



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Unidad Académica Mazatlán

Universidad Nacional Autónoma de México



CRECIMIENTO Y REPRODUCCIÓN DE LOS BAGRES MARINOS
***Arius platypogon* (Günther, 1864) y *Bagre panamensis* (Gill, 1863)**
(PISCES: ARIIDAE) EN EL SUR DE SINALOA, MÉXICO

T E S I S

Que para obtener el grado académico de
Maestro en Ciencias
(Biología Marina)

P R E S E N T A :

Biól. Pesq. Víctor Manuel Muro Torres

DIRECTOR DE TESIS: *Dr. Felipe Amezcua Martínez*

COMITÉ TUTORAL:

Dr. Felipe Galván Magaña

Dr. Mauricio Ramírez Rodríguez

Dra. Elaine Espino Barr

Dra. Maria Eugenia Vega

Asesora externa: Dra. Yanira Green Ruíz

Mazatlán, Sinaloa junio de 2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Felipe Amezcua Martínez, por su apoyo académico, comentarios y asesorías durante la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y al personal que labora en el instituto de Ciencias del Mar, Unidad Mazatlán, por toda la ayuda que me brindaron desde mi llegada a ésta institución, gracias por tanta amabilidad y aprecio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Dirección General de Estudios de Posgrado, por el apoyo económico brindado durante mis estudios de maestría.

A mis tutores Elaine Espino Barr, Maria Eugenia Vega, Yanira Green Ruíz, Mauricio Ramirez, Felipe Gálvan por sus asesorías, comentarios y observaciones en la realización de este trabajo.

A los miembros del centro de cómputo al Mat. Germán Ramírez Reséndiz, al Lic. Carlos Suárez Gutiérrez y a la Lic. Herlinda Rojas por su asesoría y apoyo en cuestiones computacionales.

A mis maestros, Dr. Carlos Green, Dr. Federico Páez, Dr. Michel Hendrickx, Dr. Jeovani Montaña, Ing. Alberto Castro del Río, Carolina Ruíz, Guillermo Fernández y Dr. Felipe Amezcua Dra. Carolina Ruíz, gracias por sus enseñanzas, tiempo y dedicación.

Gracias a Margarita Cordero por su amabilidad y asesorías a lo largo de mi estancia en el instituto.

A María Clara Ramírez por las facilidades otorgadas para el uso del acervo bibliotecario.

Al M en C. José Alberto Rodríguez Preciado por el apoyo ofrecido en el escrito final.

A mis compañeros de la maestría, gracias por dejarme conocerlos y disfrutar de su agradable compañía.

A mis compañeros de laboratorio y amigos: Payan, Ángela, Claudia, Nayealy, Viviana, Raúl, Yedit, Diego gracias por todos los momentos agradables. A mi amiga compañera Adriana por toda la ayuda y apoyo brindado en este tiempo.

A los amigos de la universidad Carlos, Jorge, María, Joel, Roberto y Nivardi.

A todos aquellos que de momento escapan de mi memoria que de alguna u otra forma contribuyeron con la realización de este trabajo.



DEDICATORIA:

Son muchas las personas especiales a las que me gustaría dedicar y agradecer su cariño, amistad, apoyo y compañía en las diversas etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en el corazón. Sin importar donde se encuentren o si alguna vez llegan a leer estas letras quiero darles las gracias por formar parte de mi existencia, por todas las enseñanzas que me han brindado y todas sus bendiciones.

A mis padres y hermanas por su amor, cariño, comprensión y apoyo incondicional.

A mis padres quienes me han heredado el tesoro mas valioso que puede dársele a un hijo, amor. Quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida, que me han formado y educado. A quienes la ilusión de su existencia ha sido verme convertido en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar con las riquezas más grandes de mundo.
A mis hermanas quienes han sido las mejores compañeras y amigas en todas las etapas de mi vida, gracias.

A ti mi princesa:

...por tu amor

...por tu amistad en esos momentos difíciles

...por tu cariño para aliviar mis tristezas

...por mostrarme la razón cuando era presa de mi coraje

...por brindarme un abrazo cuando me faltaba el aliento

...por hacer posible mis ilusiones

...por regalarme la mayor bendición de todas...

Por eso y tantas otras cosas más.

Gracias Arcelia



CONTENIDO

| | |
|---|------|
| AGRADECIMIENTOS..... | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| CONTENIDO..... | iii |
| INDICE DE FIGURAS..... | iv |
| INDICE DE TABLAS..... | v |
| RESUMEN..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| GLOSARIO..... | viii |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. ANTECEDENTES..... | 2 |
| 2.1 Diagnósis de la familia Ariidae (Bagres marinos)..... | 6 |
| 3. JUSTIFICACIÓN..... | 9 |
| 4. OBJETIVOS..... | 9 |
| 5. ÁREA DE ESTUDIO..... | 10 |
| 6. MATERIAL Y METODOS..... | 12 |
| 6.1 MUESTREOS..... | 12 |
| 6.2 MEDICIONES BIOMÉTRICAS..... | 13 |
| 6.3 RELACIÓN LONGITUD-PESO..... | 13 |
| 6.4 EDAD Y CRECIMIENTO..... | 15 |
| 6.5 REPRODUCCIÓN..... | 18 |
| 6.5.1 Estadios gonadales..... | 18 |
| 6.5.2 Índices biológicos..... | 20 |
| 6.5.2.1 Índice gonadosomático..... | 20 |
| 6.5.2.2 Índice hepatosomático..... | 20 |
| 6.5.3 Longitud a la madurez sexual..... | 21 |
| 6.5.4 Fecundidad..... | 21 |
| 6.5.5 Proporción hembras:machos..... | 21 |



| | |
|--------------------------------------|----|
| 6. RESULTADOS..... | 26 |
| 6.1 Estructura de tallas..... | 26 |
| 6.2 Capturas..... | 28 |
| 6.3 Relación longitud-peso..... | 29 |
| 6.4 Factor de condición..... | 32 |
| 6.5 Edad y crecimiento..... | 34 |
| 6.6 Reproducción..... | 40 |
| 6.6.1 Estadios gonadales..... | 40 |
| 6.6.2 Índices biológicos..... | 42 |
| 6.6.3.Talla de primera madurez..... | 45 |
| 6.6.4 Fecundidad..... | 47 |
| 6.6.5 Proporción hembra: machos..... | 49 |
| 7. DISCUSIONES..... | 56 |
| 8. CONCLUSIONES..... | 62 |
| 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 63 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.- <i>Arius platypogon</i> (Günther, 1964)..... | 8 |
| Figura 2.- <i>Bagre panamensis</i> (Gill, 1963)..... | 8 |
| Figura 3. Mapa de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México..... | 12 |
| Figura 4.-Distribución de frecuencias de tallas del total de <i>Arius platypogon</i> capturados durante los muestreos..... | 27 |
| Figura 5.-Distribución de frecuencias de tallas del total de <i>Bagre panamensis</i> capturados durante los muestreos..... | 28 |
| Figura 6.- Variación en la frecuencia de organismos y de la biomasa en el periodo de estudio, comprendido de abril del 2009 a marzo del 2010 para la especie <i>Arius platypogon</i> | 29 |
| Figura 7.- Variación en la frecuencia de organismos y de la biomasa en el periodo de estudio, comprendido de abril del 2009 a marzo del 2010 para la especie <i>Bagre panamensis</i> | 30 |
| Figura 8.- Relación longitud-peso de la especie <i>Arius platypogon</i> | 31 |
| Figura 9.- Relación longitud-peso de la especie <i>Bagre panamensis</i> | 32 |
| Figura 10.- Factor de condición para le especie <i>Arius platypogon</i> | 33 |
| Figura 11.- Factor de condición para le especie <i>Bagre panamensis</i> | 33 |
| Figura 12.-Fotografía de un otolito mostrando las marcas de crecimiento..... | 34 |



| | |
|--|----|
| Figura 13.- Fotografías de un corte transversal de otolito de un organismo de un año de edad..... | 35 |
| Figura 14.- Modelo de crecimiento de von Bertalanffy en longitud general para <i>Arius platypogon</i> | 36 |
| Figura 15.- Modelo de crecimiento de von Bertalanffy en peso general para <i>Arius platypogon</i> | 36 |
| Figura 17.- Modelo de crecimiento de von Bertalanffy en longitud general para <i>Bagre panamensis</i> | 37 |
| Figura 17.- Modelo de crecimiento de von Bertalanffy en peso general para <i>Bagre panamensis</i> | 38 |
| Figura 18.-Representación grafica de las longitudes mensuales con los diferentes grupos de edad para <i>Arius platypogon</i> | 39 |
| Figura 19.-Representación gráfica de las longitudes mensuales con los diferentes grupos de edad para <i>Bagre panamensis</i> | 39 |
| Figura 20. .- Relación de la tasa de crecimiento (k) y Longitud infinita (L_{∞}) para 13 diferentes especies de la familia Ariidae..... | 40 |
| Figura 21.- Porcentajes de estadios de hembras de <i>Arius platypogon</i> por cada estación climática..... | 41 |
| Figura 22.- Porcentajes de estadios de hembras de <i>Bagre panamensis</i> por cada estación..... | 42 |



| | |
|---|----|
| Figura 23.- Índice gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) y desviación estándar para la especie <i>Arius platypogon</i> en comparación con la temperatura..... | 43 |
| Figura 24.- Índice gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) y desviación estándar para la especie <i>Bagre panamensis</i> en comparación con la temperatura..... | 44 |
| Figura 25.- a) gónadas; b) ovocitos de dos diferentes tamaños; c) alevines en la cavidad bucal de los machos..... | 45 |
| Figura 26.-Longitud de madurez sexual (L_{50}) para <i>Arius platypogon</i> | 46 |
| Figura 27.-Longitud de madurez sexual (L_{50}) para <i>Bagre panamensis</i> | 47 |
| Figura 28.-Relación de la fecundidad con respecto a la longitud total de <i>Arius platypogon</i> | 48 |
| Figura 29.-Relación de la fecundidad con respecto a la longitud total de <i>Bagre panamensis</i> | 49 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.-Parámetros de crecimiento para 11 especies de bagres de la familia Ariidae..... | 4 |
| Tabla 2.-Descripción y clasificación de los estadios de las gónadas para bagres marinos (Vazzoler, 1996) modificada para <i>Arius platypogon</i> y <i>Bagre panamensis</i> .. | 19 |
| Tabla 3. Parámetros de crecimientos de modelo de von Bertalanffy por sexos para las dos especies..... | 30 |
| Tabla 4.-Datos de fecundidad para ambas especies..... | 41 |
| Tabla 5.- Datos generales y proporción de sexos por época del año para <i>Arius platypogon</i> | 43 |
| Tabla 6.- Datos generales y proporción de sexos por época del año para <i>Bagre panamensis</i> | 44 |



RESUMEN

Este trabajo constituye una de las primeras aportaciones al conocimiento del crecimiento y reproducción de los bagres marinos *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* en el sur de Sinaloa. Se estimaron la edad, crecimiento y reproducción. Se realizaron muestreos mensuales de agosto del 2008 hasta mayo del 2010 utilizando una red agallera. Se obtuvieron un total de 849 organismos, de los cuales 372 fueron de la especie *A. platypogon* y 477 *B. panamensis*. La relación longitud-peso obtenida para *A. platypogon* fue $PT = 0.0041LT^{3.2383}$ y $0.0029LT^{3.245}$ para *B. panamensis*, el tipo de crecimiento para ambas especies fue alométrico positivo, sin diferencias significativas entre hembras y machos. La edad fue estimada a partir de marcas de crecimiento observadas en los otolitos. Se identificaron 8 grupos de edad con una periodicidad anual para las dos especies. El modelo de crecimiento de von Bertalanffy fue: $LT=57.27(1-e^{-0.2553(t-0.4603)})$ y $PT=1824.12(1-e^{-0.2553(t-0.4603)})^{3.2383}$ para *A. platypogon* y $LT=55.25(1-e^{-0.2372(t-0.3664)})$ y $PT=1659.67(1-e^{-0.2372(t-0.3664)})^{3.245}$ para *B. panamensis*. Se encontró una relación inversa en el índice gonadosomático (IG) y hepatosomático (IHS) para ambas especies, siendo IG mayor durante la primavera y coincide con las hembras maduras encontradas durante esta estación del año y en verano se encontraron alevines en la cavidad bucal en los machos, lo cual indica que el periodo reproductivo de ambas especies se da en primavera-verano. La proporción hembra:macho para *A. platypogon* fue 1:1 y para *B. panamensis* 1.2:1. La longitud a la madurez sexual (L_{50}) obtenida fue de 35.04 cm para *A. platypogon* y 35.03 cm para *B. panamensis* que corresponden a organismos de 3.3 y 3.8 años de edad respectivamente. La fecundidad para *A. platypogon* fue de 35.54 ovocitos por gónada, a partir de la cual se obtuvo la relación $F=0.133(LT)+32.2$; para *B. panamensis* la fecundidad promedio fue de 36.44 ovocitos y la talla-fecundidad obtenida fue: $F=0.68(LT)+9.19$.



ABSTRACT

This study is one of the first contributions to understand the growth and reproduction of the marine catfish *Arius platypogon* and *Bagre panamensis* in southern of Sinaloa. Were estimated the age, growth and reproduction. Samples were taken monthly from August 2008 to May 2010 using a gillnet, was collected 849 individual data, 372 were of the species *A. platypogon* and 477 of *B. panamensis*. The length-weight relationship obtained for *A. platypogon* was $PT = 0.0041LT^{3.2383}$ and $0.0029LT^{3.245}$, to *B. panamensis*, the rate of growth for both species was positive allometric, Were no significant differences between males and females. The age was estimated from observed growth marks in the otoliths. Identified 8 groups of age with an annual for the two species. The growth model of von Bertalanffy was: $LT = 57.27 (1 - e^{-0.2553 (t - 0.4603)})^{3.2383}$ for *A. platypogon* and $LT = 55.25 (1 - e^{-0.2372 (t - 0.3664)})^{3.245}$ for *B. panamensis*. Was found an inverse relationship in the gonadosomatic index (GI) and hepatosomatic index (HSI) for both species, where the GI greatest during the spring and coincides with mature females found during this season and in summer fingerlings were found in the oral cavity males, suggesting that the reproductive period of both species occurs during spring and summer. The female: male ratio for *A. platypogon* was 1:1 and *B. panamensis* 1.2:1. The length at sexual maturity (L_{50}) obtained was 35.04 cm for *A. platypogon* and 35.03 cm for *B. panamensis* individual corresponding to 3.3 and 3.8 years respectively. Fecundity for *A. platypogon* was 35.54 ovocytes per gonad, from which was obtained the relation $F = 0.133 (LT) + 32.2$; to *B. panamensis* average fecundity was 36.44 ovocytes and size-fecundity was obtained: $F = 00.68 (LT) + 9.19$.



GLOSARIO

Otolitos: Son estructuras policristalinas que forman parte del sistema laberíntico de los Teleósteos, y actúan como reguladores de equilibrio. La mayoría de las especies poseen tres pares: *lapillos*, *arteriscus* y *sagitta*, el último es el más empleado para la determinación de la edad. Están compuestos por cristales de carbonato de calcio (aragonita) y una matriz orgánica.

Crecimiento isométrico: crecimiento individual en donde las proporciones geométricas del cuerpo (largo, alto y ancho) no cambian.

Crecimiento alométrico: se refiere al cambio de proporción de varias partes del cuerpo de un organismo como consecuencia del desarrollo.

Estrategas K: Son especies que tienen el potencial biótico bajo, su tasa de natalidad es baja, tienen pocas crías pero bien cuidadas, su tasa de mortalidad es baja, su población no fluctúa mucho en torno al valor K (es el máximo número de individuos de una población que se puede mantener en determinadas condiciones ambientales) si no por debajo de éste, asegurando a los individuos más recursos de los que llegan a consumir. Son especies de ambientes estables, de ecosistemas de madurez ecológica, de gran tamaño, de vida media larga y edad reproductiva tardía.

Índice gonadosomático: se refiere al porcentaje que representa el peso de las gónadas con referencia al total del cuerpo, permite determinar el estado de maduración de las gónadas y el periodo de desove de la población durante el periodo reproductivo.

Índice hepatosomático: Es la variación en el peso del hígado relacionado con el peso del pez, refleja procesos de almacenamiento y transferencia de proteínas y lípidos asociados con el esfuerzo reproductivo.



1.-INTRODUCCIÓN

El orden Siluriformes incluye 37 familias de bagres que se distribuyen ampliamente en aguas dulces, salobres y marinas (Sullivan *et al.*, 2006). Sólo dos familias son predominantemente marinas: la Plotosidae y la Ariidae. La familia Ariidae o bagres de mar, se compone por 20 géneros que incluye 153 especies que habitan en clima templado a cálido-tropical en plataformas continentales de todo el mundo. En el Pacífico mexicano se han registrado 13 especies y en el golfo de México existen tres especies (Froese y Pauly, 2005). Esta familia es una de las más importantes en cuanto a número de especies y biomasa en la zona costera y estuarina del Pacífico mexicano, lo que la hace un importante recurso pesquero en la región, ya que, además de su abundancia, alcanzan tallas considerables (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1976, 1980; Amezcua, 1977; Lara *et al.*, 1986).

Las especies del Pacífico centro-oriental varían en longitud desde menos de 28 cm hasta más de 90 cm. Su dieta alimentaria varía desde omnívora a muy especializada; los ejemplares de gran talla a menudo consumen exclusivamente grandes crustáceos y teleósteos. Los bagres tienen un modo de reproducción muy especial: las hembras depositan un reducido número de grandes huevos (hasta 2 cm de diámetro) que, después de la fecundación, son incubados por el macho dentro de la cavidad bucal hasta el momento de la eclosión y reabsorción del saco vitelino.

Para el caso particular de las especies de bagres *Arius platypogon* y *Bagre panamensis*, su abundancia justifica económicamente su captura con diversos métodos de pesca practicados en las comunidades pesqueras mexicanas (Fischer *et al.*, 1995). Estas especies son capturadas en forma abundante durante casi todo el año, particularmente en la región costera del estado de Sinaloa (Amezcua, 1996) y se comercializan en fresco, ahumado o en escabeche (Fischer *et al.*, 1995).

Como los bagres no tienen la importancia que tienen otras especies de peces, se les ha dado poca prioridad de estudio. Sin embargo, es importante



realizar estudios sobre sus parámetros poblacionales de crecimiento y reproducción, para entender cómo cambia la estructura de las poblaciones con respecto al tiempo y a la explotación. La mayoría de los estudios de especies no objetivo han sido basados en las tendencias de las abundancias de las diferentes especies (Jennings y Kaiser, 1998) y no existen estudios sobre el comportamiento de sus parámetros de crecimiento y reproducción de manera individual, ya que cada población tiene un comportamiento particular frente a las condiciones del medio en que vive y frente a la presión de la pesca. En este contexto y ante el escaso conocimiento sobre los parámetros biológicos de *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* en esta zona, se realiza el presente estudio, el cual a su vez puede servir para generar información que conduzca a su explotación y manejo sustentable.



2.-ANTECEDENTES

El conocimiento sobre los bagres marinos en la zona costera de México es de particular relevancia. Algunos trabajos indican que los bagres están entre los peces con mayor éxito biológico en la zona costera tropical ya que sus adaptaciones morfológicas están optimizadas para sobrevivir en diversos ambientes y funcionalmente tienen un comportamiento reproductivo, alimentario y patrones de migración altamente vinculados a los procesos físicos y heterogeneidad de ambientes. Entre sus adaptaciones se encuentran sus estrategias biológicas que minimizan la competencia y por lo tanto dominan en sus respectivos hábitats (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1976, 1980; Amezcua, 1972,1977; Lara y Yáñez-Arancibia 1988).

González (1972) realizó uno de los primeros estudios sobre aspectos biológicos y de distribución de algunas especies de la familia Ariidae en lagunas litorales en el noroeste de México. Sus resultados enfatizan que las especies *Bagre panamensis* y *Arius platypogon* sólo se capturaron en zonas con gran influencia por las mareas, lo que sugiere que estas especies sean de hábitos marinos y que la salinidad sea probablemente el factor limitante para su distribución, dado que no se registran ejemplares en las zonas estuarinas. También consideran a las especies *Bagre panamensis*, *Arius platypogon*, *Galeichthys gilberti*, *Neptuma kessleri*, *Galeichthys coeruleus* y *Arius liporus*, con características biológicas similares, principalmente por el tipo de alimentación, no obstante se distribuyan en diferentes áreas geográficas.

Algunos estudios poblacionales para especies de esta familia como los de Yáñez Arancibia y Leyton (1977) muestran que el crecimiento es muy rápido hasta los 200 mm de longitud total aproximadamente, pero sin incremento en peso pronunciado. Posteriormente el crecimiento en longitud crece más lentamente, en tanto que el aumento en peso es mayor.



Gómez y Araujo (2004) realizaron un estudio de la biología reproductiva de dos especies de bagres marinos en la bahía de Sepetiba en Brazil (*Sciadeichthys luniscutis* y *Genidens genidens*) y encontraron, en base a cambios en el índice gonadosomático (IGS) y en las etapas de desarrollo gonádico, que *S. luniscutis* desova en primavera, mientras que *G. genidens* en verano, ambos con una fecundidad baja (14-38 ovocitos para *S. luniscutis* y 6-24 de *G. genidens*), en comparación con otros teleósteos. Mencionan que la baja fecundidad y la separación en los tiempos de periodo de desove sugieren que ambas especies son estrategias “k” (especies de crecimiento lento, edad reproductiva tardía, reproducción cíclica, alcanzan tallas grandes, de gran capacidad competitiva y de poca descendencia con cuidado de la prole) y evitan la competencia interespecífica en las primeras etapas de su ciclo de vida para optimizar el uso de los nichos disponibles.

Velasco y Oddone (2004) estimaron los parámetros de crecimiento y los índices de crecimiento para algunas poblaciones de bagres marinos (Actinopterygii, Siluriformes, Ariidae) en Asia, África y América. Compararon 13 poblaciones de 11 especies con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (concretamente K y L_{∞}) y encontraron que en general estos bagres alcanzan grandes tamaños y crecen lentamente (Tabla 1).



Tabla 1.-Parámetros de crecimiento para trece especies de bagres de la familia Ariidae en diferentes regiones del mundo.

| Especies | Región | L_{∞} (cm) | K (año ⁻¹) | t_0 | θ' | Autor |
|-------------------------------------|------------|----------------------|------------------------|-------|-----------|--------------------------------|
| <i>Arius dussumieri</i> | India | 102.7 | 0.17 | -0.50 | 3.254 | Vasudevappa y James (1989) |
| <i>Arius heudelotii</i> | Guinea | 70.0 | 0.14 | -0.39 | 2.842 | Conand <i>et al.</i> (1995) |
| <i>Arius heudelotii</i> | Camerún | 68.5 | 0.15 | - | 2.847 | N'jock (1990) |
| <i>Arius latiscutatus</i> | Guinea | 65.0 | 0.15 | -0.31 | 2.813 | Conand <i>et al.</i> (1995) |
| <i>Arius maculatus</i> | Indonesia | 45.0 | 0.73 | - | 3.170 | Dwiponggo <i>et al.</i> (1986) |
| <i>Arius parkii</i> | Guinea | 61.2 | 0.17 | -0.28 | 2.806 | Conand <i>et al.</i> (1995) |
| <i>Arius spixii</i> | Venezuela | 29.9 | 0.34 | - | 2.487 | Etchevers (1978) |
| <i>Arius tenuispinis</i> | India | 82.0 | 0.21 | -0.18 | 3.150 | Daan (1980) |
| <i>Arius thalassinus</i> | Kuwait | 106.4 | 0.06 | -2.10 | 2.86 | Bawazeer (1987) |
| <i>Arius thalassinus</i> | India | 92.2 | 0.1 | -0.79 | 2.925 | Dmitrenko (1975) |
| <i>Genidens barbatus</i> | Brasil | 118.6 | 0.04 | -1.50 | 2.782 | Velasco <i>et al.</i> (2006) |
| <i>Hexanemichthys guatemalensis</i> | México | 124.8 | 0.07 | -0.38 | 3.040 | Warburton (1978) |
| <i>Notarius troschelii</i> | Costa Rica | 48.0 | 0.20 | - | 2.664 | Stephenson (1980) |

Mendoza y Hernández (2005) analizaron el ciclo reproductivo del bagre bandera (*Bagre marinus*) y su relación con variables ambientales, basados en especímenes colectados al azar provenientes de desembarcos de la flota palangrera artesanal de la Barra de Chiltepec, Tabasco, México. El índice gonadosomático mostró que esta especie tiene un periodo reproductivo anual (mayo-agosto), presenta un desarrollo ovocitario sincrónico en dos lotes con



desove total y se caracteriza por su baja fecundidad. El número medio de ovocitos hidratados por hembra fue de 33 con un mínimo de 21 y un máximo de 62 lo cual está relacionado con la táctica de incubación oral, que ha permitido a las diversas especies de esta familia sobrevivir bajo una gran variedad de condiciones ambientales. El bagre bandera toma ventaja de los diferentes hábitats presentes en su área de distribución, a través de su estrategia reproductiva que incluye migraciones locales estacionales.

Velasco *et al.* (2006) estimaron los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy de *Genidens barbas* en el sur de Brasil a través de una combinación de datos utilizando frecuencia de tallas en juveniles y lecturas de marcas de crecimiento en adultos. La ecuación obtenida fue: $LT = 118.6(1 - e^{-0.043(t + 1.505)})$, con un índice de crecimiento de 2.78. Mencionan que si la población de esta especie es afectada, se espera que tenga una recuperación lenta, ya que presenta un crecimiento lento, baja tasa de mortalidad natural y una baja fecundidad.

Santos *et al.* (2008) al realizar un estudio de crecimiento y mortalidad del bagre bandera (*Bagre marinus*) a partir de datos de frecuencias de longitud utilizando el método computarizado ELEFAN I, encontraron que son peces de crecimiento isométrico lento que pueden alcanzar una longitud total de 81 cm, con una longevidad de 16 años. Estimaron el valor de mortalidad total $Z = 1.74$ y al analizar la curva de captura observaron que la mayoría de los organismos fluctúan entre dos y seis años de edad (20 y 60 cm de longitud). La mortalidad por pesca $F=1.28$ y la fracción organismos muertos por explotación indicó que más del 74% de la población susceptible de ser capturada son ocasionados por la pesca.

Estudios sobre aspectos biológicos y poblacionales de los bagres *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* son escasos en el sur de Sinaloa por lo que se espera que tengan un comportamiento similar a los resultados obtenidos en especies pertenecientes a la misma familia.



2.1.-Diagnosis de la familia Ariidae (Bagres marinos) (Fischer et al., 1995).

Los bagres marinos son peces de talla mediana a grande (28 cm hasta más de 90 cm), de cuerpo alargado o robusto. Cabeza cónica a redondeada y achatada; boca terminal a inferior; dientes finos cuneiformes, cónicos y aguzados, o bien, granulares; dientes de las mandíbulas dispuestos en bandas anchas o estrechas; dientes del paladar (cuando presentes) agrupados en pequeñas o grandes placas (que pueden estar reducidas en los machos durante el periodo de incubación); el hueso paraesfenoides también puede llevar dientes; ojo generalmente libre, raramente cubierto por piel; orificios nasales anteriores y posteriores muy juntos a cada lado del hocico, el posterior más o menos cubierto por un pliegue cutáneo; 2, 4 o 6 barbillones en torno a la boca: un par maxilar, uno mandibular (ausente en el género *Bagre*) y uno mentoniano. Membranas branquiostegas y adheridas al istmo anteriormente, su borde posterior libre o adherido al istmo, por lo cual las aberturas branquiales varían de amplias a restringidas, según la especie; 5 a 7 radios branquiostegos; dorso de la cabeza parcialmente cubierto por un escudo óseo bien visible a través de la piel en la mayoría de las especies, escondido bajo un grueso tejido muscular y cutáneo en otras; el escudo puede ser liso, rugoso, estriado o granuloso, y su región posterior (proceso supraoccipital) se extiende posteriormente hasta la placa predorsal (o nugal) en la mayor parte de las especies; a menudo existe un surco dorsal mediano o fontanela entre los orificios nasales y el proceso supraoccipital. Número total de branquiespinas en el primer arco variable de 9 a más de 50; branquiespinas siempre presentes a lo largo del borde posterior del tercer y del cuarto par de arcos branquiales, y en algunos casos, también de los 2 primeros. Aleta dorsal situada por delante del punto medio del cuerpo, con una espina larga y aserrada, precedida por otra muy corta y ancha (a menudo en forma de escudo) y seguida por 7 radios ramificados; aleta adiposa siempre presente por encima de la anal; aleta anal con 14 a 33 radios; aletas pectorales en posición baja, con una



espina larga y aserrada y 8 a 13 radios ramificados; aletas pélvicas sin espina, con 6 radios ramificados, el radio interno a menudo modificado en las hembras sexualmente maduras; aleta caudal profundamente ahorquillada, con 15 radios principales, de los cuales 13 son ramificados, cuerpo desnudo, con una línea lateral que termina en la base de la aleta caudal, ya sea encorvándose hacia arriba o bifurcándose. La vejiga gaseosa es generalmente ovalada y sacciforme, pero en algunas especies es fuertemente achatada y en otras es dividida en una cámara anterior y otra posterior. Color: 2/3 superiores del cuerpo varían de pardo oscuro o negruzco a café o azul claro, muchas veces con reflejos azulados, verdosos, violetas o cobrizos, raramente con manchas o una franja lateral plateada; parte baja del cuerpo más clara, amarilla, crema, blanca o plateada, frecuentemente con finas puntuaciones pardas. Aletas amarillas-opacas, a menudo con bordes oscuros o manchas en la región proximal, especialmente en la superficie dorsal de las aletas pares. Barbillones variables de marrón oscuro a blanco, peritoneo y cavidad bucofaríngea ocasionalmente oscuros a negros.

Ubicación taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Siluriforme

Familia: Ariidae

Género: *Arius*

Especie: *Arius platypogon* (Günther, 1984)



Figura 1.- *Arius platypogon* (Günther, 1964).

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Siluriforme

Familia: Ariidae

Género: *Bagre*

Especie: *Bagre panamensis* (Gill, 1963)



Figura 2.- *Bagre panamensis* (Gill, 1963)



3.-JUSTIFICACIÓN

Las especies de bagres marinos *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* son comunes en las capturas incidentales de otras pesquerías en Sinaloa. En los enfoques de manejo pesquero propiciados por el acuerdo de pesca responsable de Naciones Unidas (FAO, 1995) se considera para poder mantener la diversidad marina, que el manejo de las especies objetivo principales, consideren métodos que no generen extinción de las especies capturadas incidentalmente, conocidas como “especies no objetivo”. Para lograr este objetivo en el futuro se necesitará información sobre la historia de vida de las especies “no objetivo”, particularmente sus aspectos poblacionales que permitan determinar los efectos de su captura incidental. Consecuentemente dado el poco conocimiento de los aspectos de crecimiento y reproducción de las especies *Arius platypogon* y *Bagre panamensis*, se hace necesario su estudio en forma individual, para proveer la base para futuras evaluaciones de la población de estas especies y la aplicación de modelos de manejo que permitan mantener sus poblaciones.



4.-OBJETIVOS

- Determinar y analizar parámetros crecimiento y reproducción de los bagres marinos especies *Arius platypogon* y *Bagre panamensis*, en el litoral del sur de Sinaloa durante el periodo de agosto 2008 a mayo 2010.

Objetivos específicos:

- Analizar los parámetros de la relación peso-longitud
- Obtener los diferentes grupos de edad mediante lecturas de marcas de crecimiento en los otolitos y estimar los parámetros del modelo de von Bertalanffy.
- Determinar ciclo reproductivo.
- Determinar la fecundidad en ambas especies.
- Determinar la talla de la madurez sexual en las dos especies.



5.-ÁREA DE ESTUDIO

El sur de Sinaloa se extiende desde Teacapán (22°30'N a los 105°4'O) hasta punta Piaxtla (22°43'N a los 106°48'O). El área costera se caracteriza por largas playas arenosas interrumpidas ocasionalmente por salientes rocosos, puntas, desembocaduras de ríos o bocas de lagunas costeras que incluyen a la bahía de Mazatlán, el sistema de mayor diversidad faunística en la porción suroeste del Golfo de California (Hendrickx, 1986). La plataforma continental está conformada principalmente por sedimentos blandos o mixtos, se extiende, según la zona, entre aproximadamente 30 y 70 km mar adentro (Figura 1).

La Bahía de Mazatlán se encuentra en el suroeste del estado de Sinaloa, a 38 Km al sur del trópico de Cáncer, por lo cual se le considera parte de los cuerpos de agua subtropicales de la costa del Pacífico Mexicano; tiene aproximadamente una longitud de 13.5 km de línea de costa y está delimitada hacia el oeste por la isobata de 15 m (Alonso, 1998) y la presencia de islas (Cardones, Rocas Hermanos, Venados, Pájaros y Lobos) que le confieren condiciones particulares, ya que funcionan como barreras contra el oleaje y permiten una gran variedad de hábitats y especies (Hendrickx, 1993). Al mismo tiempo, se tiene influencia de la planta tratadora de aguas negras y del canal de navegación portuaria, que son fuentes de materiales de descarga que alteran esta zona (Alonso, 1998). Temporalmente se ve influenciada por descargas provenientes del río del Quelite, que enturbian el agua durante la época de lluvias (Ayón, 1997). La bahía es una zona de transición en la cual interaccionan tres masas de agua principales: la primera es transportada por la corriente de California, que fluye hacia el sur a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California e ingresa al golfo principalmente durante los meses de verano, la segunda masa de agua es la del Pacífico Este que fluye desde el Sureste hacia el Norte y finalmente se encuentra el agua caliente y de alta salinidad que se forma en el alto Golfo de California debido a la alta evaporación y a las escasas precipitaciones pluviales (Cano-Pérez, 1991).



La pesca ribereña de peces se desarrolla en caladeros ubicados a lo largo de la costa; destacan las tres islas (Lobo, Venado y Pájaro), Punta Camarón, Punta Cerritos, Oceánica, Mármol, Piedras Blancas, Faro e Isla Cardones, con un radio de acción de 3 a 10 millas de la misma. La red de enmalle (agallera) es el arte de pesca más utilizado en la zona estudio, se emplea generalmente en lagunas costeras, esteros y aguas ribereñas. Mediante este arte de pesca, se logra capturar un amplio intervalo de tallas, ya que es poco selectivo.

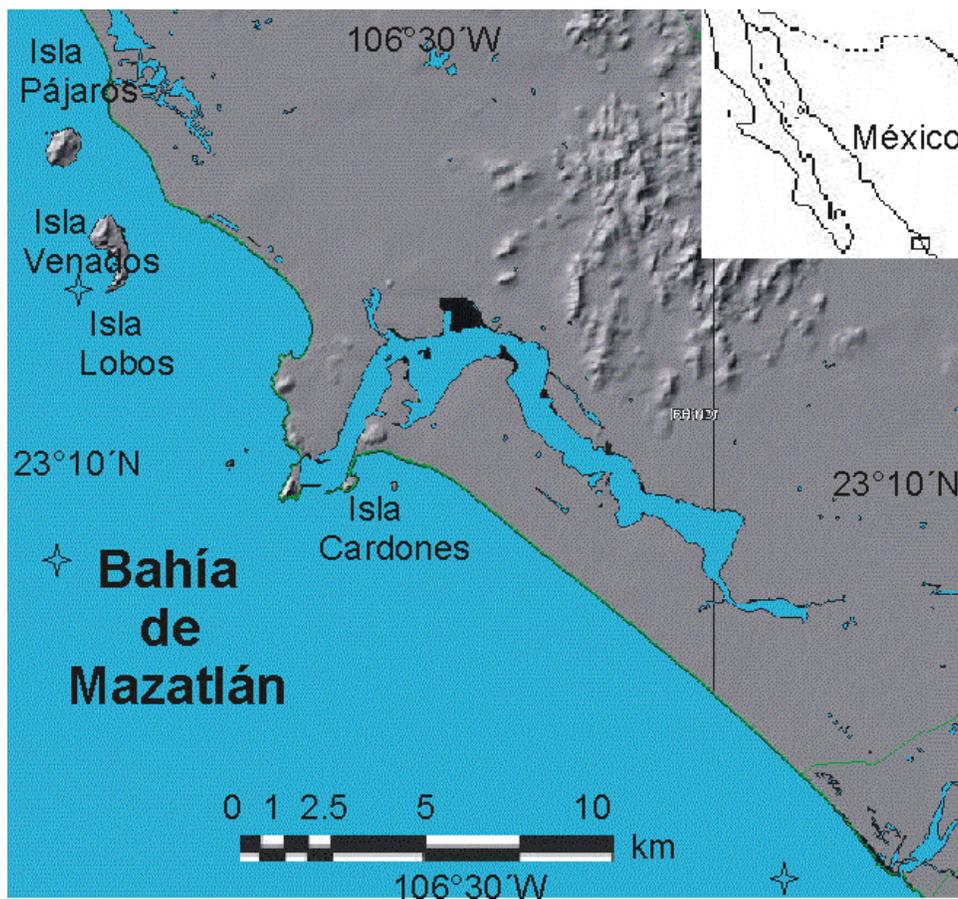


Figura 3. Ubicación de las estaciones de muestreo en la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México



6.-MATERIAL Y MÉTODOS

6.1.-Muestreos

Los muestreos fueron diseñados para un proyecto mayor al de esta tesis, el cual tenía la finalidad de saber el impacto que tiene la pesca de camarón sobre las poblaciones de peces, y se aprovechó la captura de estas especies (*Arius platypogon* y *Bagre panamensis*) de bagres para la realización de este trabajo de tesis.

Los muestreos se realizaron durante un día al mes en tres zonas ubicadas en la Bahía de Mazatlán Sinaloa, durante un ciclo anual (agosto 2008 - agosto 2009). En el área de estudio, en cada una de las tres zonas se colocó una red agallera de 300 m de longitud dividida en tres secciones con diferentes tamaños de luz de malla (3, 3.5 y 4 pulgadas) y se dejó por un espacio de 5 a 6 horas. Durante su colocación y al retirarla se registraron los parámetros de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto con una sonda lectora de multiparámetros tipo hydrolab MYSI 550A DO. Los organismos capturados se guardaron en bolsas de plástico con hielo, se colocaron en hieleras para su transporte y se congelaron para su posterior análisis en el laboratorio.

Posterior a estos muestreos, se obtuvieron una vez por mes muestras de organismos provenientes de las capturas comerciales con red de enmalle hasta mayo de 2010, con el fin de tener una muestra más representativa de las dos especies en las diferentes estaciones del año.

6.2.-Mediciones biométricas.

A cada individuo se le midió su longitud total (LT) y peso total (PT) y se disectó para obtener el peso eviscerado (PE), peso del estómago, hígado y gónadas. Las medidas de longitud se realizaron con un ictiómetro convencional (± 0.05 mm) y las de peso con una balanza digital (0.1-6000 g ± 0.05). El sexo de los organismos se determinó macroscópicamente y se extrajeron las gónadas de las hembras, las cuales se pesaron y se fijaron en formol al 4% para posteriormente realizar conteo de los ovocitos.



6.3.-Relación longitud-peso.

Se estableció la relación biométrica entre la longitud (LT) y el peso total (PT) por el método de mínimos cuadrados, de acuerdo a Ricker (1975). La ecuación que relaciona ambos parámetros es:

$$PT = a LT^b$$

Donde:

PT= peso total (g)

LT= longitud total (cm)

b= pendiente de la curva o parámetro de alometría

a= factor de condición

Para determinar la diferencia en las curvas de la relación longitud-peso entre machos y hembras, se realizó una prueba de curvas coincidentes, llamado también análisis de los residuos (ARSS) propuesto por Chen *et al.* (1992), que es utilizado para la evaluar la coincidencia de dos o más regresiones (Haddon, 2001), la fórmula resumida es la siguiente:

$$F = \left| \frac{\left(SCR_M - \sum SCR_i \right)}{3(K-1)} \right| \left| \frac{\sum SCR_i}{N-3K} \right|$$

Donde:

F= estadístico F con 3(K-1) y (N-3K) grados de libertad

K= número de curvas que son comparadas

N= tamaño total de la muestra

SCR_M= suma de cuadrados residuales

ΣSCR_i=sumatoria de la suma de cuadrados residuales de las curvas a comparar



Posteriormente para corroborar si el valor de la pendiente “b” fue estadísticamente igual o diferente de 3 se aplicó la prueba “t” con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ para una hipótesis bilateral y con base a los grados de libertad se obtuvieron los valores de tablas de la distribución t. Posteriormente se compararon los resultados por el estadístico de contraste (Guerra *et. al.*, 2005):

$$t = \frac{b - \beta}{\frac{S_{y/x}}{\sqrt{n-2}}}$$

Donde:

t = estadístico t-student

b = valor de pendiente obtenida de la relación longitud-peso

$\beta = 3$, valor hipotético del crecimiento isométrico

$S_{y/x}$ = desviación estándar del parámetro

n = tamaño de la muestra

6.3.1 Factor de condición (FC)

La forma más sencilla de conocer el estado corporal de un pez es mediante un análisis de factor de condición (FC) que está basado en la relación que guarda el peso con respecto a la talla del organismo y brinda información sobre cambios alimenticios y fases reproductivas que afectan el estado fisiológico del pez (Ricker, 1975).

$$FC = PT/LT^3 \times 100$$

6.4.-Edad y crecimiento

Uno de los métodos más utilizados para determinar el crecimiento de los peces es a través de la interpretación de anillos de marcas presentes en los otolitos. Este método parte del supuesto de que los anillos se forman con una



frecuencia constante y que la distancia entre anillos es proporcional al crecimiento del pez.

Los otolitos obtenidos fueron leídos directamente, sin ningún tratamiento, a fin de establecer la edad correspondiente a cada individuo con un microscopio estereoscópico con luz invertida. Posteriormente se utilizó un método de mayor precisión para comparar si la edad que se determina directamente corresponde a la edad determinada con una observación por medio de un método más detallado, se procedió a crear un banco de imágenes, en donde fue necesario utilizar una cámara digital (Olympus C-3030 Z OOM 3.34 megapíxeles) y un software analizador de imágenes (Image Pro Plus V.60) adaptado a un microscopio estereoscópico con luz reflejada y/o transmitida (de acuerdo al mejor enfoque de los otolitos). Las lecturas se realizaron siempre por su cara externa o cóncava por ser más visibles los anillos de crecimiento. La edad se determinó por recuento de anillos claros y oscuros, considerando que cada par de anillos corresponden a un periodo anual. Se realizaron dos lecturas completas por dos lectores diferentes y se desecharon los otolitos de organismos en los cuales había discrepancia entre las lecturas.

Aunado a esto se tomaron otolitos de organismos correspondientes a edades de un año de edad a los que se les realizaron cortes transversales con un micrótopo con el fin de observar y contar anillos diarios y así corroborar las edades determinadas al comparar la técnica de incrementos diarios con la técnica de anillos anuales para ver si hay sesgos importantes en la asignación de la edad.

Una vez asignadas las edades se utilizó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938). La funcionalidad de este modelo radica en que proporciona información sobre la forma de crecimiento en términos de longitud y peso de las especies, además, es el más comúnmente usado en pesquerías, ya que se ha demostrado que se ajusta al crecimiento observado de los organismos (Haddon, 2001). La ecuación mediante la cual se representa es la siguiente:

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



Donde:

L_t = longitud a la edad t

L_∞ = longitud asintótica y se entiende como la longitud media que un pez alcanzará a una edad de máxima longevidad

k = coeficiente de la tasa de crecimiento

t_0 = edad hipotética a la que la especie tiene una longitud igual a cero

6.4.1 Relación del peso con la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy

Combinando la ecuación de la relación peso-longitud con la ECVB se obtiene de manera resumida la ecuación de crecimiento en peso y edad (Sparre y Venema, 1998):

$$P_t = P_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

Donde:

P_t = peso en función de la edad

P_∞ = peso infinito o peso máximo teórico que pueden alcanzar los organismos de la especie

k y t_0 son los parámetros de la ECVB para la longitud, b es la pendiente de la relación potencial del peso-longitud.

Para la obtención de los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy (1938): L_∞ , k y t_0 se utilizaron los siguientes métodos:

Ford-Walford (1946). Este método consiste en graficar las longitudes medias a la edad t (L_t) contra las longitudes medias a un año después ($L_t + 1$). Se obtiene una grafica que genera una línea recta, donde se corta con una línea de 45° (pendiente igual a 1) se define el valor de L_∞ . Desde el punto de vista analítico, al graficar L_t vs $L_t + 1$ se obtiene una ecuación lineal, de la cual se sustituyen los



valores de a (ordenada al origen) y b (pendiente) en las siguientes ecuaciones para la estimación de L_{∞} y k .

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - e^{-k}} \quad k = -\ln b$$

Gráfico de Gulland (1964). Este método está basado en el gráfico de Ford-Walford y se basa en el uso de un intervalo de tiempo constante Δt . Grafica L_t contra ΔL (es igual a $L_{t+1} - L_t$) con el valor de la ordenada al origen y la pendiente se sustituyen en:

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - e^{-k}} \quad k = -\ln(b+1) \quad t_0 = t + \frac{1}{k} \ln \left(\frac{L_{\infty} - L_t}{L_{\infty}} \right)$$

Para determinar si existían diferencias de crecimientos entre sexos, se realizó un análisis de covarianza (Sokal y Rohlf, 1995) utilizando la forma lineal del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Sparre *et al.*, 1989). Además esta comparación de curvas de crecimiento entre sexos se realizó usando la modificación para curvas no lineales propuesta por Chen *et al.* (1991).

6.4.2. Edad límite o longevidad

Taylor (1958) la define como la edad en la cual los organismos han alcanzado el 95% de su longitud infinita (L_{∞}) y se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_{0.95} = \frac{-\ln(1 - 0.95)}{k} + t_0$$

Donde:

$A_{0.95}$ = longevidad

k = coeficiente de la tasa de crecimiento

t_0 = edad hipotética a la que la especie tiene una longitud igual a cero



Paralelamente se calcularon los parámetros de crecimiento L_{∞} y k de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1960), se estimaron mediante las distribuciones mensuales de frecuencia de tallas ordenadas en intervalos de 5 cm. En primer lugar, se estimó una longitud asintótica (L_{∞}) y, el coeficiente de crecimiento (k) a través de la rutina ELEFAN I del Programa FAOICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) (Gayaniilo *et al.* 2005). Posteriormente para obtener la curva de crecimiento en longitud del modelo de von Bertalanffy, se calculó el t_0 promedio de acuerdo a la fórmula anotada por Pauly (1984):

$$\text{Log}_{10} (-t_0) = -0.3922 - 0.2752 * \text{log}_{10} L_{\infty} (-1.038) * \text{log}_{10} k$$

Como criterio para comparar diferentes estimaciones de crecimiento, se utilizó el índice de crecimiento estándar (ϕ') (Pauly y Munro 1984; Sparre y Venema, 1995), el cual proporciona un parámetro unificado de crecimiento y no muestra variaciones marcadas como L_{∞} y k en forma individual (Defeo *et al.*, 1992, Leonce-Valencia y Defeo 1997).

$$\phi' = \log k + 2 \log L_{\infty}$$

6.5.-Reproducción

6.5.1. Estadios gonadales:

La diferenciación del sexo y la madurez gonádica de las hembras se realizó de acuerdo a caracteres macroscópicos de las gónadas: peso, forma, coloración y ocupación de la cavidad abdominal (tamaño). Se utilizó una escala de madurez de seis estadios de desarrollo para las gónadas (Tabla 2). Para estimar la fecundidad se analizaron las hembras en estadio IV. El ciclo reproductivo se describió considerando la proporción de organismos maduros con respecto a la longitud y época del año.



Tabla 2.-Descripción y clasificación de los estadios de las gónadas para bagres marinos (Vazzoler, 1996)

| ESTADÍO | DESCRIPCIÓN | OVARIO |
|---------|--------------------------|--|
| I | Inmaduro | Gónadas muy pequeñas ocupando menos de una tercera parte de la cavidad abdominal, no hay formación de ovocitos (No es posible la determinación de sexo). |
| II | En reposo | Es posible la determinación del sexo, color blanco a color crema pálido, granulación visible al ojo, los ovarios ocupan más de la mitad de la cavidad abdominal. |
| III | Madurando | Ovarios amarillentos más desarrollados ocupando dos terceras partes de la cavidad abdominal. Con algunos ovocitos maduros. |
| IV | Maduro | Ovarios amarillentos, con vasos sanguíneos ocupando las dos terceras partes de la cavidad abdominal, se reconocen a simple vista y está llena de huevecillos de gran tamaño. Ovocitos vitelogénicos de gran tamaño de color amarillo dorado. |
| V | Gónadas desovadas | Ovarios flácidos y arrugados, la gónada ocupa casi la mitad de la cavidad abdominal, ovocitos heterogéneos, a menudo se presentan grandes vasos sanguíneos rotos. |
| VI | En reabsorción | De color crema pálido, ocupa menos de un tercio de los cavidad abdominal. Ovocitos de color marrón, algunas manchas residuales que forman parches. |

6.5.2.-Índices biológicos

En los peces, el costo de la reproducción es considerable, debido a ello han desarrollado diversas estrategias para el almacenamiento de energía. Para expresar esta dinámica se utilizaron los índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) (Collins y Anderson, 1995). Una comparación entre estos dos índices permite estimar si existe o no una correlación entre el período reproductivo y el estado nutricional del organismo (Yoneda *et al.*, 1998).



Para obtener los índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) para las dos especies, los datos se agruparon por estaciones del año y se obtuvo un promedio para cada estación con el fin de determinar el comportamiento de los índices en un periodo anual.

6.5.2.1.-Índice Gonadosomático (IGS)

El IGS se refiere al porcentaje que representa el peso de las gónadas con referencia al total del cuerpo (Nikolsky, 1963):

$$\text{IGS} = \text{peso de la gónada} / \text{peso eviscerado} * 100 \text{ (Murphy y Willis, 1996)}$$

El IGS permite determinar el estado de maduración de las gónadas y el periodo de desove de la población durante el periodo reproductivo (Gosso, 1997; Vlaming *et al.*, 1982).

6.5.2.2.-Índice hepatosomático (IHS)

La variación en el peso del hígado refleja procesos de almacenamiento y transferencia de proteínas y lípidos asociados con el esfuerzo reproductivo (Soto, 2006) para lo cual se pesó el hígado y se relacionó con el peso del pez mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IHS} = \text{Peso hígado} * (\text{Peso total} - \text{Peso hígado}) * 100$$

6.5.3.-Longitud a la madurez sexual.

La longitud a la madurez sexual se define como la longitud a la cual el 50% de todos los individuos están sexualmente maduros. Para este análisis se separaron las hembras maduras (estadio IV) en intervalos de tallas de 2 cm, posteriormente se utilizó un modelo sigmoideal para ajustar los datos (King, 1995), cuya ecuación es la siguiente:

$$P = 1 / (1 + \exp [-r (LT - Lm)])$$



Donde:

P= proporción de organismos maduros a la longitud

r = pendiente de la curva

Lm= longitud a la que el 50% de las hembras están maduras

LT= longitud total del organismo

6.5.4.-Fecundidad.

La fecundidad en peces se expresa como el número de ovocitos maduros en el momento previo al desove (Nikolsky 1963). Su estimación es de vital importancia en estudios reproductivos y dinámica poblacional (Gosso, 1997). En este trabajo la fecundidad se estimó contando los ovocitos en gónadas de hembras en estadio IV (maduras) y relacionándolo con la longitud total.

6.5.5 Proporción hembras: machos

Se obtuvo la proporción de hembras por macho (H:M) para ambas especies, a partir del número de ejemplares para los que fue posible determinar el sexo y se utilizó la prueba χ^2 para ver si existían diferencias estadísticas significativas entre sexos.

$$\chi^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

Donde:

O = valor observado

E= valor esperado.



7.-RESULTADOS

Se analizaron un total de 849 organismos, de los cuales 372 correspondieron a la especie *Arius platypogon* y 477 de *Bagre panamensis*.

7.1.-Estructura de tallas

Los organismos de *A. platypogon* presentaron un intervalo de tallas de 14.3 a 52.5 cm de longitud total (LT), con una talla y peso promedio de 24.5 cm y 245 g, respectivamente. En general se observó una distribución tipo bimodal, siendo la clase de talla de 17 cm la que exhibió la máxima frecuencia dentro del histograma, seguida por frecuencias muy similares de las clases 37 y 42 cm (Figura 4).

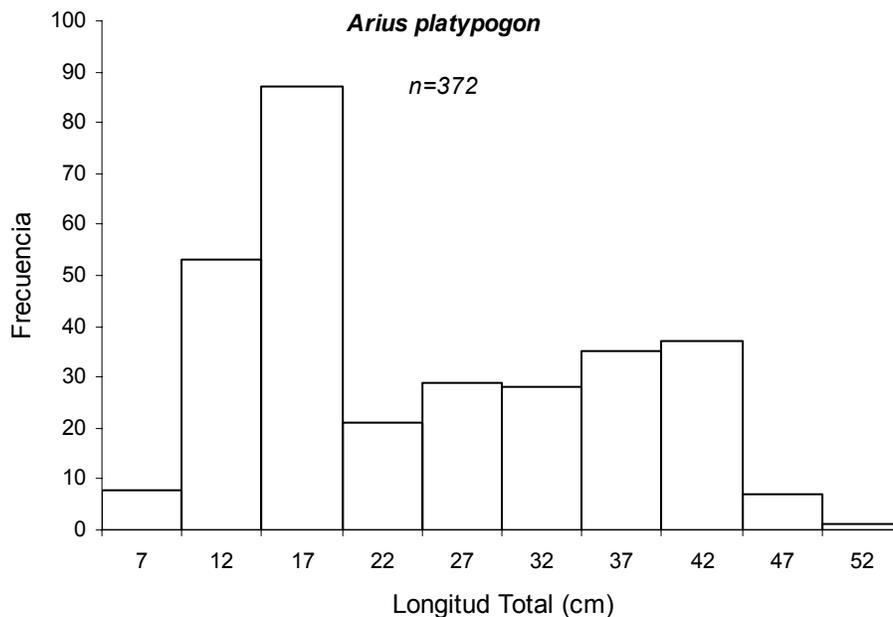


Figura 4.-Distribución de frecuencias de tallas del total de *Arius platypogon* capturados durante los muestreos.

La especie *B. panamensis* presentó un intervalo de tallas entre 15.0 a 50.5 cm de LT, con talla promedio de 33 cm y peso promedio de 395 g. Al igual que en la especie anterior en general se observó una distribución tipo bimodal, siendo las clases de talla de 32 y 37 cm las que mostraron las máximas frecuencias dentro del histograma, seguida por la clase de 17 cm (Figura 5).

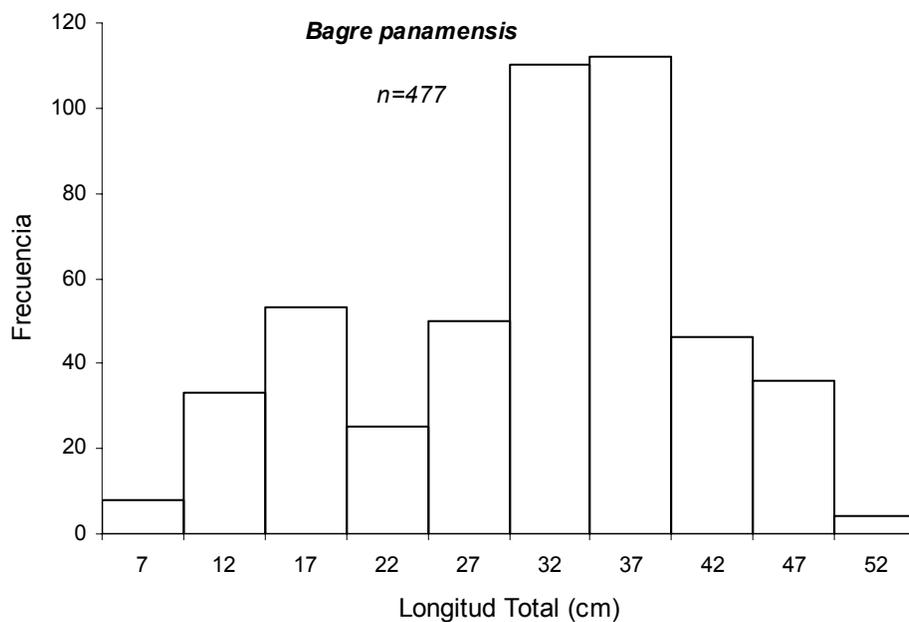


Figura 5.-Distribución de frecuencias de tallas del total de *Bagre panamensis* capturados durante los muestreos.

7.2 Capturas

Las mayores capturas de *A. platypogon* se registraron en el mes de marzo. Sin embargo, la muestra estaba conformada por ejemplares de tallas chicas por lo que se determinó una biomasa baja. Por el contrario, en el mes de mayo se registró la mayor biomasa (16 kg) y en los meses de octubre, diciembre y febrero las menores capturas para esta especie (Figura 6).

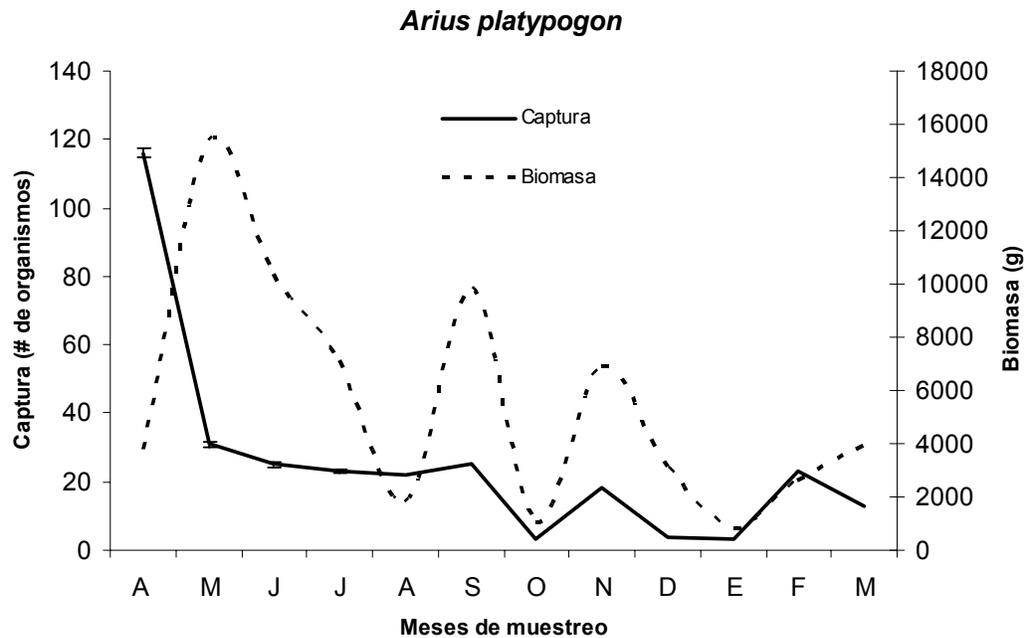


Figura 6.- Variación en las capturas y biomasa total durante el periodo de estudio (abril 2009 a marzo 2010) para la especie *Arius platypogon*.

Para el bagre chihuil, la mayor captura y biomasa se registró en el mes de mayo; mientras durante los meses junio, diciembre y febrero se registraron las menores capturas (Figura 7).

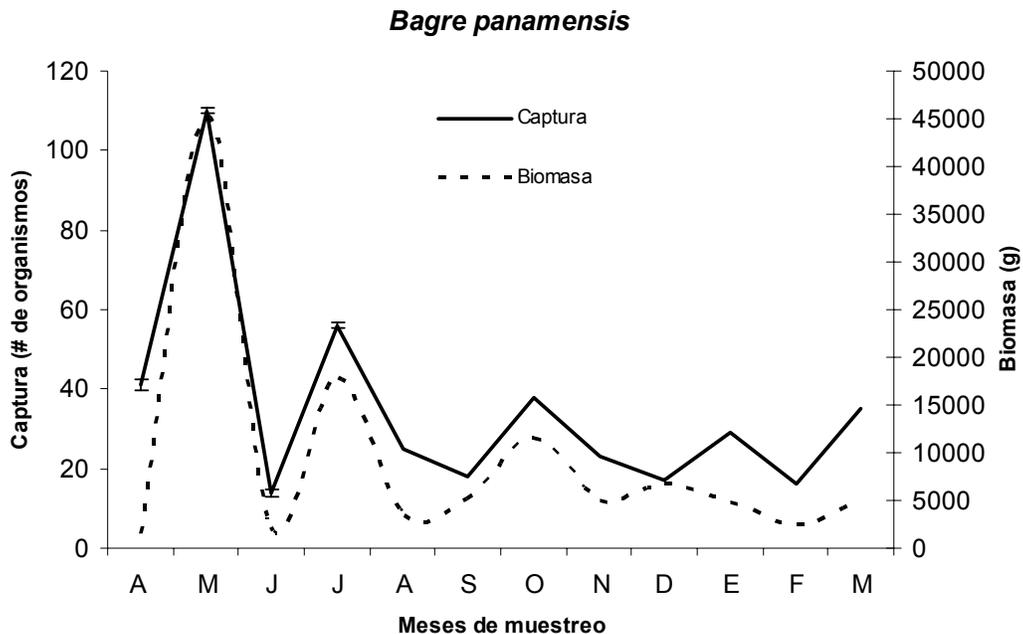


Figura 7.- Variación en la captura y biomasa total durante el periodo de estudio (abril 2009 a marzo 2010) para la especie *Bagre panamensis*.

7.3.-Relación Longitud-Peso

Esta relación se estableció para hembras y para machos por separado, la cual no evidenció diferencias significativas entre sexos para las dos especies ($F=1.67$; $gl=3,352$; $P>0.05$ en *A. platypogon* y $F=1.38$; $gl=3,294$; $P>0.05$ *B. panamensis*), por lo cual se definió una ecuación común.

Para *A. platypogon* la ecuación resultante se fue: $PT = 0.0041LT^{3.2383}$ con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9852$ (Figura 8). Mediante la prueba “t” se obtuvo que el valor de “b” fue estadísticamente diferente de 3 ($t > 2.24$; $gl= 397$; $P > 0.05$), por lo que se determinó que el tipo de crecimiento que presentó esta especie fue alométrico positivo, es decir, no es proporcional el crecimiento del



peso con respecto a la longitud (incrementa más el crecimiento en peso que en longitud) (Figura 8).

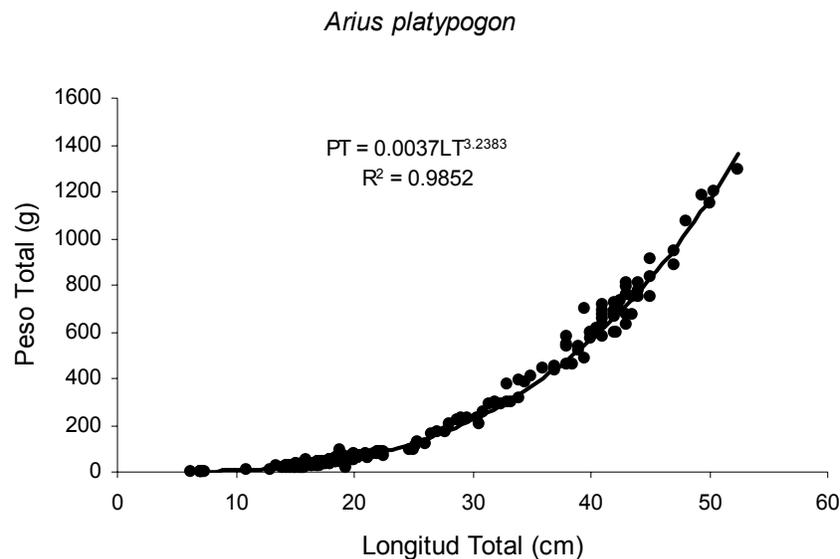


Figura 8.- Relación longitud-peso de la especie *Arius platypogon*.

Para el *B. panamensis* la ecuación resultante se presentó de la siguiente manera: $PT = 0.0029LT^{3.245}$ con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9787$ (Figura 7). A partir de la prueba “t” se obtuvo que el tipo de crecimiento fue alométrico positivo ($t > 2.25$; $gl = 368$; $P < 0.05$) el valor de “b” fue estadísticamente diferente de 3, es decir, no se mantiene una proporcionalidad entre el crecimiento en peso con respecto a la longitud (su crecimiento es mayor en peso que en longitud) (Figura 9).

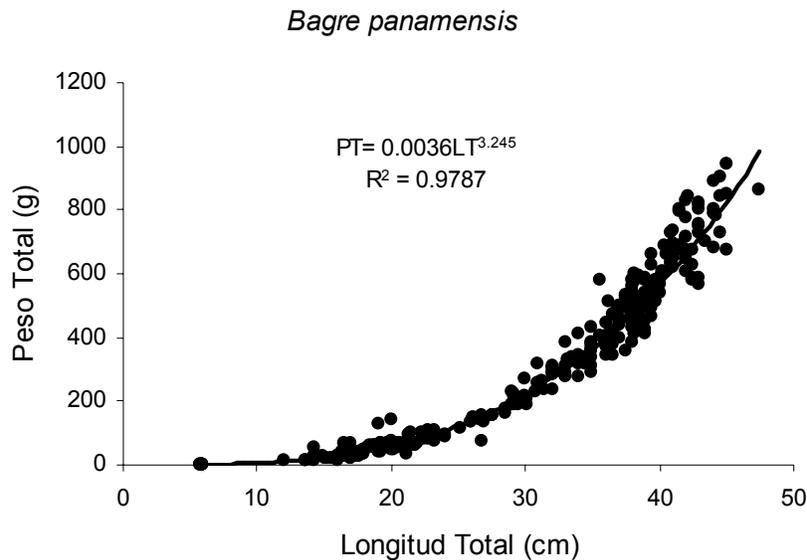


Figura 9.- Relación longitud-peso de la especie *Bagre panamensis*.

7.4.-Factor de condición (FC)

Con esta relación peso/longitud, se determinó el factor de condición *FC*, el cual se basa en las relaciones biométricas que describen el “bienestar” que presenta el individuo con respecto a los cambios de corpulencia durante su ciclo vital. El factor de condición promedio para *A. platypogon* presentó valores mínimos en los estadios I, V y VI y se incrementó en los estadios II y III hasta alcanzar un máximo en el estadio IV (Figura 10).



Arius platypogon

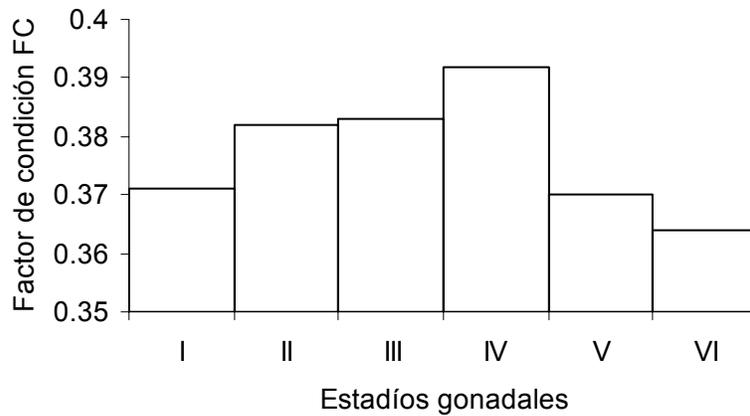


Figura 10.- Factor de condición *FC* para la especie *Arius platypogon*.

Para el *B. panamensis*, el *FC* promedio para cada estadio gonadal mostró que el valor mínimo se registró en el estadio VI, y los valores más altos se determinaron en los estadios II, III y IV (Figura 11).

Bagre panamensis

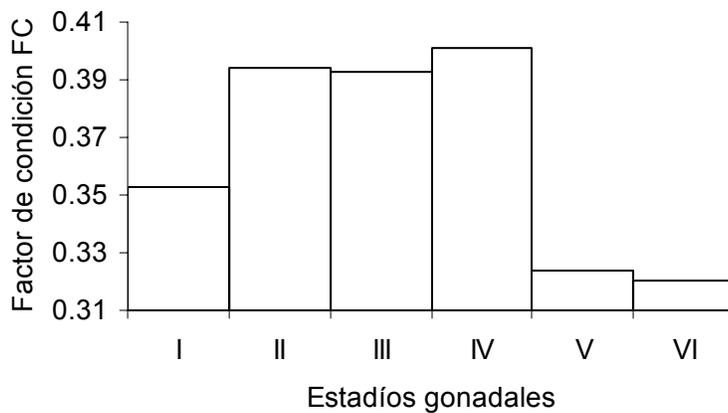


Figura 11.- Factor de condición *FC* para le especie *Bagre panamensis*.



7.5.-Edad y Crecimiento.

Se analizaron un total de 638 otolitos, 342 de la especie *A. platypogon* y 296 en *B. panamensis*, los cuales fueron totalmente legibles e idóneos para las lecturas (Figura 12). Se observaron de 1 a 8 anillos de crecimiento, a cada grupo de edad se le asignó una talla para determinar los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} , P_{∞} k y t_0)

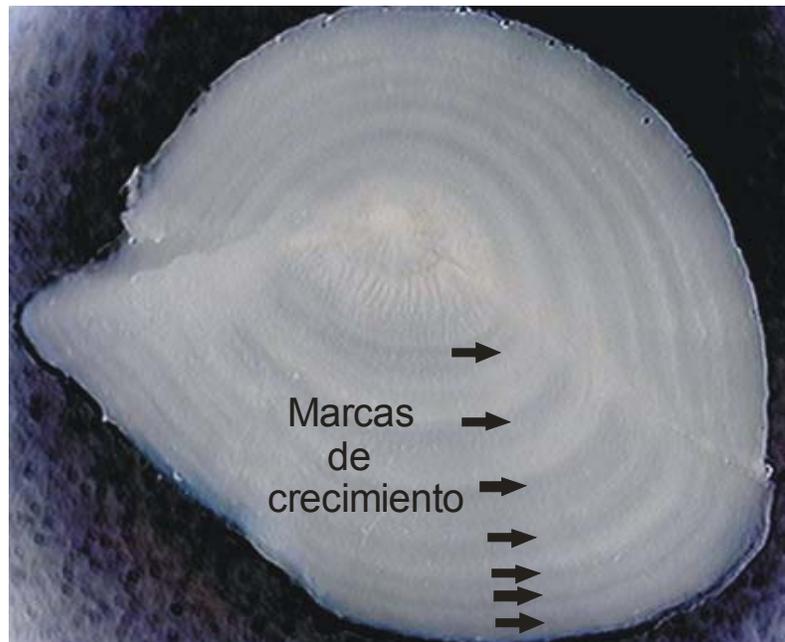


Figura 12.-Fotografía de un otolito mostrando la existencia de marcas de crecimiento.

Los resultados obtenidos con el conteo de las marcas de crecimiento anual concuerdan con los encontrados por el método de anillos diarios, por lo que las lecturas realizadas se tomaron como lecturas correctas (figura 13)

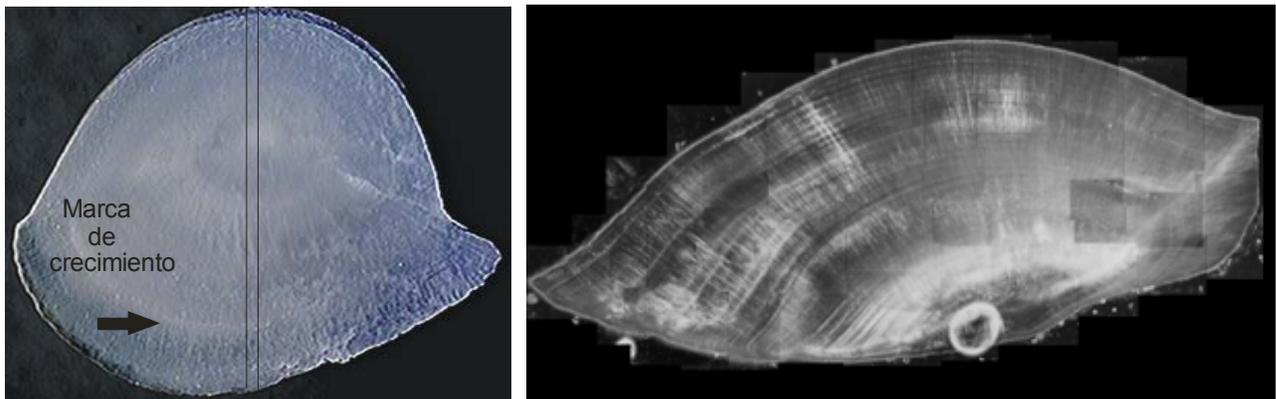


Figura 13.- Fotografías de un corte transversal de otolito de organismos de un año de edad.

Las curvas de crecimiento en longitud y peso en *A. platypogon* por separado no mostraron diferencias significativas entre sexos ($F_{3, 15} = 0.059 < F_{\text{tab}} = 3.28$; $P > 0.05$ en longitud y $F_{3, 15} = 2.01 < F_{\text{tab}} = 3.28$; $P > 0.05$ en peso) (tabla3) por lo que se agruparon en una ecuación común.

Tabla 3. Parámetros de crecimientos de modelo de von Bertalanffy por sexos para las dos especies.

| <i>Arius platypogon</i> | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------------|-------------------------|
| | General | Hembras | Machos | |
| L_{∞} | 57.27 | 58.23 | 56.96 | $F_{3, 15} = 0.059$ |
| k | 0.26 | 0.27 | 0.24 | $P > 0.05$ |
| t_0 | -0.46 | -0.30 | -0.60 | $F_{\text{tab}} = 3.28$ |
| SC | 25.3137286 | 3.44254441 | 21.8711842 | |
| g.l. | 15 | 6 | 6 | |

| <i>Bagre panamensis</i> | | | | |
|-------------------------|------------|---------|--------|-------------------------|
| | General | Hembras | Machos | |
| L_{∞} | 55.25 | 57.24 | 54.13 | $F_{3, 15} = 1.29$ |
| k | 0.24 | 0.25 | 0.23 | $P > 0.05$ |
| t_0 | -0.37 | -0.56 | -0.32 | $F_{\text{tab}} = 3.28$ |
| SC | 11.1800455 | 4.36 | 6.82 | |
| g.l. | 15 | 6 | 6 | |



| <i>Arius platypogon</i> | | | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|---------------|-------------------------|
| | General | Hembras | Machos | |
| P_{∞} | 1824.00 | 1932.00 | 1716.00 | $F_{3, 15} = 2.01$ |
| k | 0.26 | 0.27 | 0.24 | $P > 0.05$ |
| t_0 | -0.46 | -0.30 | -0.60 | $F_{\text{tab}} = 3.28$ |
| SC | 173306.574 | 116818.207 | 56488.3674 | |
| g.l. | 15 | 6 | 6 | |
| <i>Bagre panamensis</i> | | | | |
| | General | Hembras | Machos | |
| P_{∞} | 1660.00 | 1784.00 | 1536.00 | $F_{3, 15} = 2.39$ |
| k | 0.24 | 0.25 | 0.23 | $P > 0.05$ |
| t_0 | -0.37 | -0.56 | -0.32 | $F_{\text{tab}} = 3.28$ |
| SC | 158386.09 | 109117.87 | 49268.22 | |
| g.l. | 15 | 6 | 6 | |

Con ajuste de mínimos cuadrados las ecuaciones de crecimiento obtenidas para *A. platypogon* tanto en longitud (LT) como en peso (PT) con ocho grupos de edad fueron las siguientes: $LT = 57.27 (1 - e^{-0.2553(t - 0.4603)})$ y $PT = 1824.12(1 - e^{-0.2553(t - 0.4603)})^{3.2383}$ respectivamente (Figuras 14y 15). Aunado a esto se utilizaron los parámetros en términos de tiempo y las ecuaciones resultantes fueron:

$$t = 0.4603 - \frac{1}{0.2553} \ln \left(1 - \frac{L_t}{57.27} \right) \text{ para el Peso Total}$$

$$t = 0.4603 - \frac{1}{0.2553} \ln \left(1 - \frac{P_t}{1824.12} \right) \text{ para la Longitud Total}$$

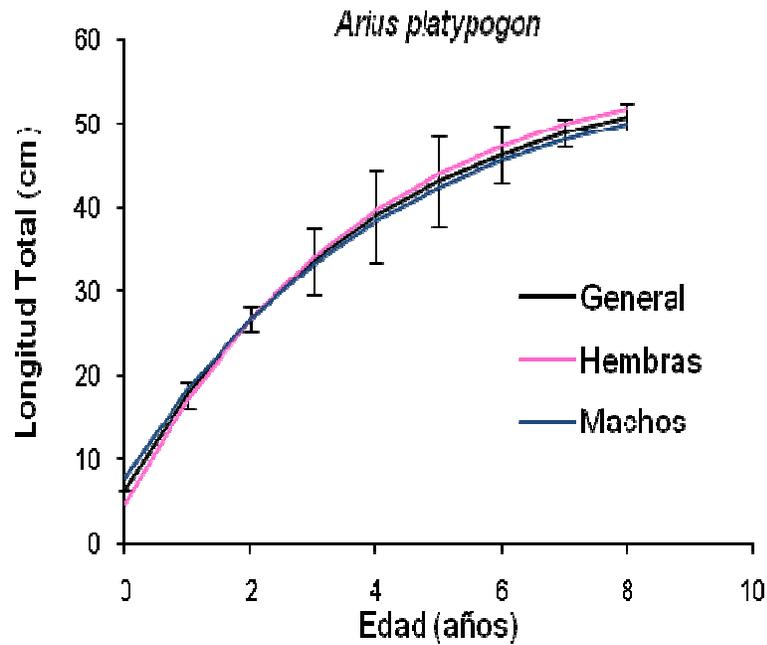


Figura14.- Comparación de las curvas del modelo de crecimiento de von Bertalanffy en peso para *Arius platypogon*.

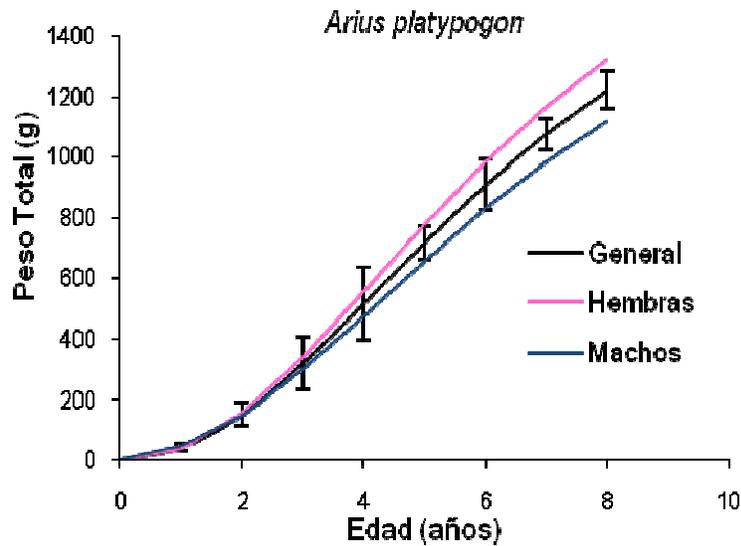


Figura15.- Modelo de crecimiento de von Bertalanffy en peso general para *Arius platypogon*.



Las curvas de crecimiento en longitud y peso en *B. panamensis* no se encontraron diferencias significativas entre sexos ($F_{3, 15} = 1.29 < F_{\text{tab}} = 3.28$; $P > 0.05$ en longitud y $F_{3, 15} = 2.39 < F_{\text{tab}} = 3.28$; $P > 0.05$ en peso) (tabla3) por lo que se agruparon en una ecuación común.

Para la especie *B. panamensis* al igual que con la especie anterior, se determinaron ocho grupos de edad. A cada grupo se le asignó una talla y a través de mínimos cuadrados las ecuaciones de crecimiento obtenidas tanto en longitud (LT) como en peso (PT) con ocho grupos modales fueron las siguientes: $LT = 55.25(1 - e^{-0.2372(t - 0.3664)})$ y $PT = 1659.67(1 - e^{-0.2372(t - 0.3664)})^{3.245}$ respectivamente (Figura 16 y 17). Las ecuaciones resultantes en términos de tiempo fueron:

$$t = 0.3664 - \frac{1}{0.2372} \ln\left(1 - \frac{L_t}{55.25}\right) \text{ para el Peso Total}$$

$$t = 0.3664 - \frac{1}{0.2372} \ln\left(1 - \frac{P_t}{1659.67}\right) \text{ para la Longitud Total}$$

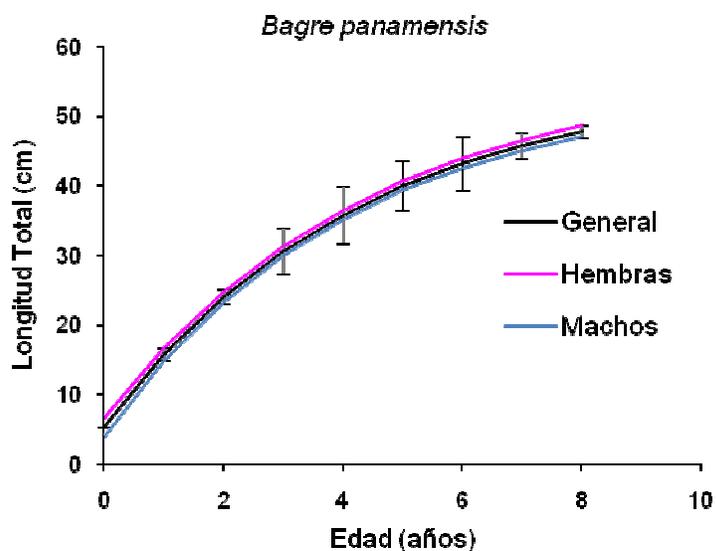


Figura16.- Modelo de crecimiento de von Bertalanffy en longitud general para *Bagre panamensis*.

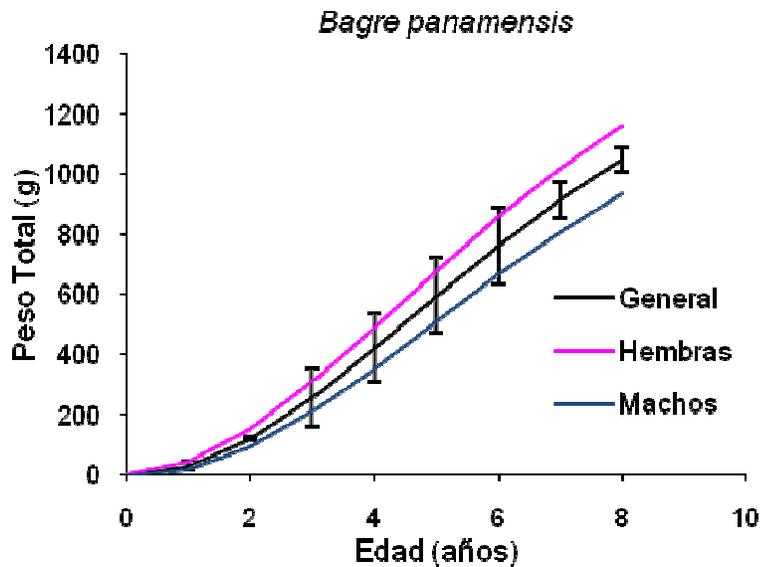


Figura 17.- Modelo de crecimiento de von Bertalanffy en peso general para *Bagre panamensis*.

Los parámetros obtenidos de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy modificado por Pauly (1983), por medio del programa FISAT en el cual se encontraron 8 grupos de edad en *A. platypogon* fueron (Figura 18):

$$L_{\infty} = 54.6 \text{ cm}; P_{\infty} = 1545.45\text{g}; k = 0.350; t_0 = -0.1722$$

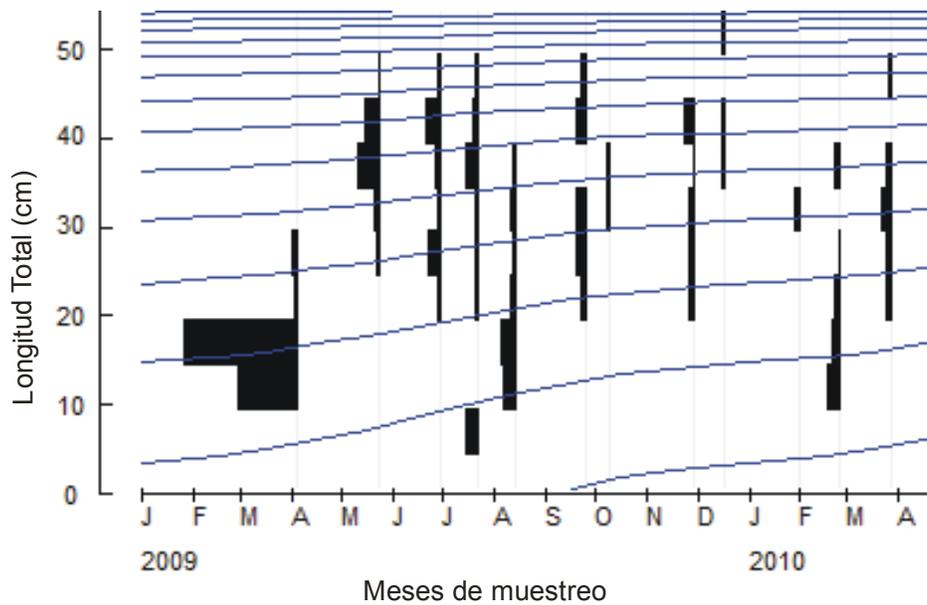


Figura 18.-Representación gráfica de las longitudes mensuales con los diferentes grupos de edad para *Arius platypogon*

Estos mismos parámetros determinados para *Bagre panamensis* fueron:

$$L_{\infty}=53.55 \text{ cm} ; W_{\infty}= 1497.2\text{g}; k = 0.371, t_0=-0.1854$$

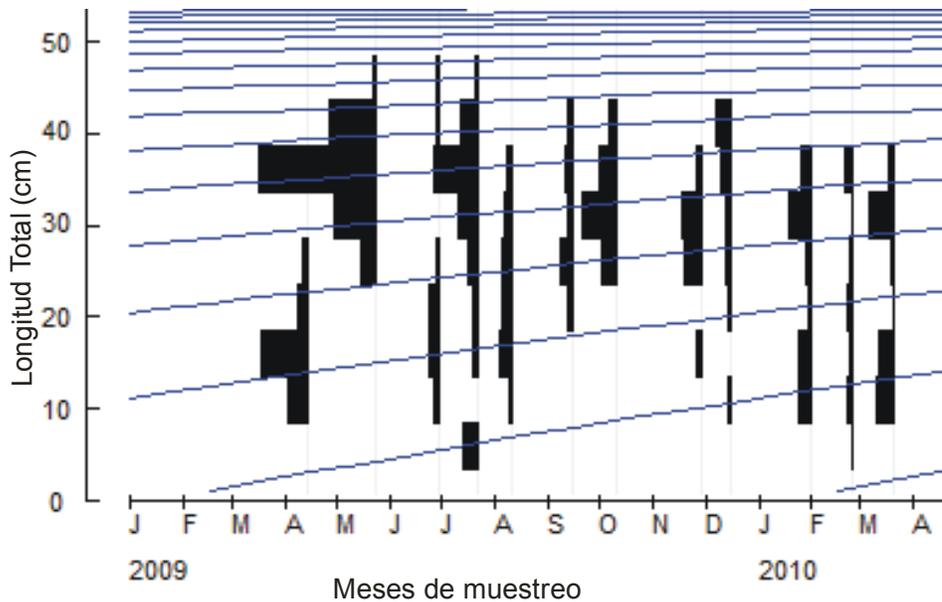


Figura 19.-Representación gráfica de las longitudes mensuales con los diferentes grupos de edad para *Bagre panamensis*



Los coeficientes θ' calculados a partir de los valores de L_∞ , P_∞ y k obtenidos tanto en este estudio como por varios autores en diferentes regiones de Asia, África y América, fluctúan de 2.487 y 3.254 con un valor medio de 2.895 ± 0.213 . Los resultados de θ' estimados para *A. platypogon* y *B. panamensis* (2.887 y 3.049 respectivamente), se encuentran dentro de los intervalos anteriormente mencionados. Aunque la variación es notable, se observa una clara relación de los valores de θ' con los de L_∞ (Figura 20) y P_∞ , así como con la tasa de crecimiento que se alcanza en cada región.

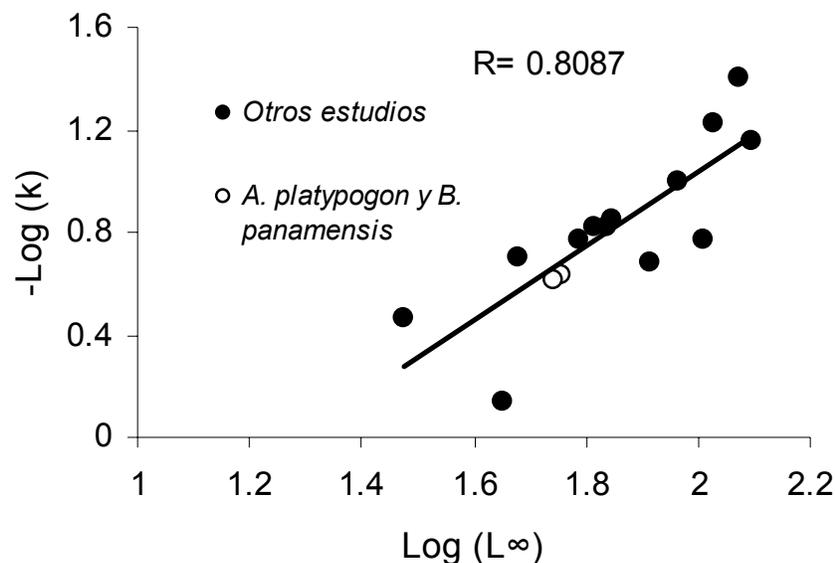


Figura 20. - Relación de la tasa de crecimiento (k) y longitud infinita (L_∞) para 13 diferentes especies de la familia Ariidae.

Edad límite o longevidad

La especie *A. platypogon* alcanza el 95% de su longitud infinita cuando tiene 12.19 años, mientras que *B. panamensis* a los 12.59 años alcanza el 95% de su longitud infinita.



7.6.-Reproducción.

7.6.1.- Estadios gonadales

Se analizaron 118 hembras de *A. platypogon* las cuales se agruparon por estaciones del año. El mayor porcentaje de hembras maduras se encontró en primavera con más del 60%; en verano un 15% por ciento ya que el estadio que dominó fue el V con más del 50%. En otoño el mayor porcentaje correspondió al estadio VI, mientras que en la época de invierno dominó el estadio II con el 70% de total de hembras (Figura 21).

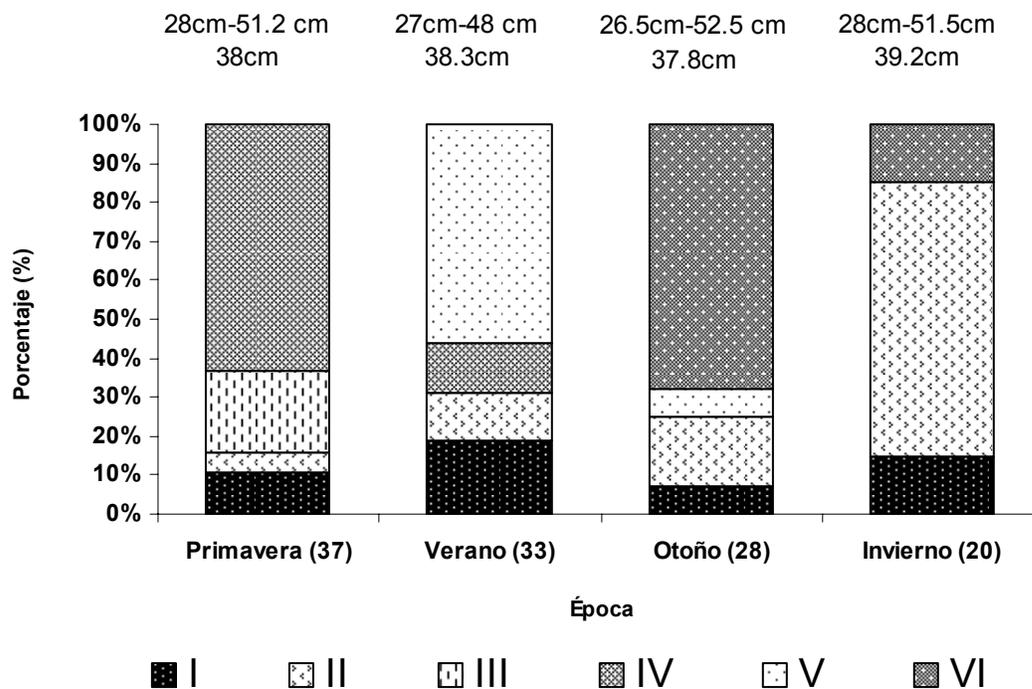


Figura 21.- Porcentajes de estadios de hembras de *Arius platypogon* por cada estación del año

Para *B. panamensis*, se registró un total de 163 hembras. El mayor porcentaje de hembras maduras (estadio IV) se determinó durante la primavera y en el verano, con un porcentaje de 53% y 28% respectivamente, mientras que en otoño el estadio VI fue el dominante (75%) y en el invierno el estadio II con un 90% del total de las hembras (Figura 22).

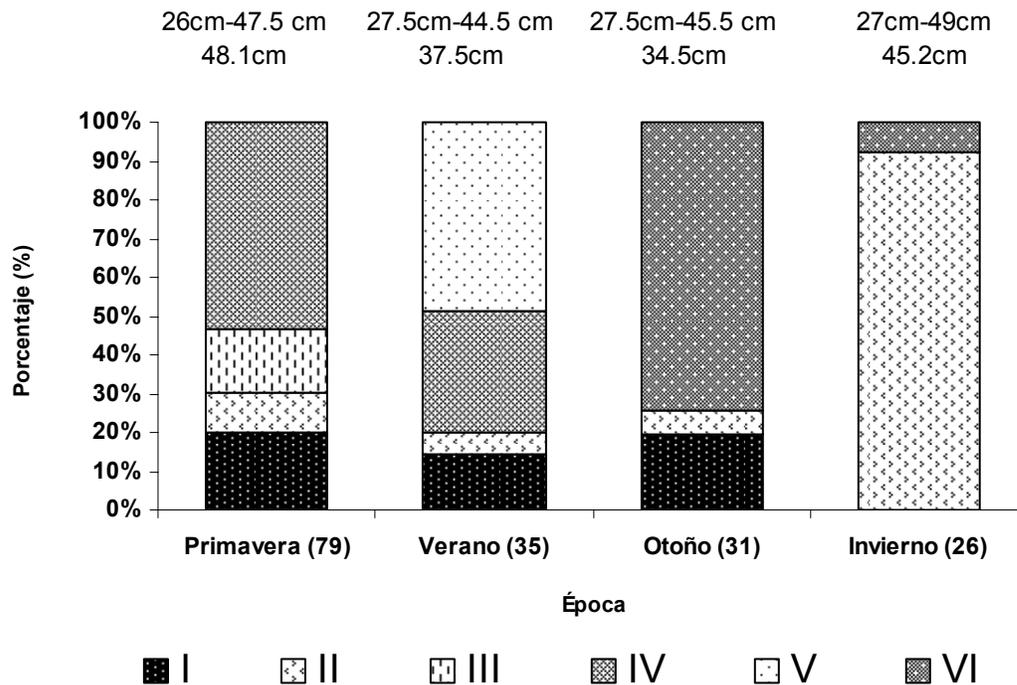


Figura 22.- Porcentajes de estadios de hembras de *Bagre panamensis* por cada estación del año.

7.6.2.-Índices biológicos

Para *A. platypogon* el IGS máximo promedio se obtuvo en primavera con 3.6 % y el mínimo en verano con un valor de 0.8%. En otoño este índice fue similar al verano con 0.9%, mientras que en invierno se observa que el porcentaje promedio tiene una tendencia a aumentar con un valor de 1.6%. Al graficar los datos promedios del IGS e IHS y mediante un análisis de regresión lineal se encontró una relación inversa entre ambos índices, ya que conforme aumenta el IGS, el IHS disminuye y viceversa (Figura 23).

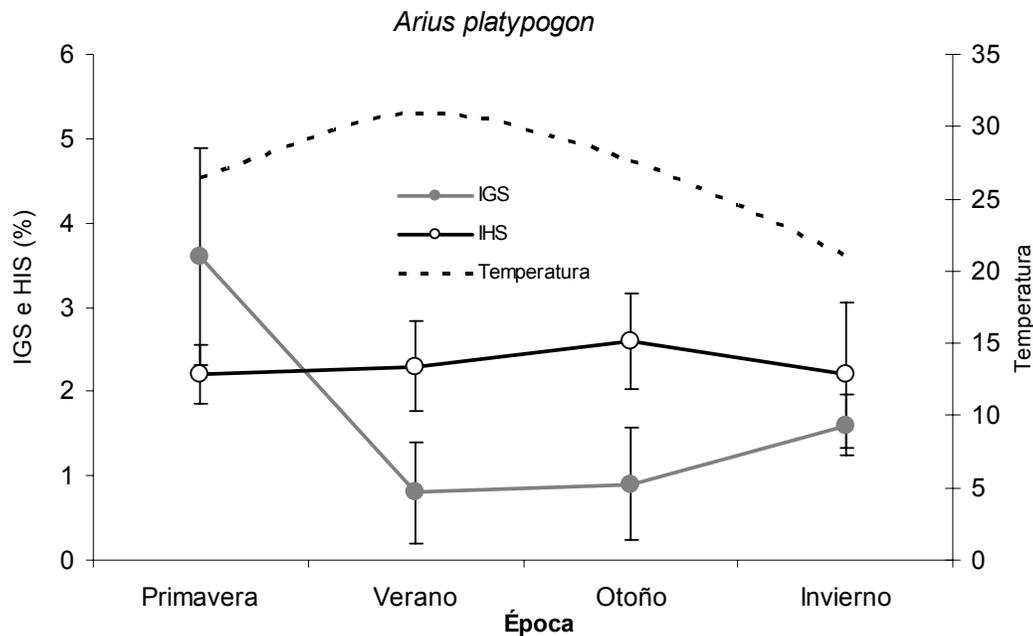


Figura 23.- Índice gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) y desviación estándar para la especie *Arius platypogon* en comparación con la temperatura.

Para *B. panamensis* el valor mayor del IGS se encontró en primavera con 4.5% y el menor en otoño con 0.3%. En lo que respecta al IHS tuvo un valor más bajo en primavera y el más alto en invierno, con 3.6% y 1.3% respectivamente. A pesar de que durante una estación del año (invierno) los índices no muestran una relación inversa, se hizo evidente en las otras estaciones (primavera, verano, invierno) con lo que se puede observar que conforme un índice aumenta el otro disminuye (Figura 24). La mayor diferencia se observa en el periodo de reproducción donde al parecer el IHS se ve más afectado por el aumento del IGS.

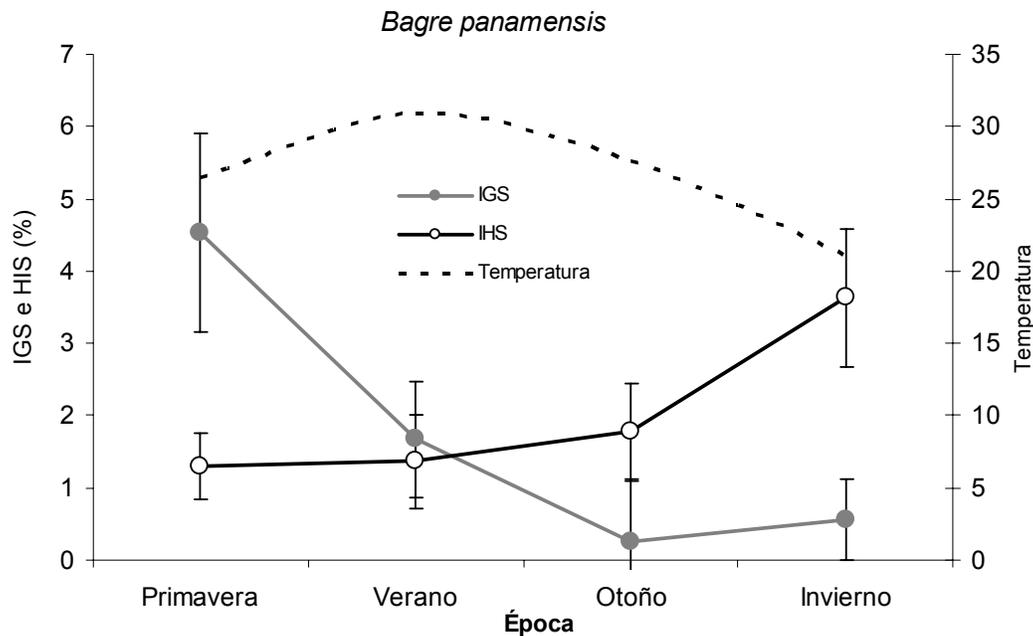


Figura 24.- Índice gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) y desviación estándar para la especie *Bagre panamensis* en comparación con la temperatura.

El alto valor de porcentaje de hembras maduras encontradas en primavera (mayo-junio) de ambas especies coincide con los altos valores del IGS y FC, en tanto los valores bajos del IGS y FC coinciden con las gónadas desovadas; mientras que el comportamiento del IHS es más bajo cuando se da el periodo reproductivo y alcanza su valor más alto antes de la reproducción por lo que hace sugerir que estas especies ejercen un alto gasto energético en la reproducción y almacenan energía antes del periodo reproductivo. Existen relaciones claras de la temperatura con el periodo de maduración y desove. Cuando la temperatura del agua empieza a elevarse, los organismos inician su maduración y cuando ésta es más alta, es cuando se da el desove. Este comportamiento se observó para ambas especies (Figuras 23 y 24). Aunado al anterior al comportamiento de los índices biológicos, se encontraron alevines en la cavidad bucal de los machos los



cuales estaban siendo incubados en verano (julio); por lo que hace suponer que *A. platypogon* y *B. panamensis*, presentan un periodo reproductivo al año, el cual se lleva a cabo en primavera-verano (de mayo a agosto) y desovan en los meses de junio y julio. Presentan un desarrollo ovocitario sincrónico en dos lotes con desove total. En algunas gónadas se encontraron dos grupos de tamaño, un primer grupo no desarrollado y otro de tipo vitelogénico de mayor tamaño (figura 25). El primer grupo no volvió a aparecer en el estadio desovado, lo que implica que fueron reabsorbidos luego de la reproducción o fueron eliminados conjuntamente con los ovocitos vitelogénicos.

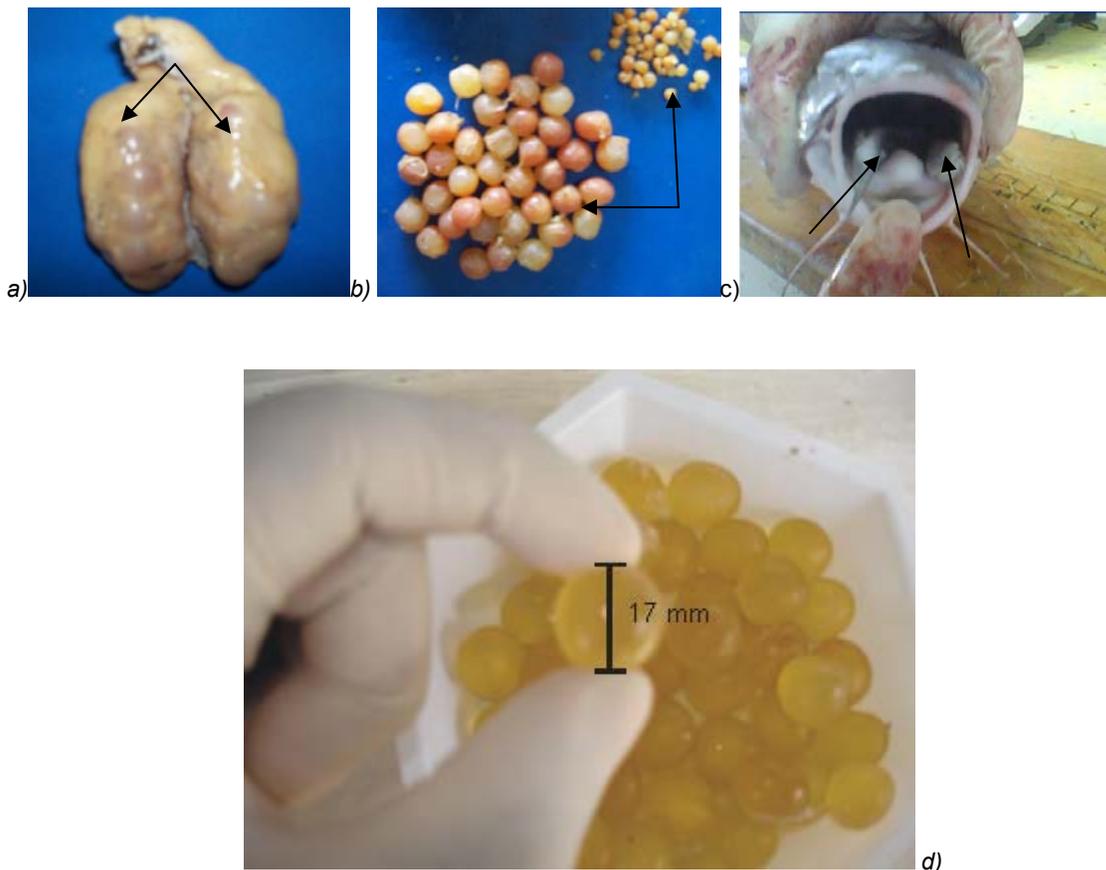


Figura 25.- a) gónadas; b) ovocitos de dos diferentes tamaños; c) alevines en la cavidad bucal de los machos; d) medida del diámetro de los ovocitos de mayor tamaño



7.6.3.-Talla de primera madurez

Durante el periodo analizado se presentaron hembras maduras desde 29 cm de LT para *A. platypogon* y el ajuste de la curva logística de la talla de primera madurez encontrada fue 35.04 cm (Figura 26) por lo que el modelo obtenido fue:

$$P = 1/1+ \exp [-0.2294 (LT - 35.04)]).$$

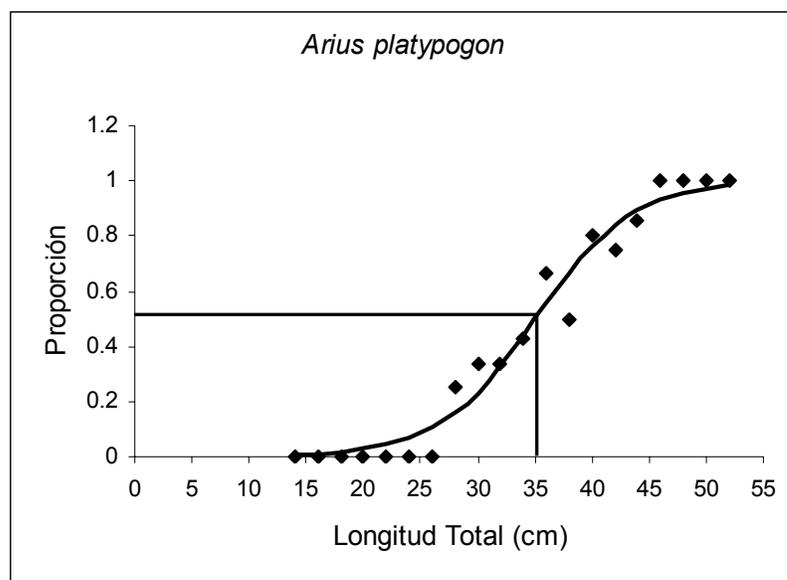


Figura 26.-Longitud de madurez sexual para *Arius platypogon* en el sur de Sinaloa.

Respecto a *B. panamensis* se encontraron hembras maduras a partir de 28 cm de longitud total y mediante el ajuste de la curva logística, la talla de primera madurez obtenida fue 35.03cm (Figura 27). El modelo encontrado fue:

$$P = 1/1+ \exp [-0.2327 (LT - 35.03)]).$$

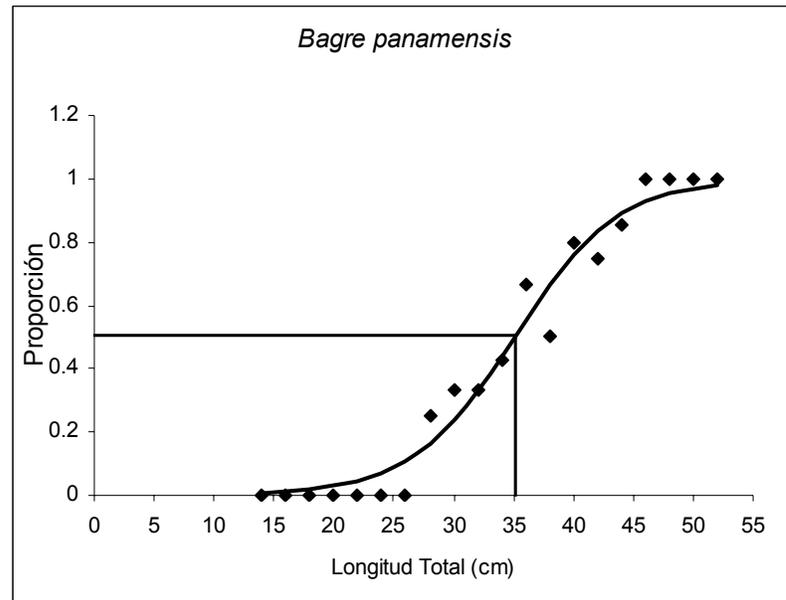


Figura 27.-Longitud de madurez sexual para *Bagre panamensis* en el sur de Sinaloa.

7.6.4.-Fecundidad

Se analizaron un total de 24 hembras maduras (estadio IV) de *A. platypogon* y 54 hembras maduras (estadio IV) para *B. panamensis*. La fecundidad de *A. platypogon* varió desde 6 hasta 48 ovocitos hidratados con un número medio de 35.54. Para *B. panamensis*, el número medio de ovocitos hidratados fue de 36.44 con un mínimo de 25 y máximo de 53 (Tabla 4).

Tabla 4.-Datos de fecundidad para ambas especies

| <i>Especie</i> | # Ovocitos <i>promedio</i> | # Ovocitos <i>mínimo-máximo</i> | Desviación estándar |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Arius platypogon</i> | 35.54 | 6-48 | 8.32 |
| <i>Bagre panamensis</i> | 36.44 | 25-53 | 6.99 |



Tanto en *A. platypogon* como en *B. panamensis*, se encontraron alevines los cuales estaban siendo incubados en la cavidad bucal de los machos, principalmente en el mes de julio.

Al analizar la relación longitud-fecundidad de *A. platypogon* y *B. panamensis* se encontró que tanto en organismos grandes como de tallas chicas había diversos valores de fecundidades (Figuras 28 y 29). Mediante la prueba “t” se obtuvo que el valor de la pendiente “b” no fue estadísticamente diferente de “0” ($t < 2.34$; $gl = 32$; $P > 0.05$ en *A. platypogon* y $t < 2.3$; $gl = 52$; $P > 0.05$ en *B. panamensis*) por lo que se determinó que la fecundidad no está influenciada por el tamaño del pez en ambas especies.

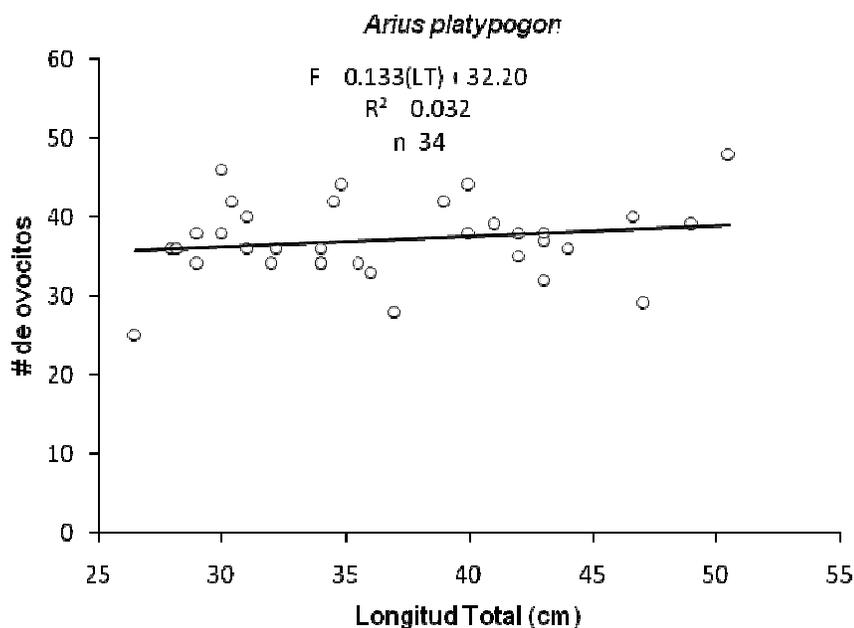


Figura 28.-Relación de la fecundidad con respecto a la longitud total de *Arius platypogon*.

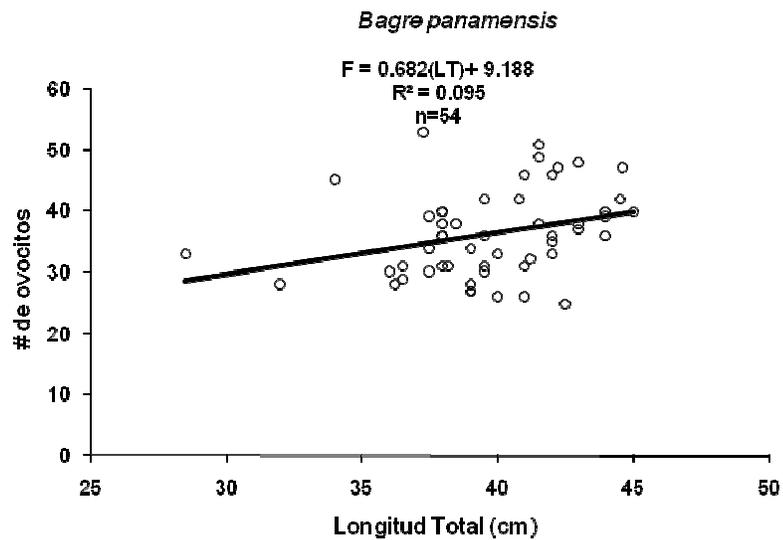


Figura 29.-Relación de la fecundidad con respecto a la longitud de *Bagre panamensis*.

7.6.5.-Proporción hembra: machos

Se obtuvo la proporción machos: hembras para cada una de las especies (sin contemplar el número de juveniles). Para *A. platypogon* la proporción general resultante fue 1.02 hembras por cada macho, aunque la proporción varió estacionalmente no se encontraron diferencias significativas (Tabla 5).

Tabla 5.- Datos generales y proporción de sexos por época del año para *Arius platypogon*.

| Época | Juveniles | Adultos | Hembra | Machos | Proporción(H :M) | Chi ² | P |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------------|------------------|-----------------|
| Primavera | 115 | 82 | 37 | 45 | 0.8:1 | 0.780 | >0.05 |
| Verano | 33 | 61 | 33 | 24 | 1.3:1 | 1.421 | >0.05 |
| Otoño | 8 | 50 | 28 | 23 | 1.2:1 | 0.490 | >0.05 |
| Invierno | 3 | 43 | 20 | 23 | 0.9:1 | 0.209 | >0.05 |
| General | 159 | 236 | 118 | 115 | 1:1 | 0.038 | >0.05 |



La proporción hembras: machos en general para *B. panamensis* fue 1.2 hembras por cada macho sin mostrar diferencias significativas, pero esta proporción varió estacionalmente mostrando una diferencia significativa en la época de primavera ya que se encontró una mayor cantidad de hembras en relación a los machos, con una proporción fue de 1.9 hembras por cada macho (Tabla 6).

Tabla 6.- Datos generales y proporción de sexos por época del año para *Bagre panamensis*.

| Época | Juveniles | Adultos | Hembra | Machos | Proporción (H : M) | Chi ² | P |
|----------------|-----------|------------|------------|------------|--------------------|------------------|-----------------|
| Primavera | 37 | 119 | 78 | 41 | 1.9:1 | 10.89 | <0.05 |
| Verano | 13 | 55 | 30 | 25 | 1.2:1 | 0.291 | >0.05 |
| Otoño | 6 | 61 | 23 | 38 | 0.6:1 | 3.21 | >0.05 |
| Invierno | 0 | 65 | 32 | 33 | 0.97:1 | 0 | >0.05 |
| General | 56 | 300 | 163 | 137 | 1.2:1 | 2.083 | >0.05 |



7.-DISCUSIÓN.

Este trabajo representa un estudio preliminar de la determinación de la edad, crecimiento y reproducción de los bagres marinos *Arius platypogon* y *Bagre panamensis*. Constituye una de las primeras aportaciones al conocimiento de la biología y dinámica poblacional de estos organismos. No obstante se considera que hacen falta muchos estudios por realizar en especial en el Pacífico Mexicano, no sólo sobre la dinámica poblacional de las especies ícticas sino también en lo referente a los aspectos biológicos, ecológicos, oceanográficos y pesqueros.

Como ya se mencionó la información acerca de la dinámica poblacional de las especies estudiadas es escasa, por lo cual los resultados obtenidos sólo se compararon con especies pertenecientes a la misma familia asumiendo que sus características biológicas y poblacionales son similares.

La relación obtenida de peso total y longitud total de las dos especies, sugieren un crecimiento de tipo alométrico positivo, lo cual puede deberse principalmente a varios factores como la época del año, edad, variación en la alimentación, sexo, madurez gonádica y desove como lo mencionan Margalef (1989) y Cushing (1975). Biológicamente el comportamiento de la relación longitud-peso puede variar en el transcurso del desarrollo de los bagres marinos; la ganancia de peso es poca antes de los 35 cm de LT (talla de primera madurez sexual de *A. platypogon* y *B. panamensis*), pues toda la energía el organismo es usada para aumentar en longitud disminuyendo así el riesgo de mortalidad natural por depredación (Cushing, 1975). Una vez que se alcanza la madurez gonádica, la ganancia en peso aumenta considerablemente debido a las necesidades energéticas para la reproducción (ganancia en peso de la gónada y almacenamiento de grasas).



Además hay migraciones que el pez realiza de su etapa juvenil a adulta la cual provoca diferencias en peso por la calidad y cantidad de alimento que consumen.

Cuando las especies muestran un crecimiento alométrico positivo su aumento en peso es mayor con respecto a la longitud, o bien, que el incremento en longitud equivale a más de 3 incrementos en peso "b". Según Lagler *et al.* (1977), los valores que puede alcanzar la pendiente b de la ecuación de crecimiento varía de 2.5 a 4 por lo que las dos especies estudiadas se encuentran dentro de este intervalo. Diversos autores han obtenido la ecuación que relaciona la longitud y el peso para especies pertenecientes a la familia Ariidae, en la cual se incluyen las especies de este estudio y han encontrado diferentes tipos de crecimiento Mazlan *et al.* (2008) determinaron un crecimiento alométrico negativo para la especie *Arius maculatus*, Mendoza (2005) determinó un crecimiento alométrico positivo en la especie *Bagre marinus*, mientras que Santos *et al.* (2008) determinaron un crecimiento isométrico para la misma especie. Estas diferencias en el tipo de crecimiento en especies de la misma familia pueden deberse tanto a la distribución de tallas, ya que organismos jóvenes aumentan más en longitud en proporción al peso, mientras que los organismos que ya han alcanzado su talla adulta, el aumento en proporción en peso es mayor; así como al tipo y cantidad de alimento disponibles y el número de organismos analizados.

Las tasas de crecimiento determinadas para ambas especies indican que poseen un crecimiento moderadamente lento, coincidiendo con lo señalado por diversos autores que han estudiado especies similares como Daan (1980) con *Arius tenuispinis*, Stephenson (1980) con *Notarius troschelii*, Vasudevappa y James (1989) para la especie *Arius dussumieri*, Conand *et al.*, (1995) *Arius parkii*. Dicho patrón de crecimiento puede tener relación con la poca presión por parte de los depredadores y con factores intrínsecos de las especies. Gulland (1971) señaló que el coeficiente de crecimiento (k), de la ecuación de von Bertalanffy, guarda cierta proporcionalidad con la mortalidad natural de la población; es decir, un pez que alcanza la longitud asintótica rápidamente (k elevado), es probable que



tenga una mortalidad natural elevada, mientras que un pez que crece lentamente (k bajo), es posible que tenga una baja mortalidad natural.

Los valores de L_{∞} encontrados para las especies de este trabajo son similares a los estimados por otros autores en especies pertenecientes a la misma familia como Conand *et al.* (1995) en *Arius parkii* (L_{∞} = 61.2 cm) y *Arius latiscutatus* (L_{∞} = 65 cm), Stephenson (1980) en *Notarius troschelii* (L_{∞} = 48 cm) y Castrejón (1987) en *Galeichthyes caeruleus* (L_{∞} =47 cm).

En las curvas de crecimiento de ambas especies en longitud y peso, se evidenció un crecimiento rápido en los dos primeros años de vida, el cual se hace más lento después del tercer año, hasta que alcanzan su longitud máxima, donde la pendiente se hace prácticamente asintótica. Se observó que la curva de crecimiento en peso se comporta de manera sigmoidea, lo que tiene que ver con el hecho de que en las primeras etapas de vida, el pez utiliza parte de la energía para el desarrollo gonadal (Ricker 1975; Csirke 1980). Por otra parte, Gómez-Larrañeta (1967), indicó que la temperatura y la abundancia de alimento, son factores ambientales importantes que influyen sobre la curva de crecimiento, es decir, una especie puede tener sus propios parámetros de crecimiento, pero éstos pueden variar por las características del área donde se desarrolla la población. Así también valores de L_{∞} , P_{∞} y k pueden sufrir cambios durante todo el ciclo de vida de los organismos que no siempre pueden ser representados por los modelos teóricos.

Las descripción y clasificación de las seis etapas gonadales descritas por Vazzoler (1996) se ajustan adecuadamente a lo observado en las gónadas de las especies estudiadas, con una fase de madurez, evidenciado por el gran tamaño de los ovarios, así como variaciones en la forma, que van desde un aspecto filiforme durante la etapa inmadura, cambiando a una forma lobular a través del proceso de maduración, hasta la flacidez después del período de desove. En este sentido, el desarrollo gonadal del ciclo reproductivo de esta familia parece ser



similar para distintas especies de la zona oriental del Pacífico tropical y subtropical, y del Atlántico occidental, de acuerdo con los resultados de Gomes y Araujo (2004) para dos especies de bagre de sur de Brasil.

La proporción sexual hembra:macho no varía estacionalmente, y por tanto tampoco varía para el total de las muestras. Esta observación puede indicar que no hay una acumulación sexual durante el periodo reproductivo, sin embargo estudios enfocados a este fenómeno son necesarios para probar esta parte.

Para considerar el periodo reproductivo de esta familia se deben considerar dos criterios según Lee (1937): 1) el desarrollo gonádico de las hembras y, 2) la abundancia y el grado de desarrollo de los huevos en la cavidad bucal. El periodo reproductivo de los bagres *A. platypogon* y *B. panamensis* encontrado mediante el uso del IG y las frecuencias de ovarios por fases muestran marcadas diferencias estacionales: hay dos temporadas de inactividad (otoño e invierno), cuando casi todas las gónadas son inmaduras, o se están recuperando, y dos temporadas de actividad (primavera y verano) en las que la presencia de gónadas maduras o desovadas es evidente. Otros estudios sobre las especies de la familia Ariidae también han descrito un solo período reproductivo por año. En este estudio se encontró este período de la primavera al verano, con gónadas maduras en mayo y junio, y machos incubando alevines por vía oral en julio y agosto. Resultados similares han sido obtenidos por Mendoza y Hernández (2005) en el Golfo de México para *Bagre marinus*, y Gomes y Araújo (2004) en el sur de Brasil para *Sciadeichthys luniscutis* y *Genidens genidens*. Estudios previos han demostrado que los bagres generalmente presentan un solo período de desove anual correspondiente a la temporada de verano o durante el aumento de la temperatura (Dmitrenko, 1970; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1976; Rimmer y Merrick, 1983), observaciones que coinciden con nuestros resultados, porque el periodo de desove se produce cuando la temperatura del agua se incrementa.



Por otro lado, los bagres *A. platypogon* y *B. panamensis* parecen ser especies de estrategia *K*, similar a otras especies de bagres (Gomes y Araujo, 2004; Mendoza y Hernández, 2005), porque muestra una edad reproductiva tardía, incubación de huevos y embriones, y baja fecundidad (36 de media en nuestro estudio) con ovocitos vitelogénicos de gran tamaño y un alto esfuerzo reproductivo. Se conoce que los bagres producen los ovocitos de mayor tamaño entre los peces teleósteos (Wallace y Selman, 1981), por lo tanto presentan una fecundidad baja en comparación con otros teleósteos.

La baja fecundidad encontrada es una característica distintiva de las especies de la familia Ariidae, la cual está relacionada con la táctica de incubación oral posiblemente debido al gran tamaño de los ovocitos (Dmitrenko, 1970; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1976; Rimmer y Merrick, 1983; Reis, 1986; Palazón *et al.*, 1994). Es posible que la fecundidad esté limitada por el espacio disponible en la cavidad bucal del macho, así como por el gran tamaño de los ovocitos producidos por las hembras. Estas especies gastan grandes cantidades de energía durante su proceso reproductivo, tanto en la producción de huevos de gran tamaño como en la incubación de los mismos. En este sentido el éxito reproductivo de estas especies puede depender no sólo de la fecundidad, sino también del número de huevos incubados por los machos. Durante el transcurso de este estudio se observaron individuos con gónadas que tienen ovocitos maduros e inmaduros antes del periodo de desove; y durante la temporada de desove, se encontraron las gónadas totalmente desovadas, lo que indica que los ovocitos inmaduros que se habían encontrado previamente fueron reabsorbidos o se eliminaron junto con los ovocitos maduros. Esta observación podría indicar que el bagre cominate "selecciona" su fecundidad en función del número de machos disponibles, para garantizar que todas las crías sean incubadas. Sin embargo, para corroborar esta hipótesis es necesario realizar otros estudios durante un largo periodo de tiempo con el fin de correlacionar la presencia de hembras maduras con el número de machos.



Los resultados obtenidos de la relación fecundidad-longitud total, muestra que en estas especies la fecundidad no está influenciada por la talla ya que se encontraron valores diversos de fecundidad sin importar la talla de los organismos. Mendoza y Hernández (2005) encontraron también una baja correlación al analizar esta relación en el bagre bandera (*Bagre marinus*).

La longitud de madurez sexual encontrada para las especies en este estudio (35 cm), no se puede comparar con estudios similares hechos en esta especie o familia incluso, ya que esta estimación no ha sido realizada previamente. Sin embargo, la información obtenida es de suma importancia, ya que se encontró que los pescadores locales capturan con frecuencia juveniles, hembras maduras, así como machos incubando, lo cual puede tener efectos sobre la población de esta especie. La captura de organismos juveniles disminuye el reclutamiento de las especies por la disminución de la población, la cual tiene consecuencias en las posteriores clases anuales de las especies explotadas (Blaber *et al.*, 2000). La supervivencia de las primeras fases juveniles de las especies de peces marinos es crucial para el éxito o el fracaso de los subsiguientes años de clases en una pesquería (Campana *et al.*, 1989; Bailey y Spring, 1992).



8.-CONCLUSIONES

Los bagres marinos *Arius platypogon* y *Bagre panamensis* capturados en la pesca artesanal con red agallera varían desde los 14 a los 52 cm de longitud total.

El crecimiento que presentan ambas especies es de tipo alométrico positivo sin diferencias significativas entre machos y hembras.

Las longitudes asintóticas encontradas son de L_{∞} 57.27 de *A. platypogon* y L_{∞} = 55.25 de *B. panamensis*.

El coeficiente de crecimiento k = 0.2553 para *A. platypogon* y k = 0.245 de *B. panamensis*.

Los bagres marinos *A. platypogon* y *B. panamensis* alcanzan su talla de primera madurez a los 35 cm de longitud total y corresponden a una edad 3.3 y 3.8 años respectivamente. La especie *A. platypogon* alcanza el 95% de su longitud infinita cuando tiene 12.19 años, mientras que *B. panamenis* a los 12.59.

La fecundidad es de 36 ovocitos por año para ambas especies con una época reproductiva de primavera a verano, con organismos maduros en los meses de mayo y junio (primavera) y desove en julio y agosto (verano).



9.-REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alonso, R. 1998. Ocurrencia de mareas rojas y calidad de agua en la zona sur de la Bahía de Mazatlán Sinaloa. Tesis de maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Amezcuca, L. 1972. Aportación al conocimiento de los peces del sistema de Agua Brava, Nayarit. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 209 p.
- Amezcuca, L. 1977. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Anales Centro de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. 4(1) 1-26.
- Amezcuca, F. 1996. Peces Demersales de la Plataforma Continental del Pacífico Central de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma de México, 183 p.
- Ayón, P. 1997. Crustáceos decápodos asociados a la captura de la langosta *Panulirus* spp (Whyte, 1847) en el sur de Sinaloa. Tesis de maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bailey, K., & S. Spring. 1992: Comparison of larval, age 0+ and age 2 recruit abundance indices for walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, in the western Gulf of Alaska. ICES J. Mar. Sci. 49, 297–304.
- Bawazeer, A. 1987. The fishery management of the stock of chim, the giant sea catfish *Arius thalassinus* in Kuwait waters. Kuwait Bull. Mar. Sci.,. 9:87-100.
- Bertalanffy, L. von. 1960. Principles and theory of growth, p. 137-259. *In* R. Musk, J. Britton & S. Axford. 2006. The effect of subjective fish scale ageing on growth



and recruitment analyses: A case study from the UK. *Acta Ichthyol. Piscat.* 36:81-84.

Blaber, S., Cyrus, D., Albaret, J., Chong, V., Day, J., Elliott, M., Fonseca, M., Hoss, D., Orensanz, J., Potter, I. & W., Silvert. 2000. Effects of fishing on the structure and functioning of estuarine and nearshore ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 590–602.

Campana, S., Frank, K., Hurley, P., Koeller, P., Page, F. & P. Smith. 1989. Survival and abundance of young Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinis*) as indicators of year class strength. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46, 171–182.

Cano-Pérez, F. 1991. Golfo de California: Oceanografía física. En: G. Lanza-Espino (ed.), *Oceanografía de Mares Mexicanos*. AGT Editor, México, D.F., pp. 453–514.

Carpenter, K. 2002. The living marine resources of the western central Atlantic. Volume 3, sea turtles and marine mammals. *FAO Species identification guide for fishery purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication 5*: 1375-2127.

Castrejón G. 1987. Algunos aspectos biológicos del bagre *Galeichthyes caerulescens* (Gunther): estructura en talla y peso de la población y factor de condición en la laguna de Tres Palos, Guerrero. Tesis profesional. Fac. Ciencias. UNAM. 114 p.

Chen, Y., Jackson, D. & H. Harvey., 1991. A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modeling fish growth data. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences.* 49: 1228 – 1235



Chen, Y., Jackson, D., & H. Harvey. 1992. A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 1228-1235.

Collins, A. & Anderson, A. 1995. The regulation of endogenous energy stores during starvation and refeeding in the somatic tissues of the golden perch. *Journal of Fish Biology*, 47: 1004-1015.

Conand, F., Camara, S. & F. Domain. 1995. Age and growth of three species of Ariidae (Siluriformes) in coastal waters of Guinea. *Bull. Mar. Sc.* 56(1):58-67.

Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. *FAO Fish. Tech. Pap.* 72-85

Cubillos, L. 2003. Evaluación del stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Región, año 2002. Informe Final FIP 2002-14, Informes Técnicos FIP – IT / 2002-14, 127 p.

Cushing, D. 1975. *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press, Cambridge, 278 p.

Daan, N. 1980. A review of replacement of depleted stocks by other species and the mechanisms underlying such replacement. *Rapports et Procès-verbaux des reunions Conseil international pour l'exploration de la mer* 177: 405–421.

Defeo, O., Arreguín, S. & J. Sánchez., 1992. Growth study for the yellow clam *Mesodesma mactroides*: a comparative analysis of three length-based methods. *Scientia Marine*. 56: 53-59.



Dmitrenko, E. 1970. Reproduction of the sea catfish (*Arius thalassinus* Ruppel) in the Arabian sea. J. Ichthyol. 10: 634-641.

Dmitrenko, E. 1975. Size-age composition of the giant catfish, *Arius thalassinus*, in the vicinity of Kathiawas Peninsula (India). J. Ichthyol., 15:622-629.

Dwiponggo, A., Hariati, T., Banon, S., Palomares, M. & D. Pauly. 1986. Growth, mortality and recruitment of commercially important fishes and penaeid shrimps in Indonesian waters. ICLARM Tech. Rep., pp: 17-91.

Espino-Barr, E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima México. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Colima, Posgrado Interinstitucional de Ciencias Pecuarias, Colima.

Etchevers, S. 1978. Contribution to the biology of the sea catfish, *Arius spixii* (Agassiz) (Pisces, Ariidae), south of Margarita Island, Venezuela. Bull. Mar. Sci., 28(2):381-385.

FAO, 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Roma, Italia. 53 p

Fischer, W., Krupp, F., Sommer, C., Carpenter, K. y Niem. V. 1995. Guía FAO, para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental. Roma: FAO.

Froese, R. & Pauly D. (Ed.), 2005. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (Accessed in 07/2005).



Gayanilo F, Sparre P & D. Pauly . 2005. FAO-ICLARM stock assessment tools II (FiSAT II), revised version. User's guide. FAO, Rome

Gomes, I. & F. Araújo. 2004. Reproductive biology of two marine catfishes (Siluriformes, Ariidae) in the Sepetiba Bay, Brazil. Rev. Biol. Trop. 52(1): 143-156

Gómez-Larrañeta, M. 1967. Crecimiento de *Pagellus erithrinus* de las costas de Castellón. Inv. Pesq. 31: 185-258.

González, V. 1972. Aspectos biológicos y distribución de algunas especies de peces de la familia Ariidae de las lagunas litorales del noroeste de México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 88 pp.

Gosso, M. 1997. Aportes al estudio de la reproducción de peces del río Paraná Medio entre Ríos Argentina: Acta Limnologica Brasilensia: 53-83

Guerra, D., Marques D. y López, R. 2005. Cuaderno de Problemas de Probabilidad y Estadística. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F. 89p.

Gulland, J. (1964). A note on the interim effects on catches of changes in gear selectivity. J. Cons. Int. Explor. Mer., 29(1):61-64.

Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC. 405 p.

Hendrickx, M. 1986. Distribución y abundancia de los camarones peneidos (Crustacea: Decapoda). Ann. Inst. Cien. Mar Limnol. Univ. Auton. México 13:345-368.



Hendrickx, M. 1993. Crustáceos decápodos bentónicos del sur de Sinaloa, México. *Anales Instituto de Biología. U.N.A.M. Serie Zoología.* 64(1): 1-16.

Jennings, S. & Kaiser, M. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 34: 291–302.

King, M. 1995. *Fisheries biology. Assessment and Management.* Fishing News Books, Oxford, England.

Lagler, J., Bardach, R., Miller, R. & D., May Passino. 1977. *Ichthyology.* John Willey y Sons. USA. 506 p.

Lara, D. 1986. *Biología y Ecología comparada de los bagres marinos de la Laguna de Términos Campeche Sur de Golfo de México (Pisces:Ariidae).* Tesis de maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 274p.

Lara D. y Yáñez-Arancibia, A. 1988. Ecology of three sea catfishes (Ariidae) in a tropical coastal ecosystem Southern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 49, 215-230.

Lee, G., 1937. Oral gestation in the marine catfish, *Galeichthys*. *Copeia.* (1): 49-56.

Leonce-Valencia, C., y O. Defeo. 1997. Evaluation of three length-based methods for estimating growth in tropical fishes: the red snapper *Lutjanus campechanus* of the Campeche Bank (Mexico). *Sci. Mar.* 61: 297-303.

Margalef, R. 1989. Condiciones de aparición de la pulga de mar y presiones de selección sobre sus componentes. *Cuadernos de Área de Ciencias Marinas* 4:13-20.



Mazlan, A., Abdullah, S., Shariman, M. & A., Arshad. 2008. On the Biology and Bioacoustic Characteristic of Spotted Catfish *Arius maculatus* (Thunberg 1972) from the Malaysian Estuary. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 3(2): 63-70

Mendoza, C. & Hernández, F. 2005. Annual reproductive cycle of gafftopsail catfish, *Bagre marinus* (Ariidae) in a tropical coastal environment in the Gulf of Mexico. *Hidrobiológica*, 15 (3):

Murphy, B. & Willis, W. 1996. *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 564 pp.

Nikolsky, G. 1963. *The ecology of fishes*. Academic, Londres. 352 p.

N'jock, J.C., 1990. Les ressources démersal côtières du Cameroun: biologie et exploitation des principales espèces ichthologiques. Thèse doctorat, Univers. Aix-Marseille II, vols. 1 & 2: 156 p. and 89 p.

Palazón, J., León, J., Eglee, G. & J., BOLAÑOS.1994. Reproducción del bagre cacumo, *Bagre marinus* (Mitchill, 1815) (Pisces: Ariidae) de la costa sur de la Isla Margarita, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico* 33, 19-27.

Patterson, K. 1992. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*. 2: 321-338.

Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters : a manual for use with programmable calculars. *ICLARM Fishbyte*, 1(2): 9-13.

Pauly, D. & Munro, J. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2: 21.



Reis, E. 1986. Age and growth of the marine catfish, *Netuma barba* (Siluriformes, Ariidae), in the estuary of the Patos Lagoon (Brazil). *Fish. Bull.* 84, 679–686.

Ricker, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish.; Res Board Can.* 191: 1-382.

Rimmer, M. & J., Merrick. 1983. A review of reproduction and development in the fork-tailed catfishes (Ariidae). *Proceedings of Linnaeus Society. N. S. W.* 107, 41-50.

Santos V., Medina M., Seca E., Murillo G., y Huchín M. 2008. Crecimiento y mortalidad del bagre bandera (*Bagre marinus*) Campeche, México. IV Foro científico de pesca ribereña. *Acapulco Gro.* 38: 77-78

Sokal R. & Rohlf F. 1995. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, New York, NY.

Soto, C. 2006. Dinámica poblacional de las mojarra *Diapterus peruvianus* y *Eucinostomus entomelas* (Pisces: Gerridae) en la costa de Sinaloa México. Tesis de maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 117p.

Sparre, P., Ursin E. & Venema C, 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO, Rome.

Sparre, P. y Venema, C. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO. Documento técnico de pesca. 306/1. Rev. 1. 420 p.



Sparre, P. & Venema, C. 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Rev.2. Rome, FAO. 407p.

Stephenson.1980. *En*: Velasco, G. & Oddone, C. 2004. Growth parameters and growth performance indexes for some populations of marine catfishes (Actinopterygii, Siluriformes, ARIIDAE). Acta Biologica Leopoldensia 26(2): 307-313

Sullivan, J., J. Lundberg & M. Hardman, M., 2006. A phylogenetic analysis of the major groups of catfishes (Teleostei: Siluriformes) using rag1 and rag2 nuclear gene sequences. Mol. Phylogenet. Evol. 41, 636–662.

Taylor, C. 1958. Cod growth and temperature. Journal Du Conseil.23(3): 366-370.

Vasudevappa, C. & P. James. 1988. Age and growth of the marine catfish *Trachysurus dussumieri* along the Dakshina kannada coast., in *The first Indian fisheries Forum, Proceedings, M. Mohan Joseph, Editor*. Asian Fisheries Society, Indian Branch: Mangalore, India. p. 225 - 228.

Vazzoler, A. 1996. Biología reproductiva de peixes teleósteos: Teoria e prática. Maringá, Editora Universidade Estadual de Maringá e Sociedade Brasileira de Ictiologia, Brasília, CNPq/Programa Nacional de Zoologia: 169 p.

Velasco, G. & Oddone, C. 2004. Growth parameters and growth performance indexes for some populations of marine catfishes (Actinopterygii, Siluriformes, ARIIDAE). Acta Biologica Leopoldensia 26(2): 307-313

Velasco, G., Reis, E. & Vieira, J. 2006. Calculating growth Parameters of *Genidens barbatus* (Siluriformes, Ariidae) using length composition and age data. J. Appl. Ichthyol. 23 (2007), 64–69



Vlaming, V., Grossman, G. & F. Chapman. 1982. On the use the gonosomatic index. In: *Comp Biochem Physiol.*, 73 (4): 31-39.

Wallace, A., & K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Am. Zool.* 21: 325-343.

Warburton, K. 1978. Age and growth determination in a marine catfish using an otolith check technique. *J. Fish Biol.*, 13:429-434.

Yáñez-Arancibia, A., Curiel, G. & V., Yáñez. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.* 3, 125-180.

Yáñez-Arancibia, A. y Leyton, V. 1977. Desarrollo del otolito embrionario, patrón de su crecimiento y comparación morfológica con otolitos juveniles y adultos del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther). *Anales Centro de Ciencias del Mar y Limnología.* Universidad Nacional Autónoma de México 4: 115-124. En *Biología y Ecología comparada de los bagres marinos de la Laguna de Términos Campeche Sur de Golfo de México* (Pisces: Ariidae)

Yáñez -Arancibia, A., Amezcua , F. & Day, J. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon a tropical estuary in the Southern Gulf of Mexico. In: Kennedy, V. (ed.) *Estuarine perspectives.* Academic Press, New York, p. 465-482

Yoneda, M., Tokomura, M., Fujita, H., Takeshita, N., Takeshita, K., Matsuyama, M. & Matsuura, S. 1998. Reproductive cycle and sexual maturity of the anglerfish *Lophium setigerus* in the East China Sea with a note on specialized spermatogenesis. *Journal of Fish Biology*, 53: 164-178.