($p < 0.05$) indica que el factor de condición no presenta diferencias significativas durante los 15 meses de captura (fig. 4).

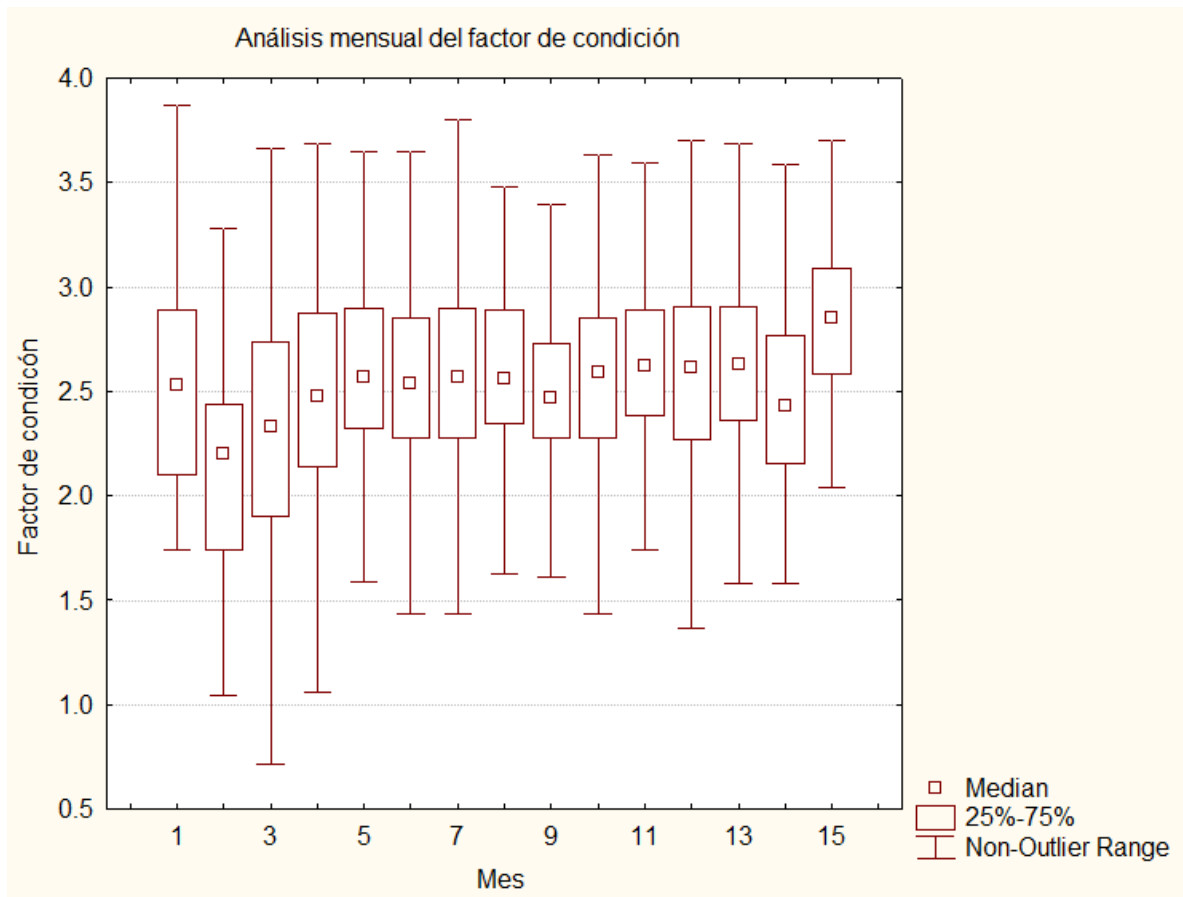


Fig. 4. Análisis estadístico de kruskal Wallis, la comparación entre las medianas del factor de condición señala que no existen diferencias significativas entre los 15 meses registrados de pesca para la especie *I. balsanus*.

Ictalurus balsanus, presentó diferencias significativas entre las dos estaciones año. De acuerdo a la prueba de U Mann Whitney (fig.5), el factor de condición es significativamente mayor ($K=2.62$; $p = 0.03$) durante la temporada de sequía ($n= 1533$) y durante la temporada de lluvias ($n= 1489$) $K=2.54$.

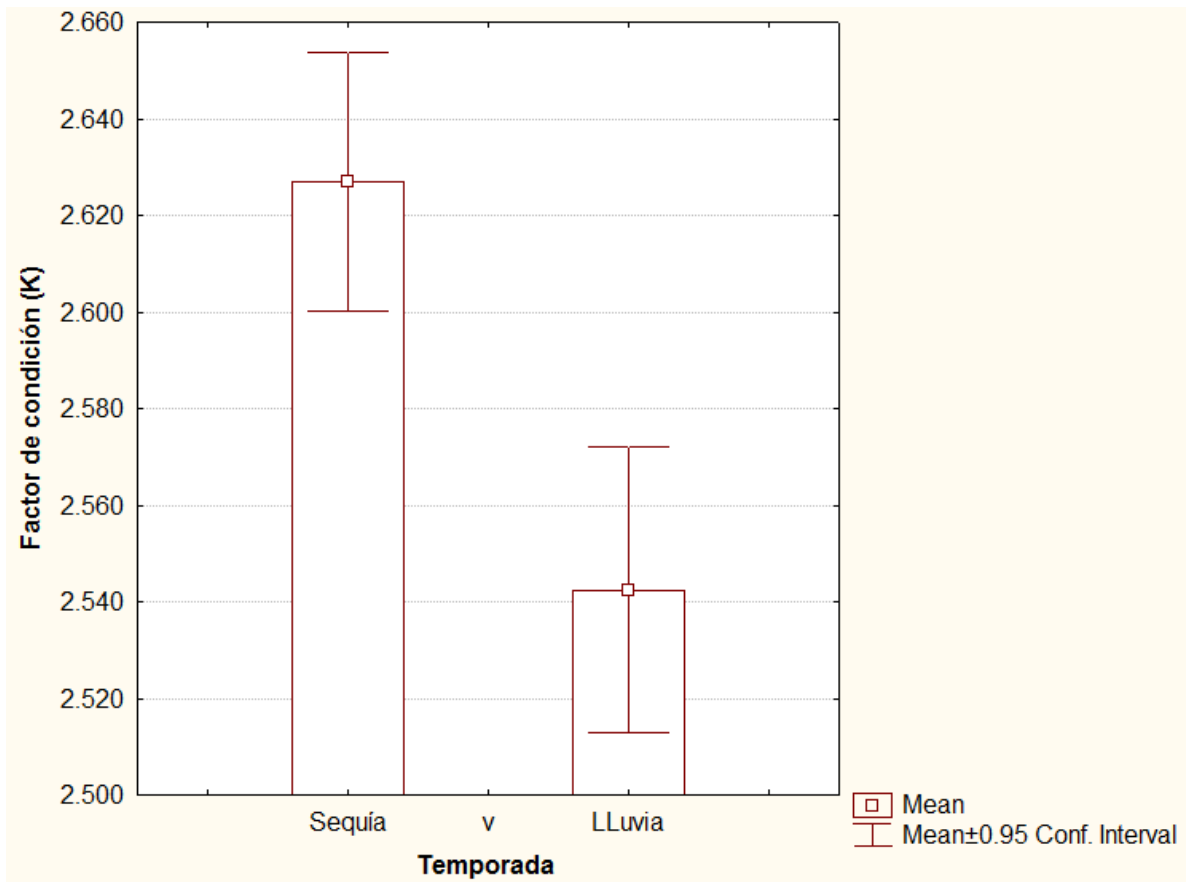


Fig. 5 El factor de condición es significativamente mayor en la temporada de lluvias (mayo 2014 – octubre-2014) y sequía (Noviembre 2014- Abril 2015).

6.3. Estimación de la edad

En el organismo de mayor talla (82.5 cm de longitud total), se logró cuantificar un total de 17 anillos de crecimiento, traducido aquí como 17 años de edad, mientras que en el ejemplar de menor longitud (20.5 cm) se estimó una edad de 2 años, puesto que en este solo se observaron 2 anillos de crecimiento.

Los criterios de lectura para determinar las marcas de crecimiento con las que se logró determinar la edad de los ejemplares *I. balsannus* fueron de gran apoyo para este estudio, ya que permitieron que los dos lectores llegaran a resultados semejantes.

Algunas vértebras presentaron falsos anillos de crecimiento, identificadas por los dos lectores (fig. 6). En la tabla 2 se presenta la longitud total, el número de anillos de crecimiento y medición de cada anillo de los veinte ejemplares de *I. balsannus*.

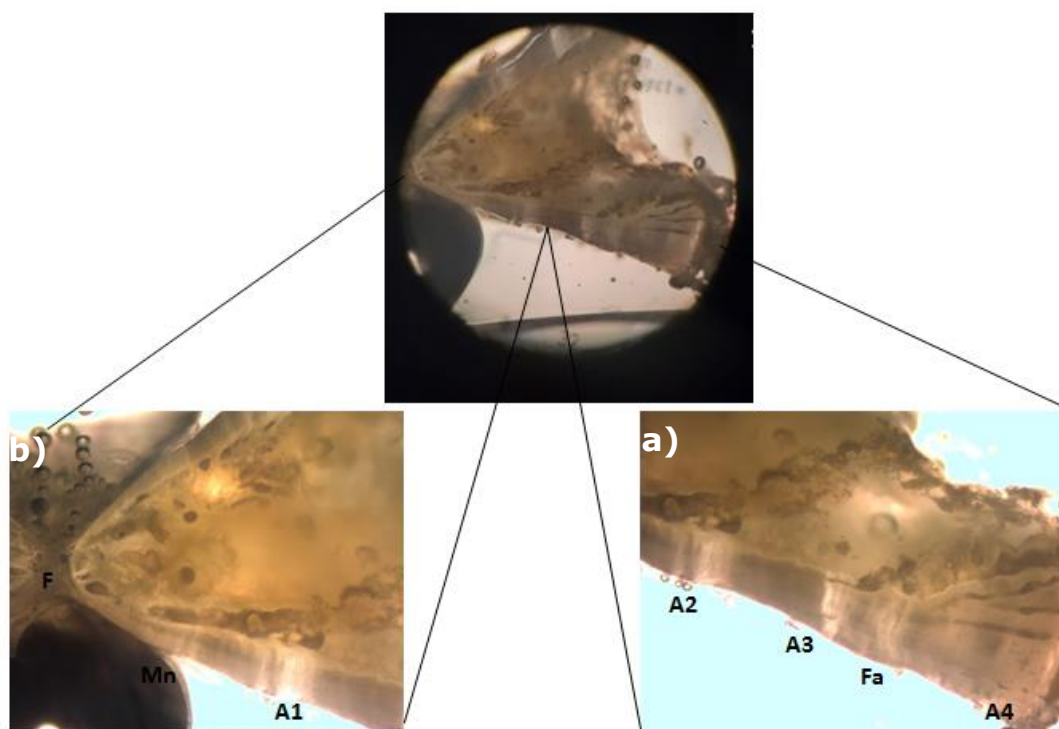


Fig.6. a) Vértebra en corte longitudinal, se observa la parte central o foco de la vértebra (F), la marca de nacimiento (Mn) y primer anillo de crecimiento (A1), b) anillos o bandas de crecimiento 2, 3 y 4 (A2, A3, A4) y se visualiza un falso anillo (Fa) entre las bandas 3 y 4.

Tabla 2. Edades estimadas por los dos lectores y mediciones de cada anillo de crecimiento en el software “ZET”.

Ejemplar	Longitud total (cm)	Edad	Marca de nacimiento	Medidas de los anillos o bandas de crecimiento en vértebras de <i>I. balsanus</i> (µm)																	Radio total de la vértebra µm	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	41.0	3	1216.79	287.269	883.601	549.419															2937.079	
2	50.0	5	915.423	409.28	194.988	706.204	397.958	872.734														3496.587
3	46.0	3	960.563	139.992	356.833	461.438																1918.826
4	30.5	2	1137.07	767.922	842.017																	2747.009
5	27.2	5	1402.587	633.624	302.486	234.937	126.608	171.963														2872.205
6	30.3	4	934.015	215.99	116.248	306.553	346.66															1919.466
7	20.5	2	645.111	335.837	192.442																	1173.39
8	26.0	2	964.224	374.769	352.029																	1691.022
9	34.4	5	1408.921	205.266	105.666	113.174	380.058	148.001														2361.086
10	27.6	2	1066.429	310.372	391.502																	1768.303
11	35.4	5	732.656	239.817	467.236	214.159	267.111	673.39														2594.369
12	38.4	5	1197.128	292.27	286.801	637.194	152.728	166.298														2732.419
13	55.3	8	1125.106	533.305	350.356	210.886	1298.487	532.465	235.447	217.691	287.629											4791.372
14	41.5	7	1411.064	428.397	315.965	130.534	182.477	308.363	141.157	744.921												3662.878
15	30.1	4	1145.91	308.071	277.131	799.696	163.681															2694.489
16	36.1	6	733.569	270.36	185.381	447.143	299.621	891.748	109.876													2937.698
17	32.3	6	595.895	341.44	397.78	713.93	138.864	422.352	259.937													2870.198
18	35.0	4	808.996	133.387	433.244	185.182	834.983															2395.792
19	73.2	14	1063.777	177.78	704.403	895.977	171.938	836.674	122.906	777.36	658.439	43.607	148.998	275.75	85.985	192.016	72.779					6228.389
20	82.5	17	1843.398	350.107	284.253	868.843	537.806	276.65	430.821	820.327	192.587	75.366	758.295	363.202	112.042	102.77	151.194	108.565	66.091	322.225	7664.542	

6.4. Método de retrocálculo

En la tabla 3 se presenta el análisis de retrocálculo para un ejemplar, empleando la fórmula de Lea. La estimación de dimensiones corporales en edades previas de la historia de vida de los 20 ejemplares se presenta en la tabla 4.

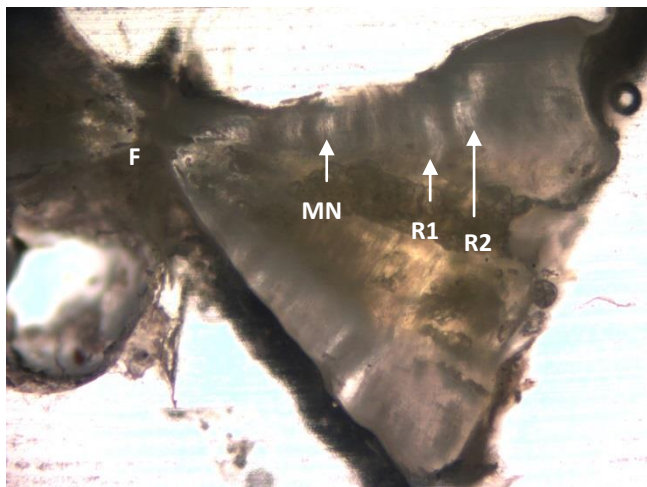


Fig.7. Corte longitudinal en una vértebra de 3022 μm de un ejemplar de 20.5 cm de longitud total. En la parte central se observa el foco (F), seguido de la marca de nacimiento (MN), radio 1 (R1) y radio 2 (R2). En microscopio óptico 4x.

Tabla 3. Estimación del método de retrocálculo de un ejemplar de 205mm de longitud cuando el último anillo fue formado. Mn= Marca de nacimiento, es la distancia del foco de la vértebra a esta marca; R1= Distancia del foco al primer anillo; R 2 = Distancia del foco al segundo anillo, es decir, edad 2; RT vértebra = Radio o distancia total del foco al borde de la vértebra.

Muestra 7	Ln	Mn	R1	R2	RT Vértebra	Banda en formación
	205mm	0.645mm	0.335mm	0.192mm	1.511mm	0.337mm
Retrocálculo de Lea $L_n = (r_n / R) L$		87.5148mm	45.559mm	26.1064mm		45.819mm
Ln (cm)			13.30 cm	15.91 cm		

Tabla 4. Estimación del método de retrocálculo (de Lea) para *Ictalurus balsanus*. Cada fila representa un ejemplar, el método de retrocálculo permite estimar la longitud total de los ejemplares en años anteriores. Por ejemplo, en la fila número 1 se observa un ejemplar de 3 años con una longitud total de 41.0 cm, aplicando la fórmula de Lea fue posible calcular la longitud de este ejemplar al primer y segundo año de vida. Por lo tanto, esta tabla resume las edades y longitudes de 20 ejemplares de bagre.

	LT captura	Edad (años)																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
longitud total (cm)	20.5	8.75	13.1	15.91															
	26.0	10.13	14.06	17.76															
	27.2	13.28	19.28	22.14	24.37	25.57	27.20												
	27.6	12.39	16.0	20.55															
	30.1	12.80	16.24	19.33	28.27	30.10													
	30.3	14.74	18.15	19.98	24.82	30.30													
	30.5	12.62	21.15	30.50															
	32.3	6.70	10.54	15.02	23.05	24.62	29.37	32.30											
	34.4	20.52	23.51	25.05	26.70	32.24	34.40												
	35.0	11.40	13.30	19.41	22.03	33.81	35.00												
	35.4	9.99	13.26	19.64	22.56	26.21	35.40												
	36.1	9.01	12.33	14.61	20.11	23.79	34.75	36.10											
	38.4	16.82	20.93	24.96	33.91	36.06	38.40												
	41.0	16.98	20.99	33.33	41.00														
	41.5	15.98	20.84	24.42	25.90	27.96	31.46	33.06	41.50										
	46.0	12.51	14.33	18.98	24.99														
	50.0	13.09	18.94	21.73	31.83	37.52	50												
	55.3	12.60	18.58	22.50	24.87	39.52	45.38	48.02	50.46	53.68									
	73.2	12.50	14.59	22.87	33.40	35.42	45.25	46.69	55.83	63.57	64.08	65.83	69.07	70.08	72.34	73.20			
	82.5	19.84	23.61	26.67	36.02	41.82	44.78	49.92	58.25	60.32	61.14	69.30	73.21	74.41	75.52	77.15	78.32	79.03	82.50
Promedio	13.13	17.20	21.77	27.74	31.77	37.61	40.93	51.51	59.19	62.61	67.57	71.14	72.25	73.93	75.17	78.32	79.03	82.50	

6.5. Modelo de crecimiento de Von Bertalanffy

La tasa de crecimiento para *I. balsanus* es de 0.09, teóricamente con el modelo de crecimiento la especie puede alcanzar una longitud máxima 107.3 cm (fig. 8).

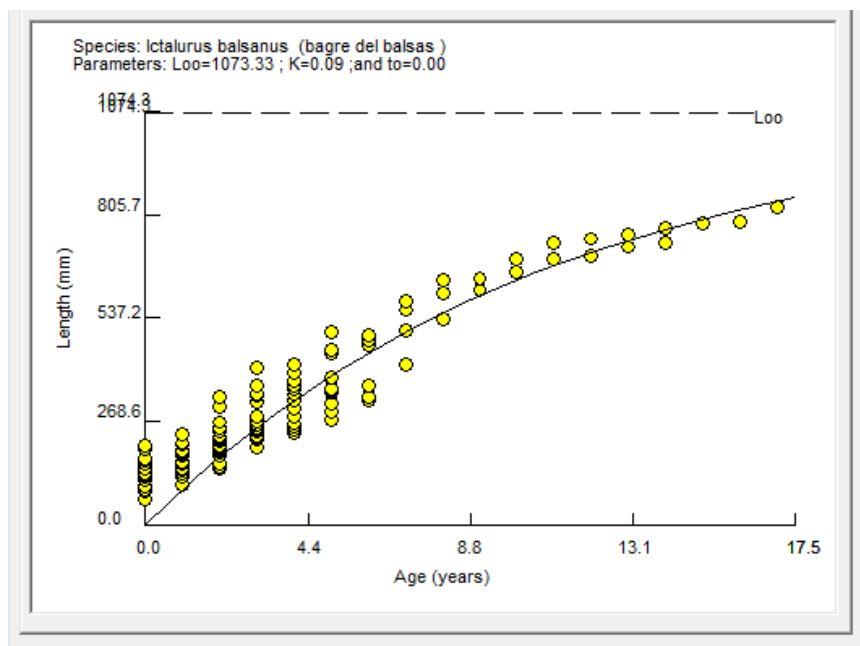


Fig.8 Curva de Von Bertalanffy para *I. balsanus*, en el programa fiSAT.

La edad teórica del bagre del Balsas a la longitud de 107.3 cm es de 47 años (fig. 9). En la tabla 5 se muestra la tabulación del conjunto de datos para hallar el valor de la edad.

Tabla 5. Coordenadas de la pendiente con mayor tendencia a cero, es decir, más cercana a la asíntota en la curva de crecimiento.

X Edad	Y Longitud
46.06	1073.34
46.11	1073.34
46.15	1073.34
46.29	1073.35
46.50	1073.35
46.60	1073.35
46.74	1073.35
46.81	1073.35
46.89	1073.35
46.96	1073.35
Promedio 46.51	Promedio 1073.34

RELACIÓN LONGITUD-EDAD

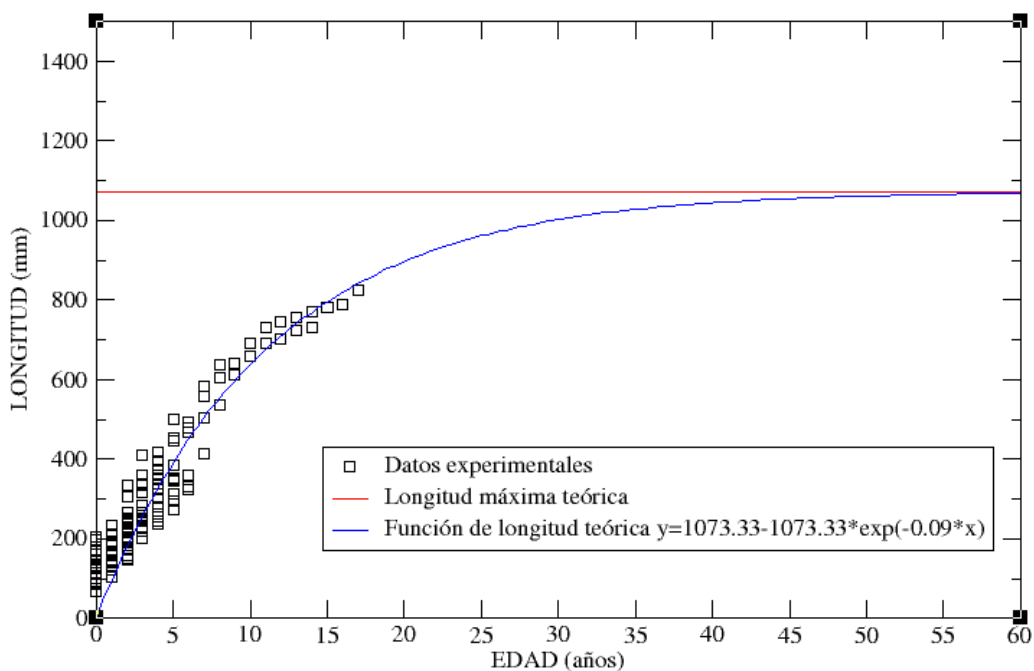


Fig. 9. Curva de crecimiento de *I. balsanus* en el programa QT GRACE versión 026. La relación asume que teóricamente la especie alcanza la longitud máxima a los 107.3 cm y 46.5 años de edad.

6.6. Ficha de buenas prácticas pesqueras

En la tabla 6 se presenta el encabezado y generalidades de la propuesta de ficha en base a los lineamientos de la Carta Nacional Pesquera.

Tabla 6. La ficha incluye una imagen representativa de la especie, nombre científico y común, distribución geográfica, aspectos biológicos de la especie e indicadores de pesquería.

Generalidades

Nombre común
Bagre del Balsas

Nombre científico

Ictalurus balsanus (Jordan y Snyder, 1899)



Fotografía: Topiltzin Contreras Macbeath

Uso pesquero: comercial

Distribución geográfica: Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Morelos, Puebla y Jalisco (Miller *et al.*, 2009).

Alimentación: se alimenta principalmente de invertebrados del bentos, pero ocasionalmente se comporta como depredador de peces si tiene la oportunidad de hacerlo (Kato y Romo, 1981).

Indicadores de pesca: En el año 1997 se registraron 11.63 toneladas en el río Amacuzac con un esfuerzo pesquero de 32 pescadores (Lira-Montes, 1997).

La Norma Oficial Mexicana NOM-060-SAG/PESC-2014, del Diario Oficial de la Federación, especifica la talla mínima de captura y arte de pesca para *I. balsanus*. En la tabla 7 se presentan las propuestas de manejo, generadas a partir de los resultados obtenidos en este estudio, además se añaden las instrucciones de pesca que especifica la NOM-060-SAG/PESC-2014.

Tabla 7. Tabla comparativa de las instrucciones de manejo que especifica la NOM-060-SAG/PESC-2014 y las propuestas de manejo del presente estudio para *I. balsanus*.

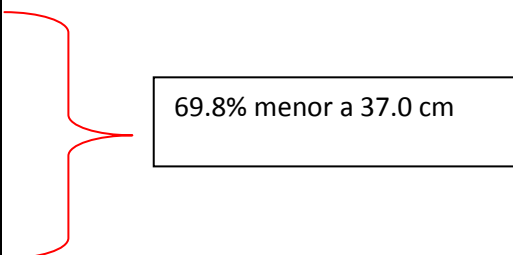
Manejo	NOM-060-SAG/PESC-2014 DOF	Propuesta de manejo
Talla mínima de captura	340 milímetros de longitud total	376 milímetros de longitud total
Edad	No presenta datos	5 años
Tipo de crecimiento	No presenta datos	Crecimiento alométrico, es decir, esta especie aumenta de longitud en mayor proporción que su peso.
Mes de menor peso corporal	No presenta datos	La población presenta menor estado de bienestar durante los meses de Marzo (2.04) y Abril (2.31).
Veda	No presenta datos	Restringir la pesca durante un periodo de tres meses (Febrero-Abril).
Arte de pesca	Trampas de forma cilíndrica, construidas con estructura rígida y paño de nylon o cualquier otra poliamida, con luz de malla mínima de 25.4 milímetros y palangres con una longitud máxima de 100 metros de línea madre y reinales con anzuelos. (NOM-060 SAG/PESC-2016).	

La captura de *I. balsanus* en la localidad de Xicatlacotla fue de 3423 ejemplares, equivalente a 1.63 toneladas a partir de Enero del 2014 hasta Abril del 2015. El mes con mayor captura de ejemplares se presentó durante noviembre, equivalente a 210.540 kilogramos y enero con 175.359 kg (Fig. 10).

El 69.8% de captura de *I. balsanus* es de ejemplares con talla menor a los 37.0 cm de longitud total (tabla 8).

Tabla 8. La captura de 2391 ejemplares de *I. balsanus*, equivalentes al 69.8 % de la población total de captura son organismos menores a la talla mínima de captura propuesta en este estudio.

Longitud total (cm)	n	%
20.5 –25.9	355	10.371
26.0- 29.9	480	14.022
30.0 - 37.0	1556	45.45
37.1 – 40.9	511	14.928
40.9 – 50.9	442	12.910
51.0 – 60.9	55	1.60
61.0 – 70.9	19	0.55
71.0 – 80.9	4	0.11
81.0 – 82.5	1	0.02



Captura

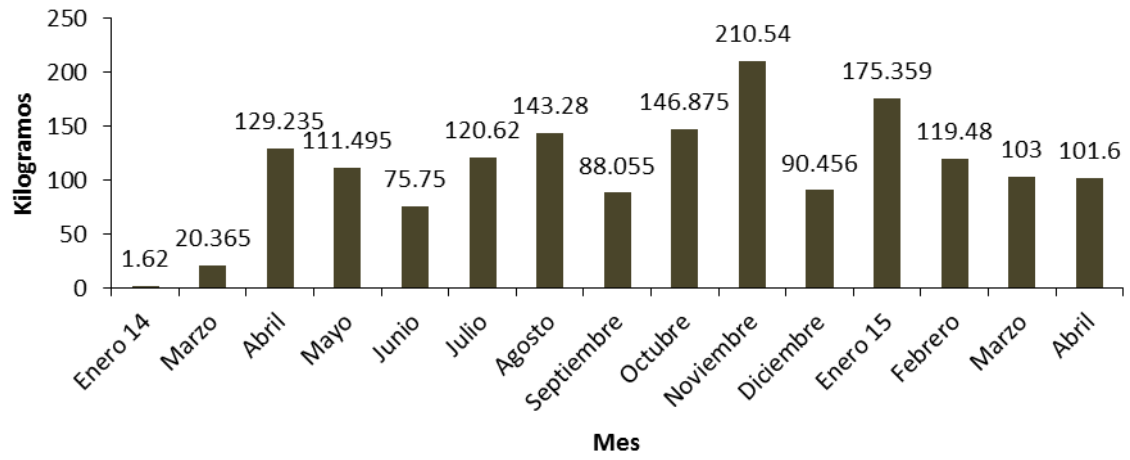


Fig. 10 Captura de *I. balsanus* en la localidad de Xicatlacotla, durante quince meses de pesca.

7.0 DISCUSIÓN

La talla media de captura para el bagre del Balsas en esta región del río Amacuzac es de 34.3 cm de longitud total y un peso aproximado de 476.7 gramos, de esta forma, y de acuerdo con Díaz-Rojas y Díaz-Pardo, 1991, la gran mayoría de los peces capturados y comercializados son individuos que están iniciando la primera etapa de su vida reproductiva, la cual inicia cuando *I. balsanus* alcanza una talla media de 26.1 cm de longitud patrón. Por lo anterior y de acuerdo a nuestro análisis entre la relación longitud-edad, se propone que la talla mínima de captura para *I. balsanus* deberá ser de 37.6 cm de longitud total, que corresponde a una edad de 5 años. La edad de *I. balsanus* a la primera recluta reproductiva es igual a la de *I. furcatus* (Barekzi *et al.*, 2014), mientras que *I. punctatus* alcanza la madurez sexual entre los dos y tres años de edad (Schoonover, 2004).

Al analizar las marcas de crecimiento definidas en las vértebras de *I. basalnus* los resultados nos indican que la edad estimada para el organismo más grande examinado en la muestra fue aproximadamente 17 años de edad y alcanzó una longitud total de 82.5 cm. Appelget and Smith (1951), determinaron que la edad de *Ictalurus punctatus* en el río Mississippi en ejemplares con tallas cercanas a los 73.40 cm, podrían alcanzar edades de aproximadamente 12 años. Así mismo Holland and Peters (1992), estimaron la edad de *I. punctatus* en el río Platte de Nebraska, pero usando la espina pectoral de los organismos para cuantificar la edad de estos, encontraron que aquellos con tallas de aproximadamente 74.5 cm podrían alcanzar edades próximas a los 18 años, mostrando un patrón longitudinalmente uniforme de crecimiento lento. Mientras tanto Schoonover (2004), reconoce que *I. punctatus* tiene un promedio de vida de 14 años en estado silvestre. Por otro lado, *I. furcatus* nativo de las cuencas del río Misisipi, puede alcanzar tallas de 111.7 a 150.0 cm de longitud total y promedios de edad entre los 9 y 11 años, sin embargo, se ha registrado que puede alcanzar los 20 años de edad (Jenkins, 1956; Barekzi *et al.*, 2014). La diferencia de crecimiento entre las especies de Ictaluridos puede estar directamente relacionada con la distribución geográfica de las especies o la variación en el clima y el tipo de hábitat hidrológico, tal como lo menciona Rypel

(2011), quien correlaciona los efectos del clima con el crecimiento de *I. furcatus* e *I. punctatus*, ya que el análisis demuestra que el crecimiento de estas especies es más rápido en localidades con temperatura más cálida.

En la literatura se ha referido que la talla máxima para *I. balsanus* es de un metro de longitud total (Miller et al). A pesar de que *I. balsanus* puede alcanzar tallas mayores a un metro de longitud de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy, no fue posible obtener ejemplares de esta magnitud, puesto que la captura del ejemplar de mayor talla fue de 80.0 cm de longitud total y 7000 gramos de peso, dato que hasta la fecha no se había registrado para la zona, aunque únicamente se logró identificar un ejemplar con tales características durante el periodo de estudio. Este último hecho, probablemente se asocia a que la explotación pesquera produce cambios en la estructura demográfica, como en la producción y crecimiento, generando una nueva estructura poblacional de peces más pequeños, con una vida menor y menor capacidad para producir descendencia (Seijo *et al.*, 1997). De esta manera, este factor determinante puede estar relacionado a la pesca selectiva, la variabilidad genética de los organismos merma y pueden llegar a tener un tamaño promedio menor (Walsh *et al.*, 2006).

Kato y Romo (1981), afirman que *I. balsanus* puede alcanzar hasta 9 años de edad a los 33.9 cm de longitud total y empleando un modelo de crecimiento, determinaron que la longitud máxima teórica es de 69.8 cm, cuya edad podría ser muy próxima a los 30 años. La curva estimada de Von Bertalanffy para nuestro análisis indica que *I. balsanus* podría alcanzar una longitud máxima de 107.3 cm a los 46.5 años de edad (fig.9). Las diferencias entre talla máxima de ambos estudios se asocian a los criterios empleados para determinar la edad, ya que en nuestro estudio no se cuantificó la marca de nacimiento, puesto que algunos estudios sostienen que esta primer marca en estructuras óseas es formada desde el nacimiento, por lo tanto no fue considerada un anillo o año de edad (Fujinami *et al.*, 2017; Girgin and Basusta, 2016).

El análisis de retrocálculo fue de gran utilidad para realizar la relación longitud-edad y estimar a curva de Von Bertalanffy, haber obtenido un ejemplar de 82.5 cm, es

decir el más grande dentro del total de ejemplares capturados en la localidad de Xicatlacotla conlleva a obtener una mayor aproximación de la longitud máxima teórica de la especie.

Los valores de los parámetros de la ecuación de Von Bertalanffy para este estudio muestran una tasa de crecimiento lenta (0.09) para *I. balsanus*. El mayor incremento de crecimiento en longitud se lleva a cabo durante los primeros cuatro años de vida, posteriormente el crecimiento disminuye en relación a la edad, hasta alcanzar la longitud asintótica (fig.9), esta tendencia en la curva de crecimiento también ha sido observada en *I. punctatus* (Appelget and Smith, 1951), es probable que esta tendencia de crecimiento se asocia a que los individuos inmaduros aprovechan la energía obtenida para su desarrollo y crecimiento, mientras que los organismos sexualmente maduros aprovechan la mayor parte de las reservas energéticas para conseguir una mayor descendencia (Soler *et al.*, 2003).

El valor de la relación longitud-peso fue calculado por primera vez para *I. balsanus*, a través de medidas obtenidas directamente de los ejemplares. Previos reportes de esta relación en la especie eran interpretados de medidas del patrón general del cuerpo de otros ictaluridos y calculados a través de métodos bayesianos (Froese and Pauly, 2020). Los resultados de esta relación en este análisis son inferiores a los reportados por otros métodos, sin embargo están dentro del rango de las medidas esperadas para la familia de bagres americanos (Froese and Pauly, 2020). El coeficiente de b para *I. balsanus* fue de 2.74, es decir, que el crecimiento del bagre del Balsas es alométrico negativo, lo que se interpreta como una especie que emplea la energía obtenida a través de la alimentación y durante el crecimiento aumenta de longitud en mayor proporción que su peso. Valores muy semejantes son también observados en *I. punctatus* en el río platte, en el que fue observado el crecimiento de la especie en tres años consecutivos y en tres estaciones; primavera, verano y otoño. El coeficiente (b) presentó el valor mínimo en verano ($b=2.82$) en primavera ($b=3.26$) (Holland and

Peters, 1992). Esto puede ser atribuido por uno o más factores: temperatura del agua, salinidad, disponibilidad de alimento y estación (Turker *et al.*, 2019).

Respecto al análisis del factor de condición K para el bagre del Balsas, se observa diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las dos estaciones climáticas del año en la región (fig. 6). Durante la temporada de menor precipitación pluvial, se registró el valor más alto $K = 2.64$, mientras que para la estación más húmeda el valor de $K = 2.55$, esta diferencia puede atribuirse a la relación entre los organismos con el medio donde se desarrollan, ya sea en términos de disponibilidad de alimento o la fase de madurez gonádica (Wootton, 1998). Los recursos alimenticios se vinculan con la estacionalidad, ya que se ha comprobado que durante el estiaje la disponibilidad de alimento para *I. balsanus* en el río Amacuzac es mayor (Kato y Romo, 1981). Durante la fase de madurez gonádica, los peces reflejan cambios en su peso, debido a una demanda de energía por el organismo para procesos reproductivos, la energía almacenada en el hígado y músculos del pez es transferida a gónadas para la producción de ovocitos (González y Oyarzún, 2002), por lo anterior se deduce que K es una variable dependiente de la estacionalidad

El análisis mensual del factor K para *I. balsanus* no presenta diferencias en los quince meses de pesca para la localidad de Xicatlacotla. Los valores mensuales de K se mantienen entre 2.04 (mínimo) y 2.92 (máximo). El valor más bajo se presenta en el mes de Marzo del 2014 ($K = 2.04$) y probablemente esto se asocia a la época de reproducción, siendo este el mes en donde la temporada reproductiva es más alto en esta especie (Díaz-Rojas y Díaz-Pardo, 1991). De esta manera se puede reconocer que existe una pérdida repentina de peso durante la reproducción, sin embargo se distingue una recuperación rápida de peso corporal en los siguientes meses (Abril y Mayo) (fig.4), tal como lo observó Fulton en diferentes especies de peces (Froese, 2006).

El factor de condición de *I. punctatus* de 25 a 27 centímetros de longitud total en el río Platte fue analizado mensualmente y clasificado en sexos, el valor oscila entre 0.65 y 0.73 (Holland and Peters, 1992), valor similar al calculado en nuestro estudio, ya que

I. balsanus presenta un factor de condición de 0.71 a 1.43 en ejemplares de 25 a 27 cm. Esta última diferencia de valores posiblemente se ve influenciada por factores exógenos (cambios físicos y químicos), por la actividad alimenticia, género sexual o madurez gonadal, ya que estas condiciones ejercen cambios que provocan un aumento o disminución en el factor de condición. en el ambiente, por ejemplo la calidad y cantidad de alimento disponible para la especie que se refleja en ganancia o pérdida de peso durante determinada estacionalidad, tal como lo menciona Gómez *et al.*, 2016.

Para el aprovechamiento responsable de este recurso y en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SAG/PESC-2015, que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de fauna acuática, este estudio expone que es necesario considerar tres meses (Febrero-Abril) como periodo de mayor cuidado en la captura de estos organismos, ya que es la temporada más alta de reproducción (Díaz-Rojas y Díaz-Pardo, 1991).

Se observa que el 34.23% de la captura para *I. balsanus* en la localidad de Xicatlacotla no cumple con la longitud mínima de captura que estipula la NOM -060-SAG/PESC-2014. Mientras que el 69.8% de la población es capturada antes de alcanzar los 37.0 cm de longitud total, talla que nuestro estudio propone como longitud mínima de captura. Ante esta situación es necesario implementar un programa de monitoreo y seguimiento de la pesquería e integrar a los usuarios que aprovechan el recurso durante los procesos de conservación.

8.0 CONCLUSIONES

Se calculó la longitud máxima de *I. balsanus*, la cual teóricamente puede alcanzar una talla de 107.3 cm a los 46.5 años de edad de acuerdo al método de Von Bertalanffy. Sin embargo no se registró ningún ejemplar de esta magnitud, se debe probablemente al efecto de la pesca sobre las poblaciones.

Esta especie presenta un tipo de crecimiento alométrico negativo ($b=2.74$), es decir que los organismos incrementan su longitud en mayor proporción que su peso.

La población exhibe su mejor estado de bienestar durante la temporada de sequía ($k=2.64$) en el río Amacuzac y es potencialmente reproductivo a los cinco años de edad.

Se estableció una ficha técnica con las recomendaciones de manejo, donde se integran; generalidades de la especie, talla de captura mínima, edad de captura mínima, veda y la cantidad de captura por año.

9.0 RECOMENDACIONES DE MANEJO

- Implementar un programa de monitoreo y seguimiento de la pesquería mediante el uso de bitácoras para evaluar el impacto.
- Elaborar un análisis de las poblaciones de peces de la especie *I. balsanus* en la localidad de Xicatlacotla para determinar la susceptibilidad de la pesquería.
- Crear vínculos de comunicación entre dependencias de gobierno y pescadores, integrando lineamientos de manejo, en los que se consideren aspectos biológicos de la especie *I. balsanus* como; época de reproducción y tallas ideales de captura, en la que por lo menos haya tenido su primera recluta reproductiva.
- Restringir o limitar el uso de chinchorros y electropesca, sustituyéndolas por otras artes de pesca que no generen daño a las poblaciones de peces y el medio en el que habitan.

10.0 LITERATURA CITADA

- Afamdi, A. 2005. Condition factor of four cichlid species of a Man-made lake in Imo state, Southeastern Nigeria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 5: 43-47.
- Alegria, R. J. y D. M. M. Ferreira. 1970. Edad y crecimiento del Ariacó. *Lutjanus synagris* (linnaeus), en el Nordeste de Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar* 10(1): 65-68.
- Appelget, J. and L. Jr. Smith. 1951. The determination of age and rate of growth from vertebrae of the Channel Catfish, *Ictalurus lacustris punctatus*. *Transactions of the American Fisheries Society* 80 (1): 119-139.
- Barekzi, Y., M. Hawkins and J. Sheets. 2014. "*Ictalurus furcatus*" (On-line), Animal Diversity Web. https://animaldiversity.org/accounts/Ictalurus_furcatus/ Consultado el 23/Feb/2020.
- Cardoza, M. G., R. Estrada, R. F. Alonzo, T. C. Mar y F. Gelwick. 2011. Espectro trófico de *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae) en la presa Lázaro Cárdenas, Indé, Durango, México. *Hidrobiológica* 21 (2): 210-216.
- Centeno, P. V. A y Arriaga-Weis. 2010. Uso y aprovechamiento de fauna silvestre en comunidades del Parque Estatal de La Sierra, Tabasco, México. 33-77 pp. En: editores (Ed.). Uso y Manejo de la fauna silvestre en el norte de Mesoamérica Xalapa, Veracruz, México. Editorial Secretaria de Educación de Veracruz.
- Cifuentes, R., J. González, G. Montoya, A. Jara, N. Ortiz, P. Piedra, y E. Habit. 2012. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)* 76 (1): 86-100.
- Contreras-Balderas, S. 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions, en R. Claudi y J.H. Leach (eds.), Nonindigenous freshwater organisms: Vectors, biology, and impact. 31-52
- Contreras-MacBeath T. 2016. PARTE 5 Especies en riesgo de extinción. *Ictalurus balsanus* (Jordan y Snyder 1899) Bagre del Balsas, Balsas catfish. En: Los peces dulceacuícolas de México en peligro de extinción. G. Ceballos, E. Díaz-Pardo, L. Martínez E. y H. Espinoza P. (coordinadores). Ediciones Científicas Universitarias. Fondo de Cultura Económica 202-204pp. ISBN: 978-607-16-4087-

- De Graaf, G., D. Bartley, J. Jorgensen, and G. Marmulla. 2015. The scale of inland fisheries, can we do better? Alternative approaches for assessment. *Fisheries Management and Ecology* 22(1):64-70.
- Díaz-Rojas. A., y Díaz-Pardo E. 1991. Biología reproductiva del bagre del Balsas *Istlarinus balsanus* (Pisces: Ictaluridae), del río Amacuzac, Morelos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México*. 34:173-189.
- Domínguez-García. E. 2015. Evaluación de la explotación pesquera de los bagres *I. balsanus* e *I. punctatus* y propuesta de manejo en la comunidad de Xicatlacotla, Tlaquiltenango, Morelos. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 45pp.
- FAO, 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. 250pp. En <http://www.fao.org/3/I9540ES/i9540es.pdf> (consultado 15/09/18).
- Fernández, D., D. Bruno and F.M. Llompart. 2018. Length–weight relationship of six notothenioid species from sub-Antarctic waters (Beagle Channel, Argentina) *Journal Applied Ichthyology* 1:1-3.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations *Journal Applied Ichthyology* 22: 241-253.
- Froese, R. and D. Pauly. 2016. FishBase. World Wide Web. Publicación electrónica www.fishbase.org, version (05/2020)
- Fujinami, Y., Y. Semba, S. Ohshimo and S. Tnaka 2017. Development of an alternative ageing technique for blue shark (*Prionace glauca*) using the vertebra. *Journal Applied Ichthyology* 34:590–600.
- Girgin, H. and N. Basusta. 2016. Testing staining techniques to determine age and growth of *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758) captured in Iskenderun Bay, northeastern Mediterranean. *Journal Applied Ichthyology* 32: 595–601.
- Gómez, M. J. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. Universidad Nacional Autónoma de México 89 pp.
- Gómez, M. J., S. Cervantes, U. Salgado, M. Peña, P. Alejo, S. Guzmán, L. Mendoza y R. Machuca. 2016. Temas selectos de biología pesquera. Universidad Nacional Autónoma de México 338 pp.

- González, P. y C. Oyarzún. 2002. Variabilidad de índices biológicos en *Pinguipes chilensis* valenciennes 1833 (perciformes, pinguipedidae): ¿Están realmente correlacionados?. *Gayana (Concepción)* 66(2): 249-253.
- Granados, R. J. G., F. J. L. Arredeondo and P. J. T. Ponce. 2002. Growth and production of the balsas catfish, *Ictalurus balsanus*, Jordan and Snyder, 1899 (Pisces: Ictaluridae) in earthen ponds. *Journal of Aquaculture in the Tropics* 17(2): 127-134.
- Hart, P. J. and Reynolds J. D. 2004. Handbook of fish biology and fisheries Volume 2. United Kingdom. Blackwell Publishing company 426 pp.
- Hogber, G. N. P., M. J. Hamel and M. A. Pegg. 2016. Age-0 channel catfish *Ictalurus punctatus* growth related to environmental conditions in the channelized Missouri river, Nebraska. *River Research and Applications* 32: 744–752.
- Holland, R. S. and E. J. 1992. Age and Growth of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) in the Lower Platte River, Nebraska. *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences and Affiliated Societies* 19: 33-42.
- Jenkins, R. D. 1956. Growth of blue catfish (*Ictalurus furcatus*) in lake texoma. *The Southwestern Naturalist* 1(4):166-173.
- Jenkins, J. A. 2004. Fish bioindicators of ecosystem condition at the Calcasieu Estuary, Louisiana. USGS 1323. 47 p.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.231.3175&rep=rep1&type=pdf>
- Kato, M. E., y G. M. E. Romo. 1981. Algunos aspectos de la biología del bagre *Istlarinus balsanus* (Jordan y Snyder, 1899) en el río Amacuzac, Morelos. Tesis profesional Universidad Nacional Autónoma de México 51 pp.
- Kuriakose, S. (s.d). Estimation of length weight relationship in fishes. *Fisbery Resources Assessment Division*. ICAR-Central Marine Fisheries Research Institute. 215-220.
- Lara-Montes J. 1997. Pesquería del bagre del balsas *Ictalurus balsanus* en la subcuenca del río Amacuzac (Morelos), cuenca del río balsas. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos 42pp.

- Lira, S. C. 2002. Ingenio Morelense contamina el río Apatlaco. *La jornada*. México, D.F. Número 6355. Recuperado <https://www.jornada.com.mx/2002/05/09/061n1soc.php?printver=0> (consultado 14/09/18).
- Lizama, M. and A. M. Ambrósio 2002. Condition factor in nine species of fish of the characidae family in the upper Panama river floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62(1): 113-124.
- Lucifora, L. O., J. L. Valero and B. V. García. 1999. Length at maturity of the greeneye spurdog shark, *Squalus mitsukurii* (Elasmobranchii : Squalidae), from the SW Atlantic, with comparisons with other regions. *Marine and Freshwater Research* 50: 629-632.
- Lyons, T.J., L. Máiz-Tomé, M. Tognelli, A. Daniels, C. Meredith, R. Bullock and I. Harrison (eds.), Contreras-MacBeath T., D.A. Hendrickson, J. Arroyave, N. Mercado-Silva, M. Köck, O. D. Domínguez, A. Valdés-González, H. Espinosa-Pérez, M. A. Gómez-Balandra, W. Mtamoros, J. J. Schmitter-Soto, E. Soto-Galera, J. M. Rivas-González, M. E. Vega-Cendejas, C. P. Ornelas-García, S. Norris and H. O. Mejía Guerrero. 2020. The status and distribution of freshwater fishes in Mexico. Cambridge, UK and Albuquerque, New Mexico, USA: IUCN and ABQ BioPark.
- Mejía, M. H., M. E. Paredes y R. Beltrán. 2013. Primer registro y establecimiento del bagre de canal *Ictalurus punctatus* (Siluriformes: Ictaluridae) en un tributario del río Balsas, México. *Hidrobiológica* 23(3): 456-459.
- Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2009. Peces dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ed 1ª. Cap: 6 Pp. 177-783.
- Morales, N. B. 1991. Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 322. Roma, FAO. 58 pp
- Natanson, L., J. A. Sulikowski, J. R. Kneebone and P. C. Tsang. 2007. Age and growth estimates for the smooth skate, *Malacoraja senta*, in the Gulf of Maine. *Environmental Biology of Fishes* 80: 187-201.

- Ocampo-Cervantes J.A. 2008. Factores endógenos asociados al crecimiento del oocito y desove de *Sardinops sagax* (Jenyns, 1842) (Teleostei: Clupeidae). *Instituto Politécnico Nacional* 145 pp.
- Pacheco, O. 2002. Habrá sanción por el derrame de melaza para el ingenio de Zacatepec. *El Sur*. Recuperado <http://suracapulco.mx/impreso/2/fuerte-la-contaminacion-del-amacuzac-dice-el-alcalde-de-atenango-dek-rio/> (consultado 14/09/18).
- Paredes-Lira. M. E. 2013. Aspectos socioeconómicos de la pesquería del bagre *Ictalurus balsanus* en el río Amacuzac, Morelos. Tesis profesional. Universidad Autónoma del Estado de Morelos 97 pp.
- Peixoto, U.I, E. M. Mesquita, F. A. Mello and V. J. Isaac. 2018. The weight-length relationship of fish species found in the tidal creeks of the Amazon estuary, northern Brazil. *Journal Applied Ichthyology* 34:1183–1185.
- Peng, Z., G. Lin, J. Liu, Z. W. Shi, D. Shoa, L. Pan and X. Shi. 2018. Length–weight relationships of three fish species from central China *Journal Applied Ichthyology* 1-3.
- Royce, W. F. 1972. Introduction to the fishery sciences. Academic press, Inc. Elsevier 351 pp.
- Rypel, L. A. 2011. Meta-Analysis of Growth for Five North American Catfishes: Effects of Climate, Hydrologic Habitat, and Latitudinal Countergradients *American Fisheries Society* 77:661–677.
- SEPESCA. 1981. Inventario actualizado de los cuerpos de agua del estado de Morelos. Informe Interno. Morelos, México.
- Schoonover, D. 2004. "*Ictalurus punctatus*" (On-line), Animal Diversity Web. https://animaldiversity.org/accounts/Ictalurus_punctatus/ Consultado el 24 de Feb/2020.
- Seijo, J. C., O. Defeo y S. Salas. 1997. Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO Documento técnico de pesca. Roma, FAO No 3:176.
- Soler, A. F., F. J. Paterna, C. D. Fernandez y M. Torralba. 2003. Age and growth of the sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in the Mar Menor Coastal lagoon (SE Iberian Peninsula). *Journal Applied Ichthyology* 19: 1-7.

- Turker, D., k. Zengin and T. O. 2019. Length-weight relationships for nine Chondrichthyes fish species from Edremit Bay (North Aegean Sea). *Fisheries and Aquatic Sciences* 19(1): 71-79.
- Valbo-Jorgensen, J., D. Soto y A. Gumy. 2008. La pesca continental en América Latina: su contribución económica y social e instrumentos normativos asociados. COPESCAL Documento Ocasional. Roma, FAO.11:28.
- Walsh, Matthew R., B. S. Munch, S. S. Chibal and O. D. Conover. 2006. Maladaptive changes in multiple traits caused by fishing: impediments to population recovery. *Ecology Letters* 9: 142–148.
- Wayne, A. H. 1999. Standards for Assessment of Age and Growth Data for Channel Catfish, *Journal of Freshwater Ecology* 14(3): 313-326.
- Wootton, R. J. 1998. Ecology of Teleost fishes. 2ed. Kluwer Academic Publisher. 386p.

Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: “**RELACIÓN LONGITUD- EDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN DE *Ictalurus balsanus* (Jordan & Snyder, 1899), PARA EL DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN PESQUERA EN LA LOCALIDAD DE XICATLACOTLA, MORELOS**”, que presenta la alumna **NORMA JANET GONZÁLEZ MONTES DE OCA**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Einar Topiltzin Contreras MacBeath
Catedrático de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

EINAR TOPILTZIN CONTRERAS MAC BEATH | Fecha:2020-11-19 07:46:36 | Firmante

e++TkZF1gcRar/6kWJe/N9/u1+PDtMA/qGygrtHvnBUpamc6lsCqdewN5R3WV/gVQdEJLCIPbyUbmTSsa82F49rZ3XxRbGV+b6leFersVbWW9uuv+XSsH6J7yfcMBr7m65Cb3Htw7mw5boC3SbvqO4CQEKf6ixLfG00+1icgBKbXFA+fICCImgQy9t9EtNTzao/4GciHdVz1V335Eq3Yqkjh2LblyKZOeFC+2oOAFuZVRWJVAg0l6l9IYRn5A1FZmsAlFjvP72NYgDBX8bGJwZcYg9D55lo6PTu/BU3zMCML1Dw5hhV7jfEC4NqJAuLT2DbCj2qhoOL7RA2b/bSNw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



BvQhSW

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/5fUu5FYBpuZGPVaNyFoDfxDMx0bzx6Ut>



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: “**RELACIÓN LONGITUD- EDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN DE *Ictalurus balsanus* (Jordan & Snyder, 1899), PARA EL DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN PESQUERA EN LA LOCALIDAD DE XICATLACOTLA, MORELOS**”, que presenta la alumna **NORMA JANET GONZÁLEZ MONTES DE OCA**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Norman Mercado Silva
Catedrático de la UAEM



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

NORMAN MERCADO SILVA | Fecha:2020-11-19 13:03:15 | Firmante

RhAIsCQDqULdCbnd7GlehFzLladZebNm4fGxhnWDKO3UWbU+kt/SPXc+ilfufsMnCsI/6NDtl0dFWDdKromviUeQCxNWOLQzcU+CZZoNktubSbs/JfM6mr0nteeJbLmG714AvuB
U/a5WDZK9VIf9gS7ii21lo8OL9FDU67yQTP18Wfq7CAR/Rh1A00/sP6D0ajwMnaSsaRPFztEjI9F1B7q30/f92oaniNQNa71Oh1dJnIFssIQ7Ljkmq3SBCdxz14EZpUPUGyjCaoEGL
WhYQIAzOmtSYZeWgvY9+gF4KAIX3/n3zsgSNlzCr3KXG1E1G9bsONTxL1hMwf9ftIyjQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



eq3R5T

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ti5QPulQOcCbtesJ8KGEajUmnrYqinog>



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: “**RELACIÓN LONGITUD- EDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN DE *Ictalurus balsanus* (Jordan & Snyder, 1899), PARA EL DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN PESQUERA EN LA LOCALIDAD DE XICATLACOTLA, MORELOS**”, que presenta la alumna **NORMA JANET GONZÁLEZ MONTES DE OCA**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Humberto Mejía Mojica
Catedrático de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

HUMBERTO MEJIA MOJICA | Fecha:2020-11-17 21:43:06 | Firmante

PvSgXwgcjxXTmlz9z5oBfY78cPpvjGrF9a4I04JvRuZ3wHnV6XII4Ny+GcxNwlkN8/H0bFwQ5tbf/tGr6wQvim9/O16q3eYIsOQZiq8wZ8arksaxXpF7D17TXwnzl7XrQF0b6Qsszl8ojHGRSmOliKhbpF16B4CPVosohQ7Do7VrWztgkN5F17If1G147IainJrsgrlsWN5gStV5ojr+/JXc4x44D/FiuapBH1fsFceeBj7KD+ofeJbxe/6IzWZXTgibffOa+8j5nbOmlj77AVp8EBE5o66+Dxicj4FvjTlwb4aZmgz20LQFnS1WvOzQ71HanYxM4XqJn9QAQ1+qAA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



N4mX7n

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/sRttWEwtnZwKdP5W3135wyTMCv1xsXtj>





Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: **“RELACIÓN LONGITUD- EDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN DE *Ictalurus balsanus* (Jordan & Snyder, 1899), PARA EL DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN PESQUERA EN LA LOCALIDAD DE XICATLACOTLA, MORELOS”**, que presenta la alumna **NORMA JANET GONZÁLEZ MONTES DE OCA**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dr. Fernando Varela Hernández
Catedrático de la UAEM



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

FERNANDO VARELA HERNANDEZ | Fecha:2020-11-19 21:59:19 | Firmante

P5n+2GpBRMhdHu88kWE+cLrOffdMkrEY6tVaulmJNYulggh0zh7dTzdTfFo+/qaCJz95+F7PpyjGVBU2Ni5FsV/gOoSjDXSxfJY6+kalsoOP2FOsz9G+Inr4He9eDAfxsd1kdniGTR
SKQdit7h6kbPTM2FXfXoTkLV/Cw3lNKk2dpreTO1wHX7Ku/bactcPnuB1Ru3fl2TNvcDLempzEt1oFC88GiTmoZPK3tgPrF7aXXrTkyhjF4Mv1v0HZmc3c4BKac8ar4GJI6Q98V5/Kkh
ngEzT0SetC6t5PX3Gz2l1yMk4emMI4t2MeulQ4fKW8h9Vct9Om4mXSMHucaloEw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[Thz5s4](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Ej3wdPDFWmid0cblzTm4nA6fpoBXyufv>



Cuernavaca, Mor., a 06 de noviembre del 2020

DR. RUBÉN CASTRO FRANCO
COORDINADOR DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

Por este medio informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis intitulado: “**RELACIÓN LONGITUD- EDAD Y FACTOR DE CONDICIÓN DE *Ictalurus balsanus* (Jordan & Snyder, 1899), PARA EL DISEÑO DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN PESQUERA EN LA LOCALIDAD DE XICATLACOTLA, MORELOS**”, que presenta la alumna **NORMA JANET GONZÁLEZ MONTES DE OCA**, mismo que constituye un requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES; lo encuentro satisfactorio por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

Dra. Rosa Gabriela Beltrán López
Catedrática de posgrado del
Centro de Investigaciones Biológicas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

ROSA GABRIELA BELTRAN LOPEZ | Fecha:2020-11-18 00:29:03 | Firmante

kkdKWwWAwD1ZKghavPD+IxQMUI2mlOpZXLrZnhr7NvlDis9dDtlf0bf33yMdeXnulZEiCDIK7XYAAZokBMTRF3ES0ybq6lhrRBLkr8F6i0+ZJXFfDdr266NTH904Bnumg8fwqVAXYLJRAydtfD76sJ8tf/IGTdnplw9pg4tJ9ePju8nj5tgn9ELGGP5HwgM/JEoFPn9waTZ45zWectUCBdOGcLF2bnDsZAM6cdWRsbdFRS0xf6jN1DZfHqwdJiMEfCQm4lhbRMpl2JeMgB85i0FKp7rvnftsXzWHy900OivA03X5BANXG2aak1OKfTT8qFZOuU78ir3WjExxcQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[jX18wl](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/icUcwLwNk73C33dnVGrltc8B8jgDIZLi>

