

# Biología reproductiva del bagre del Balsas *Istlarius balsanus* (Pisces: Ictaluridae), del río Amacuzac, Morelos.

ALFONSO DIAZ-ROJAS

Laboratorio de Ictiología  
Centro de Investigaciones Biológicas  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos  
Avenida Universidad 1001  
Colonia Chamilpa  
Cuernavaca, Morelos, México

EDMUNDO DIAZ-PARDO\*

Sección de Ictiología y Ecología de Aguas Dulces  
Laboratorio de Cordados  
Departamento de Zoología  
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.  
Prol. de Carpio y Plan de Ayala  
Apartado Postal 42-186  
11340 México, D.F.

DÍAZ-ROJAS, A. y E. DÍAZ-PARDO, 1991. Biología reproductiva del bagre del Balsas *Istlarius balsanus* (PISCES: ICTALURIDAE), del río Amacuzac, Morelos. *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.* **34**: 173-189.

**RESUMEN:** Se presenta el resultado del análisis de 408 ejemplares de *Istlarius balsanus*, colectados en el río Amacuzac, Morelos, México.

El dimorfismo sexual se aprecia al localizar los poros genitales; en los machos se observa uno solo, urogenital y en las hembras dos poros, uno genital y otro urinario. El ciclo reproductivo presenta seis fases y la temporada de reproducción comprende de noviembre hasta julio, con un máximo en marzo. El número promedio de huevecillos es de 4685 (para 36 hembras grávidas), con un diámetro de 2.5 mm. La fecundidad relativa se estimó mediante un análisis de regresión exponencial, encontrando para una una hembra de 230 mm de longitud patrón (LP) 1832 huevecillos y 27616 para otra de 614 mm. La talla del primer reclutamiento reproductivo en las hembras es de 189 mm (LP) y en los machos de 167 mm. La proporción sexual es de 1:1.1 para machos y hembras, respectivamente.

---

\* Becario de la COFAA-IPN

## INTRODUCCIÓN

En México se conocen tres familias de bagres: Aridae, Pimelodidae e Ictaluridae (Alvarez, 1970), esta última comprende a peces dulceacuícolas neárticos. *Istlarius balsanus* pertenece a esta última familia, se encuentra distribuido en la cuenca del río Balsas y junto con la mojarra criolla, *Cichlasoma istlanum*, son las especies más importantes de la cuenca por ser una fuente considerable de insumos para los pescadores, quienes en el río Amacuzac llegan a atrapar ejemplares de bagre de hasta 6 kg de peso.

En nuestro país el bagre al que se le ha dado mayor importancia es *Ictalurus punctatus*, especie del norte de México y sur de Estados Unidos de América y que actualmente se cultiva en algunos estados de la República.

Contreras, et al. (1976) han señalado que en México es muy común el aprecio por las especies exóticas introducidas, tales como las tilapias africanas, las carpas de China y los ictalúridos de Norte América, despreciando a las especies nativas, que incluso en ocasiones son consideradas como plagas, sin pensar que deben ser la base de la acuicultura en México.

Por este motivo, es importante el estudio de las especies mexicanas, potencialmente cultivables sean o no endémicas, como lo son los bagres del río Balsas, los del Lago de Chapala y los del sureste de México, además de numerosas especies de cíclidos y aterínidos. Por ello este trabajo es una contribución al conocimiento de la biología reproductiva del bagre del Balsas, a partir de la descripción del ciclo reproductivo y de los estadios de madurez gonádicos, talla promedio de primer reclutamiento reproductivo, fecundidad relativa e índice gonosomático.

## METODOLOGÍA

Los peces objeto de estudio provinieron del río Amacuzac, municipio de Jojutla, Morelos, México. Localizado entre los 18° 20' y 19° 05' norte y los 99° 05' y 99° 55' oeste.

Se colectaron un total de 408 ejemplares de *Istlarius balsanus*\* mediante 16 muestreos mensuales ocurridos en febrero, mayo, agosto y septiembre de 1986 y de manera consecutiva de noviembre de 1986 a octubre de 1987.

En el campo los individuos fueron pesados y sexados a simple vista, más tarde el sexo se corroboró con la técnica descrita por Moen (1959).

Para determinar el dimorfismo sexual a cada ejemplar se le tomaron los siguientes datos: longitud patrón, longitud cefálica, altura máxima del cuerpo, anchura cefálica máxima y perímetro del cuerpo; de todos ellos se estimó la media y más-menos dos veces la desviación estándar.

A fin de identificar los estadios de madurez gonádica, se tomaron los siguientes datos: longitud, peso y volumen de las gónadas, peso del pez y longitud de la cavidad visceral ajustando las características establecidas por Nikolsky (1963). El número y diámetro de los huevecillos se determinaron por el método gravimétrico y el de Von Bayer, respectivamente; (Lagler, 1975). También se tomó el peso de la grasa encontrada dentro de la cavidad visceral para establecer la relación de ésta con la madurez gonádica. Además,

---

\* Miller (1986), asigna esta especie dentro del género *Ictalurus*.

se estimó el índice gonosomático (Gregor, *et al.* 1986) y la fecundidad relativa (Bagenal, 1978 y Nikolsky 1963), esta última se ajustó mediante un análisis de regresión exponencial.

## RESULTADOS

### DIMORFISMO SEXUAL.

La determinación del sexo a simple vista mostró que los poros genitales no presentan diferencias aparentes, pues con el análisis de 140 ejemplares sólo se obtuvo un 68.57% de acierto; por lo contrario, al utilizar la técnica descrita por Moen (1959) se pudo diferenciar el sexo con un 95.28% de certeza, analizándose para esta última prueba 126 ejemplares. En todos los organismos revisados se comprobó el sexo mediante disecciones.

Los machos presentan un conducto urogenital que comunica al exterior por un único poro (figura 1A); a diferencia de las hembras que presentan conductos separados, uno urinario y un oviducto que resulta de una continuación de la envoltura ovárica (condición gimnovárica) y que desembocan al exterior en poros separados (Hoar, 1969), el primero en la parte posterior de la región genital y el segundo entre el ano y el poro urinario (figura 1B).

El análisis estadístico de los caracteres merísticos mostró que las diferencias encontradas entre los sexos no fueron significativas. Esto puede observarse en la figura 2, en donde se comparan los valores de la media y más-menos dos veces la desviación estándar de la altura máxima, longitud cefálica, perímetro del cuerpo y ancho de la cabeza.

### PROPORCION SEXUAL.

La proporción sexual encontrada en *Istlarius balsanus* fue de 1:1.14, para machos y hembras respectivamente. La longitud patrón promedio tuvo una ligera variación entre los sexos, siendo de 263.7 mm para los machos y 261.5 en las hembras. La amplitud de variación de estos datos en ambos sexos es mínima.

### CICLO DE MADUREZ SEXUAL.

Las diferencias encontradas en los testículos y ovarios de los ejemplares estudiados son muy marcadas, por lo que a continuación se describe el aparato reproductor:

Los testículos están dispuestos en forma longitudinal y adosados a la pared dorsal de la cavidad visceral cubriendo como cifra promedio de todos los ejemplares revisados el 65% de la misma. Las caras dorsales de las gónadas están unidas firmemente al peritoneo, se encuentran libres en la parte anterior y unidas en un conducto, en la parte posterior, desembocando en un solo poro (figura 1A). En organismos juveniles la cara ventral de los testículos es un filamento laminar. En los que inician o continúan su maduración la cara lateral externa lleva digitaciones laminares, que más tarde se convierten en triangulares y finalmente esponjosas. En los ejemplares que alcanzaron su madurez, tanto la cara lateral externa como la cara ventral son de apariencia esponjosa, debido a que los testículos están listos para la reproducción y se encuentran totalmente llenos.

Los ovarios son de forma sacular, están dispuestos longitudinalmente y adosados a la

pared dorsal de la cavidad visceral (cubriendo en promedio un 78% de la cavidad). Las caras dorsales de las gónadas están unidas firmemente al peritoneo, se encuentran libres en su parte anterior y unidas en la posterior desembocando al exterior en un poro genital (figura 1B). En organismos juveniles son de menor longitud y volumen y no presentan óvulos. Cuando se inicia la maduración aparecen los primeros óvulos (0.7 mm de diámetro), de color blanquecino. En la reproducción, los óvulos son ocasionalmente de color amarillo ámbar, aunque por lo general son amarillo claro y tienen 2.43 mm de diámetro promedio, en esta fase los ovarios presentan su máximo volumen y longitud, encontrándose totalmente llenos.

El ciclo reproductivo de *Istlarius balsanus* presenta seis fases, cuyas principales características se muestran en los cuadros 1 y 2 y en la figura 3. En el estadio uno se encuentran peces juveniles con longitud patrón (LP) promedio de 218 mm para hembras y de 153 para los machos. En las primeras la ocurrencia más alta se encontró en julio con un 50% y para los machos en febrero y mayo con 14.20% (figuras 4 y 5).

El estadio dos se encontró en ejemplares con una LP de 175 a 200 mm en hembras y de 133 a 207 mm en los machos. La talla promedio, cuando por primera vez alcanzan el estadio dos de maduración, es de 189 mm para hembras y de 167 mm (LP) para machos. El valor máximo de ocurrencia fue de 60% en octubre para las hembras y de 40% en diciembre para los machos (figuras 4 y 5), este estadio se encontró durante todo el ciclo excepto en los machos de enero.

El estadio tres presentó el porcentaje de ocurrencia más elevado en enero, siendo de 18.75 y 66.66 para hembras y machos, respectivamente. Para el estadio cuatro encontramos los valores más altos en mayo y abril con un 28.57% en los machos y un 30.76% para el otro sexo. Cabe mencionar que en diciembre también se encontraron porcentajes elevados, hembras 23.07 y machos 30 (figuras 4 y 5).

El estadio cinco o de reproducción, se halló en las hembras durante el periodo de noviembre-septiembre, si bien los porcentajes de ocurrencia más altos aparecieron en enero (37.5), marzo (46.15) y abril (35.71); en los machos este estadio se manifestó en el periodo de abril-febrero, localizando los porcentajes más elevados en mayo y julio con un 26.66 y 29.62 en forma respectiva (figuras 4 y 5).

En virtud, de lo anterior, se considera que la temporada de reproducción es muy larga, pues comprende de noviembre a julio, con un máximo reproductivo en marzo. La talla promedio de individuos que por primera vez se reproducen es de 198.5 y 180 mm de LP en hembras y machos, respectivamente.

El estadio seis o gastado, estuvo representado en mayor abundancia en octubre y septiembre con un 25 y 40% de ocurrencia para hembras y machos, en ese orden (figuras 4 y 5).

Los valores más elevados del índice gonosómico se presentaron en mayo con 0.42% en los machos y para las hembras en marzo con un 6.41% (figuras 8 y 9).

## FECUNDIDAD.

El análisis de 36 hembras en estadio cinco o de reproducción, permitió establecer la variación en el número de huevecillos por ejemplar, que fue de 1,832 para un ejemplar de 230 mm de longitud patrón y de 27,616 en una de 614 mm, estimando un promedio de 4,685.3 y un diámetro ovular promedio de 2.58 mm.

La fecundidad relativa se determinó mediante el análisis de regresión exponencial de los valores individuales cuantificados, que se expresan en la siguiente ecuación

$$F = 0.0248 (L)^{2.1233} \quad (r=0.8773)$$

una vez realizado el ajuste correspondiente, el cálculo del número de huevecillos para un pez de 236 mm LP fue de 2,716.7 y de 20,691.6 huevecillos para otro de 614 mm (figura 10).

#### CONTENIDO DE GRASA EN LA CAVIDAD VISCERAL.

El contenido de grasa visceral mostró ligeras diferencias sexuales, pues en los machos los valores fueron más altos; en los estadios inmaduros de éstos el promedio fue de 2.82 % y en las hembras 2.42. La tendencia al avanzar la madurez fue a disminuir hasta obtener, en el estadio gastado, 1.12 y 0.31 % para machos y hembras, respectivamente (figura 11).

#### DISCUSIÓN

En otros ictalúridos como *Ictalurus punctatus* la diferencia sexual puede apreciarse mediante el análisis de las características externas de los poros genitales y de algunas morfométricas. En los machos la papila genital es alargada y se extiende posteriormente, mientras que en las hembras la papila es redondeada; es también usual encontrar una diferencia en el ancho de la cabeza (Davis, 1959). Kato y Romo (1981) analizaron algunos parámetros morfométricos de *Istlarius balsanus* sin encontrar diferencias sexuales, situación que se repitió en el presente trabajo, donde además se consideraron otros caracteres merísticos sin que encontráramos diferencias entre los sexos (figura 2).

Se puede lograr también una diferencia sexual mediante el análisis de la estructura interna de los conductos genitales. En general, los teleósteos han desarrollado un tubo completamente distinto para la conducción del esperma, así el conducto arquinéfrico recobra su función urinaria original (Romer, 1973); sin embargo, sólo las hembras de *I. balsanus* presentaron esta condición ya que los machos tienen un conducto común para el semen y la orina (figuras 1A y B).

La bibliografía señala que el análisis de los conductos genitales debe llevarse a cabo sin sacrificar a los ejemplares, y así algunos autores han llegado a obtener hasta un 100% de eficiencia en el sexado (Dr. Lawrence Blumer com.pers.). En nuestros análisis no se obtuvo tal resultado porque los animales generalmente no eran revisados al momento de la captura, sino varias horas después de la colecta, o bien después de ser refrigerados; sin embargo, sí fue posible lograrlo con los organismos vivos.

El reclutamiento reproductivo de *Istlarius balsanus* se presenta cuando las hembras tienen una longitud patrón de 189 mm y los machos 167; Kato y Romo (1981) mencionan que para la misma especie éste se alcanza a los 150 mm y corresponde a la edad III, calculada con la lectura de anillos de crecimiento en espinas. Los resultados del presente trabajo están muy cercanos a los encontrados por dichos autores.

Se ha señalado que *Ictalurus punctatus* llega a la madurez sexual en su segundo año de vida y si las condiciones no son favorables requiere de 4 a 5 años para reproducirse;

además, los machos llegan a la madurez en tallas ligeramente más pequeñas que las hembras (Davis, 1959), tal como nosotros lo encontramos.

La temporada reproductiva en *Ictalurus nebulosus* del Lago Munro (Michigan) se inicia a fines de mayo y termina a fines de junio; en el sur de Estados Unidos la reproducción es más prolongada, iniciándose en abril o mayo y concluyendo a fines del verano (Blumer, 1985a). Para *Ictalurus punctatus* en el estado de Kansas se lleva a cabo de mayo a julio, cuando la temperatura alcanza los 21° C (Davis, 1959). En México la reproducción de esta especie en sistemas de estanquería artificial acontece entre abril y junio (Biol. Corripio Cadena com.pers.).

Nuestros resultados señalan que la temporada reproductiva de *Istlarius balsanus* es muy amplia, iniciándose en noviembre y terminando hasta julio, ocupando dos terceras partes del año, si bien se acentúa considerablemente entre enero y mayo, con un máximo en marzo (figuras 8 y 9). En contraste Kato y Romo (1981), indican que esta temporada únicamente abarca de febrero a julio.

En los resultados que se muestran en las figuras 4, 5, 8 y 9, se observan los valores del estadio cinco de maduración gonádica y del índice gonosomático para ambos sexos, en ellos se aprecia que en marzo disminuyen de manera considerable dichos valores en los machos. Por esta razón consideramos que en este mes es cuando se reproduce la mayor parte de la población, y sugerimos que los machos se encuentran en los territorios de reproducción cortejando a sus parejas, incubando los huevecillos y cuidando a las crías, lo que ocasiona que la probabilidad de capturarlos sea menor, ya que no acuden a los sitios de alimentación en donde nosotros los colectamos cotidianamente; además, existe el antecedente de que en otras especies de ictalúridos los machos disminuyen en forma considerable su alimentación en el periodo reproductivo (Blumer, 1986a).

Cuando los peces tienen una reproducción al año, es importante que el momento en que ésta se lleve a cabo las condiciones sean las más favorables para que las crías encuentren fácilmente su alimento y presenten un crecimiento rápido (Lowe-McConnell, 1977, Nikolsky, 1963).

En el río Amacuzac, Morelos, la reproducción se inicia cuando disminuyen los niveles de agua y aumenta la transparencia; al mismo tiempo se generan en las diferentes zonas del río gran cantidad de larvas de insectos y diferentes especies de peces (pecílidos, cíclidos y carácidos). El consumo de insectos puede ser el alimento básico para el desarrollo de las crías de *Istlarius balsanus* y el de peces para la recuperación de los adultos después de la temporada reproductiva. Devaraj (1976) menciona que las larvas de dípteros son un importante alimento en los primeros estadios de *Ictalurus punctatus* y conforme incrementan su tamaño se vuelven más piscívoros. Kato y Romo (1981) al estudiar los contenidos estomacales del bagre del Balsas encontraron que los juveniles se alimentan de larvas de tricópteros y efemerópteros que son de pequeño tamaño y se encuentran en mayor abundancia en la temporada de estiaje, o sea en la época de reproducción.

Algunos peces tropicales de Sudamérica y Africa, que producen poca cantidad de huevecillos y cuidan sus desoves, generalmente se reproducen en la temporada en donde los niveles de agua son bajos y poco antes de que aumente el aforo de los ríos (Lowe-McConnell, 1977), tal y como lo encontramos en *Istlarius balsanus*.

Los análisis de regresión exponencial demostraron que la fecundidad relativa de *Istlarius balsanus* tiene una relación directa con la longitud patrón (figura 10). La fecundidad individual, absoluta o relativa, no es característica de la capacidad reproductiva de la po-

blación porque la fecundidad de ésta depende también de otros factores, como la madurez sexual, periodicidad y frecuencia del desove en la vida de los individuos (Nikolsky, 1963).

Las diferentes especies de peces realizan diversas estrategias reproductivas y muestran adaptaciones fisiológicas que les permiten el éxito bajo una gran variedad de condiciones (Bond, 1979). La tendencia es producir una gran cantidad de huevecillos, una vez en cada temporada o producir pocos huevecillos en varias temporadas; esto va a depender de las condiciones ambientales. Nosotros encontramos que el bagre del Balsas se reproduce una vez cada año y produce un promedio de 4,685 huevecillos, lo que podría considerarse como un bajo potencial reproductivo, sin embargo esta cantidad está en relación directa con el cuidado de huevos y crías que aumentan las tasas de natalidad y sobrevivencia.

Es común en los peces que la talla de las hembras sea mayor que la de los machos y se ha mencionado que esto asegura una alta fecundidad y reproducción. En pocas ocasiones los machos son más grandes que las hembras, cuando esto sucede los machos cuidan a las crías asegurando así el éxito reproductivo (Nikolsky, 1963). En *Istlarius balsanus* los machos son ligeramente más grandes, los ejemplares analizados tuvieron una longitud patrón promedio de 263.7 mm para los machos y de 261.5 en hembras.

Por otra parte se conoce que la proporción sexual varía considerablemente entre las especies, pero en la mayoría es aproximadamente 1:1 (Nikolsky, 1963). Cuando se presenta esta relación el potencial reproductivo de un macho es alto y también la habilidad de éste para seleccionar una pareja (Krebs y Davies, 1981). El bagre del Balsas muestra una ligera diferencia en la proporción sexual, siendo ésta de 1:1.14 entre machos y hembras, respectivamente.

Como *Istlarius balsanus* presenta un bajo número de huevecillos (en comparación con otros grupos de peces), los machos ligeramente más grandes que las hembras y una proporción sexual muy cercana a 1:1, sugerimos que esta especie es monógama (Krebs y Davies, 1981) y es bastante probable que cuiden a los huevecillos y las crías, como se registra para otras especies de ictaúridos, (Blumer 1979; 1985a; 1985b; 1986a; 1986b; El-Ibiary, et.al., 1977; Davis, 1959).

Frecuentemente, las diferencias específicas en el cuidado de las crías están asociadas con el sistema de formación de pareja (monogamia, poligamia, poliandria, promiscuidad), y se ha señalado que cuando una hembra y un macho se unen para la reproducción, es común que ambos padres cuiden de las crías (Krebs y Davies, 1981).

Los cambios en los pesos del pez y de las gónadas son fácilmente correlacionados con el gasto energético de la reproducción, y aunque no son medidas absolutas, estas variables permiten comparar a los sexos en el momento en que se realiza la reproducción (Blumer, 1986a). Es decir la pérdida de peso en las hembras es mayor por el volumen y el tamaño de los ovarios.

La pérdida de peso en hembras maduras de *Istlarius balsanus* es del 12.4% del peso total del cuerpo y en machos de 0.33%, pérdida que está relacionada con el contenido de grasa en la cavidad visceral; así los peces inmaduros presentan mayor porcentaje de grasa, 2.82 en los machos y 2.42 para las hembras, con una tendencia a disminuir a medida que avanza la madurez sexual, hasta llegar al estadio cinco de maduración en donde los valores son de 1.67 y 1.26 en machos y hembras, respectivamente; en el estadio seis o de gastado muestran las cifras mínimas, 1.12% en los machos y 0.31% en las hembras.

Los recursos energéticos obtenidos en las primeras fases de vida de los peces son utilizados para el desarrollo gonádico y la acumulación de materiales de reserva soportan el

metabolismo durante el periodo reproductivo (Nikolsky, 1963).

En la figura 11 se observa que ambos sexos presentan la misma tendencia a disminuir el contenido de grasa al vanzar la madurez, excepto que los machos muestran porcentajes más altos y que el valor, después de la reproducción, es menor en las hembras, dado que el gasto energético de éstas es mucho mayor, ya que incrementan su peso hasta el 12.42% y los machos solamente el 0.33. En *Ictalurus nebulosus* el incremento en peso de las hembras es del 11% del peso total del cuerpo (Blumer, 1986a).

### CONCLUSIONES

No hubo evidencias de dimorfismo sexual mediante el análisis de los caracteres merísticos (longitud cefálica, ancho de la cabeza y altura máxima del cuerpo). Sin embargo, fue posible diferenciar los sexos con el análisis de los conductos genitales. Este, al ser efectuado con ejemplares vivos, es cien por ciento eficiente; nosotros encontramos un 95.28% de eficiencia en el sexado al haber utilizado ejemplares muertos.

El ciclo reproductivo presenta seis fases y comprende desde noviembre hasta julio con un máximo en marzo. La temporada de reproducción es amplia, ocupando diez meses del año y ecológicamente está caracterizada por el bajo nivel de agua en el río, aumento en la transparencia y temperaturas entre los 20° y 28° C.

El número promedio de huevecillos fue de 4,685.3, para 36 hembras grávidas, con un diámetro ovular promedio de 2.58 mm. Con el análisis de regresión se encontraron los siguientes valores calculados: para una hembra de 230 mm (LP) 1,832 huevecillos y 27,616 para una de 614 mm; mostrándose una relación directa entre el tamaño del pez y su fecundidad.

La talla de reclutamiento reproductivo se presenta cuando las hembras tienen una longitud patrón de 189 mm y los machos 167. El tamaño de los adultos difiere ligeramente entre los sexos, pues los machos presentan una longitud patrón promedio de 263.7 mm y las hembras 261.54. Por último, la proporción sexual en el bagre del Balsas entre machos y hembras es de 1:1.14 respectivamente.

### SUMMARY

This paper is the result of the analysis of 408 specimens of *Istlariius balsanus* (Balsas catfish), collected at Rio Amacuzac, Morelos, Mexico.

By analyzing genital pores we were able to identify sexual dimorfism; males have an urogenital pore and females two pores, the genital and urinary. Reproductive cycle was divided in six stages and reproduction season covered nine months of the year, between november and july, with the maximum in march.

The average of eggs founded in 36 gravid females was 4685 with average diameter of 2.5mm. The relative fecundity by exponential regression analysis in female with standar length (SL) of 230mm was 1832 eggs and 27616 in other of 614mm (SL). The reproductive recruitment for female is 189mm (SL) and in male 167mm. The sex ratio between males and females is 1:1.1, respectively.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ DEL VILLAR, J., 1970. *Peces mexicanos* (Claves). Sría. de Ind. y Com., Inst. Nacional de Inv. Biol. Pesqueras y Comisión Consultiva de Pesca. México. pp. 166.
- BAGENAL, T. B., 1978. *Aspects of fish fecundity*. In Gerking, D. G. (Ed.), Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scientific Publication. pp. 360-382.
- BLUMER, L., 1979. Male parental care in the bony fishes. *The Quarterly review of Biology*. U.S.A. **54**, No. 2: 149-161.
- \_\_\_\_\_. 1985a. Reproductive Natural History of the brown bullhead *Ictalurus nebulosus* in Michigan. *The American Midland Naturalist*. **114** (2): 318-330.
- \_\_\_\_\_. 1985b. The significance of biparental care in brown bullhead *Ictalurus nebulosus*. *Environmental Biology of fishes*, U.S.A. **12** No. 3: 231-236.
- \_\_\_\_\_. 1986a. Parental care sex differences in the brown bullhead *Ictalurus nebulosus* (Pisces: Ictaluridae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* U.S.A. **19**: 97-104.
- \_\_\_\_\_. 1986b. The function of parental care in the brown bullhead *Ictalurus nebulosus*. *The American Midland Naturalist* **115** (2): 234-238.
- BOND, C.E., 1979. Biology of fishes. W. B. Saunders Company. U.S.A. pp. 453.
- CONTRERAS, S.; V. LANDA; T. VILLEGAS Y G. RODRÍGUEZ, 1976. *Peces, Piscicultura, Presas, Polución, Planificación Pesquera y Monitoreo en México o la Danza de las P.* Mem. Sim. Pesquerías en Aguas Continentales, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. pp. 315-346.
- DAVIS, J., 1959. *Management of Chanel Catfish in Kansas*, Editor E. Raymond Hall. University of Kansas, U.S.A. No. 21, pp. 1-56, figs. 1-8.
- DEVARAJ, K.V., 1976. On the food of chanel catfish stocked in farm ponds. *Acuaculture*, **7**: 27-32.
- EL-IBIARY, H.; J. JOYCE; J. PAGE; and T. HILL, 1977. Comparison between sequential and concurrent matings of two females and one male catfish, *Ictalurus punctatus*, in spawning pens. *Acuaculture*, **10**: 153-160.
- CAILLIET, G.M.; M.S. LOVE and A. W. EBELING, 1986. *Fishes a Field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification, and Natural History*. Wads Worth Publishing Company.
- HOAR, W. S. and D. J. RANDALL, 1969. *Fish Physiology*. Vol. 2. The endocrine sistem. Academic Press, New York, N.Y. pp. 446.
- KATO, M. Y G., ROMO, 1981. Algunos aspectos biológicos del bagre dulceacuícola nativo *Istlarius balsanus* (Jordan y Snyder), en el río Amacuzac, Morelos. Tesis Profesional, U.N.A.M., México.
- KREBS, J. R. and N. B. DAVIES, 1981. *An Introduction to Behavioral Ecology*. Sinauer Associates Inc. Publishers. Massachusetts, U.S.A.
- LAGER, F., 1975. *Fresh Water Fishery Biology*. Second Edition, WM. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa.
- LOWE-McCONNELL, R. H., 1977. *Ecology of fishes in tropical water*. London: E. Arnold. pp. 64.
- MILLER, R. R., 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.* **30**: 121-153.
- MOEN, T., 1959. Sexing of Chanel Catfish. *Trans. Am. Fish Soc.* pp. 88:189.
- NIKOLSKY, G., 1963. *The Ecology of Fishes* (Traslated from Russian by L. Birket). Academic Press. New York.
- ROMER, R. A., 1973. *Anatomía Comparada de Vertebrados*. Editorial Interamericana. pp. 435.

CUADRO 1: Estadios de maduración gonádica para hembras

<p><b>ESTADIO 1</b> <b>INMADURO</b></p>	<p>Peces jóvenes que no han alcanzado la madurez, gónadas en forma sacular, con un volumen de 8.24% en relación a la cavidad visceral (Fig. 6), y una longitud promedio de la gónada de 44.48 mm, que equivale a un 57.37% de la longitud promedio de la cavidad visceral que es de 80.66 mm (Fig. 7). No presentan óvulos y el color de las gónadas es blanco traslúcido y en ocasiones amarillo claro (figura 3g).</p>
<p><b>ESTADIO 2</b> <b>REPOSO</b></p>	<p>Las gónadas ocupan un volumen de 13.52% en relación a la cavidad visceral (Fig. 6) y una longitud promedio de la gónada de 53.69 mm, representando un 57.31% en relación a la longitud promedio de la cavidad visceral que es de 99.18 mm (Fig. 7). Presenta óvulos espaciados que miden 0.76 mm de diámetro y son de color blanco, pudiéndose apreciar a simple vista (figura 3h).</p>
<p><b>ESTADIO 3</b> <b>MADURACION</b></p>	<p>Gónadas con un volumen de 24.5% en relación a la cavidad visceral (Fig. 6), y una longitud promedio de la gónada de 62.75 mm que representa el 61.11% de la longitud promedio de la cavidad visceral que es de 114.56 mm (Fig. 7). Los óvulos son visibles fácilmente y se encuentran unidos unos con otros alcanzando un diámetro promedio de 1.24 mm, el color de las gónadas es amarillo (figura 3i).</p>
<p><b>ESTADIO 4</b> <b>MADUREZ</b></p>	<p>El volumen de las gónadas es de 55.45% en relación a la cavidad visceral (Fig. 6), la longitud promedio de la gónada es de 64.77 mm y la de la cavidad visceral es de 104.52 mm, obteniendo que el porcentaje de la gónada es de 62.14% (Fig. 7). Los óvulos presentan un diámetro de 1.9 mm y en ocasiones un poco más (figura 3j).</p>
<p><b>ESTADIO 5</b> <b>REPRODUCCION</b></p>	<p>Las gónadas ocupan un volumen de 85.56% en relación a la cavidad visceral (Fig. 6) y una longitud promedio de 88.34 mm que equivalen a un 78.94% en relación a la longitud promedio de la cavidad visceral que es de 110.62 mm (Fig. 7). Los óvulos llegan a medir hasta 3 mm de diámetro, y en promedio 2.58 mm, el color de las gónadas es amarillo ámbar o amarillo claro (figura 3k).</p>
<p><b>ESTADIO 6</b> <b>GASTADO</b></p>	<p>El volumen de la gónada es de 15.55% en relación a la cavidad visceral (Fig. 6) la longitud promedio de la gónada es de 61.13 mm, que representa un 15.55% en relación a la longitud promedio de la cavidad visceral que es de 107.94 mm (Fig. 7). Las gónadas presentan óvulos de 1.02 mm de diámetro, el color es amarillo y en ocasiones rojizas, con el tejido flácido (figura 3l).</p>

CUADRO 2. Estadios de madurez gonádica para machos

ESTADIO 1 INMADURO	Gónada poco diferenciada, sólo visible a la lupa, con apariencia de filamento laminar en su cara ventral, presenta ondulaciones en la cara lateral externa (figura 3a.).
ESTADIO 2 REPOSO	Gónadas con apariencia de filamento laminar en su cara ventral y con digitaciones redondeadas, unidas unas con otras en la cara lateral externa (figura 3b).
ESTADIO 3 MADURACION	Gónadas de forma irregular, dispuestas en "zig-zag" en su cara ventral, con digitaciones triangulares, anchas y abultadas en su base y delgadas en la punta, en su cara lateral externa (figura 3c).
ESTADIO 4 MADUREZ	Gónadas con digitaciones triangulares en la parte posterior de su cara lateral externa, esponjosas y redondeadas en la parte anterior de la misma (figura 3d).
ESTADIO 5 REPRODUCCION	Se pierden las digitaciones triangulares en la cara lateral externa ya que el mismo desarrollo del tejido le da una apariencia esponjosa de mayor grosor y las gónadas se encuentran en su máxima capacidad de llenado (figura 3e).
ESTADIO 6 GASTADO	Gónadas con apariencia de filamento laminar en la parte anterior de su cara ventral, con digitaciones redondeadas unidas unas con otras en la parte anterior de su cara lateral externa, y de forma esponjosa o en ocasiones con digitaciones triangulares en la parte posterior de la misma (figura 3f).

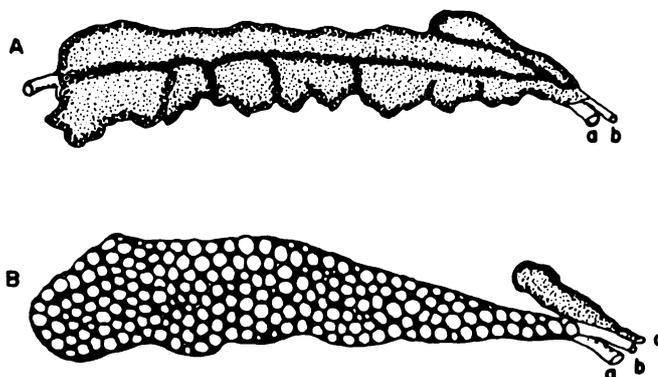


FIGURA 1. A) Conducto urogenital en machos de *istlarius balsanus*, a) ano, b) poro urogenital. B) Conductos en hembras de *I. balsanus*, a) ano, b) conducto genital, c) conducto urinario.

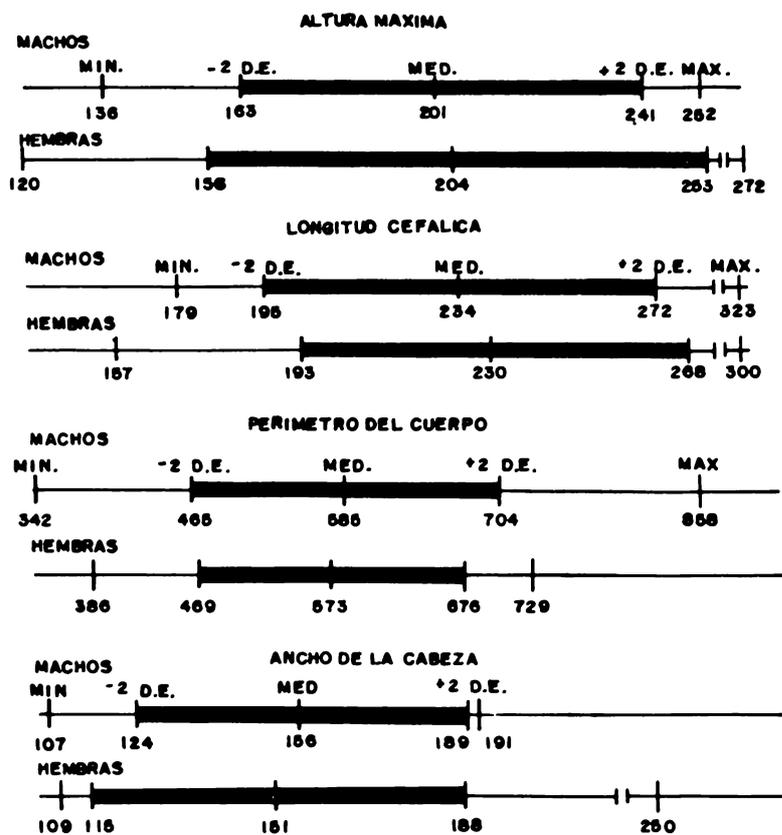


FIGURA 2. Variación sexual de algunos caracteres merísticos (en milésimas de la longitud patrón) de *Istlarius balsanus*, se representa la media y más o menos dos veces la desviación estandar.

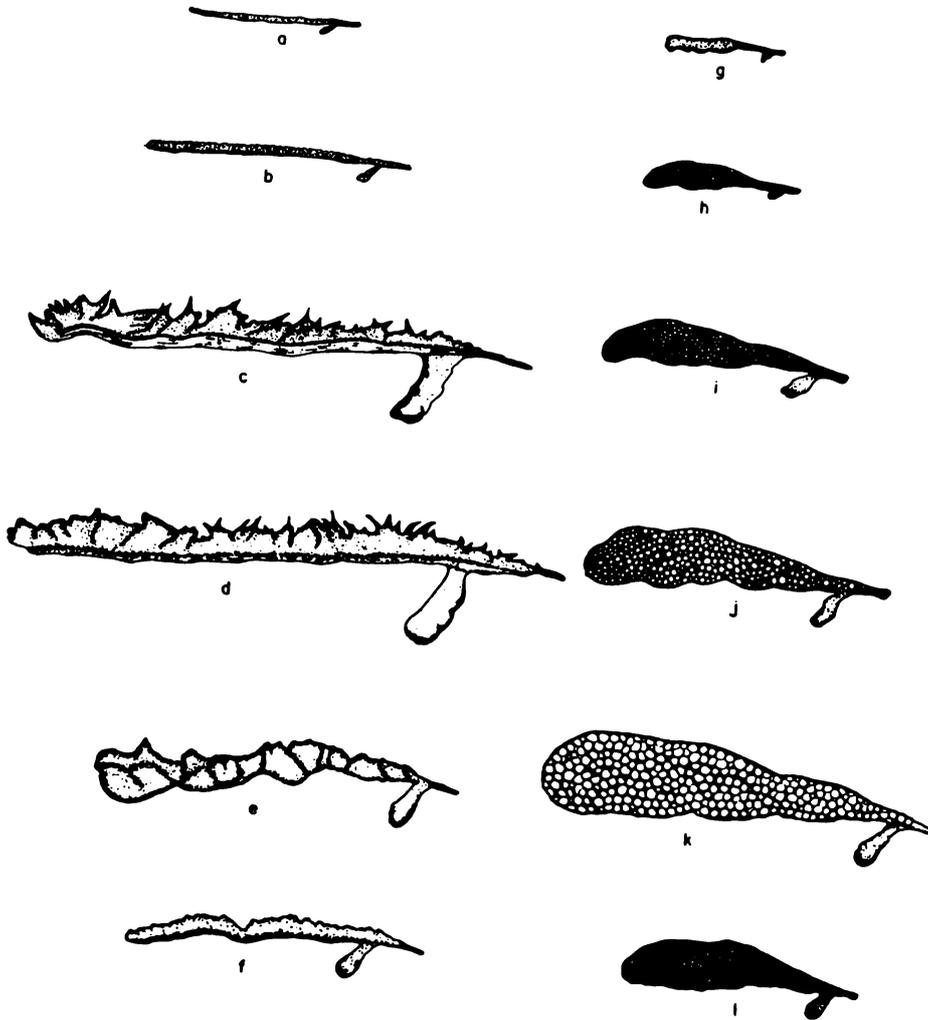


FIGURA 3. Estadios de maduración gonádica de *Istlarius balsanus*; a,g inmaduro; b,h reposo; c,i maduración; d,j madurez; e,k reproducción y f,l gastado (para machos y hembras respectivamente).

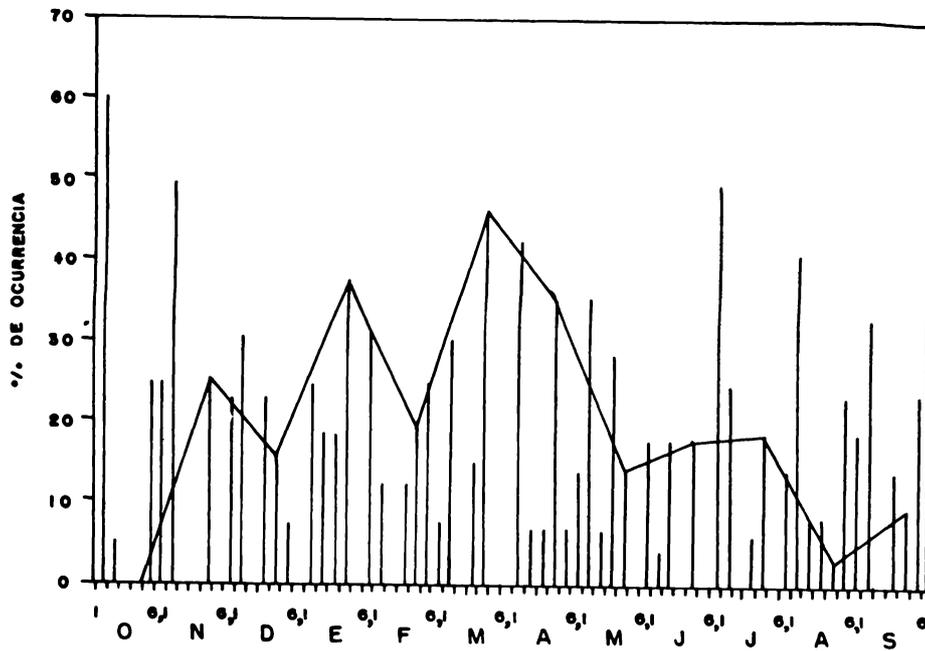


FIGURA 4. Frecuencia de estadios de maduración gonádica para hembras de *Istlius balsanus*, en un ciclo anual. Los valores del estadio 5 se representan unidos por una línea.

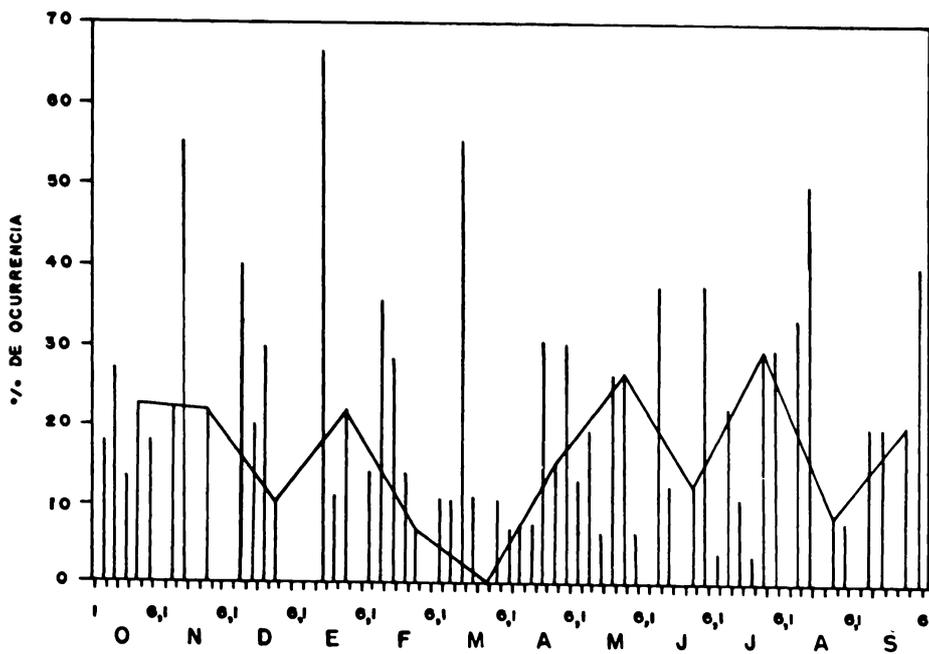


FIGURA 5. Frecuencia de estadios de maduración gonádica para machos de *Istlius balsanus*, en un ciclo anual. Idem, Fig. 4.

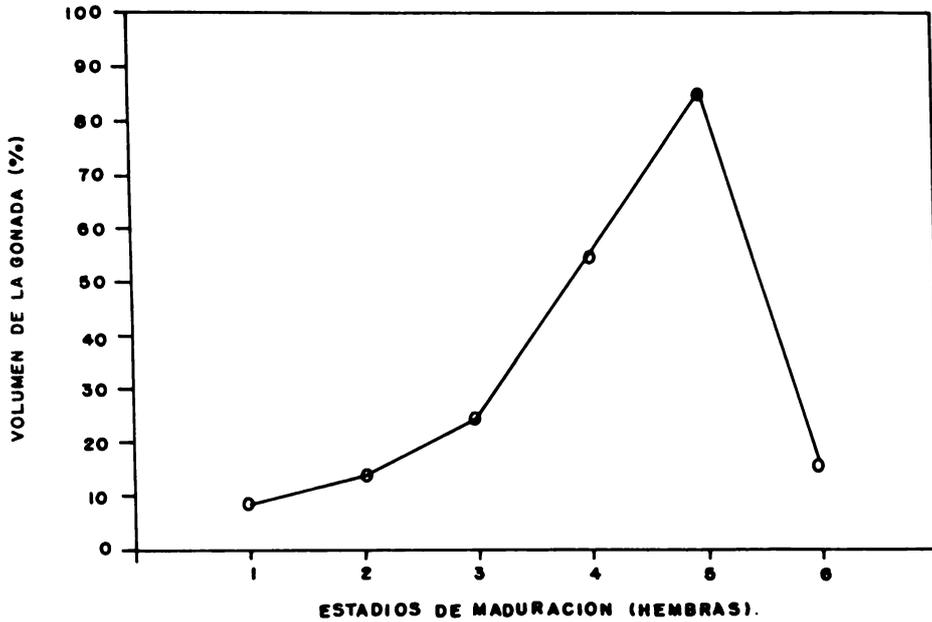


FIGURA 6. Volumen de la gónada en relación con la cavidad visceral y los estadios de maduración, en hembras de *Istlarius balsanus*.

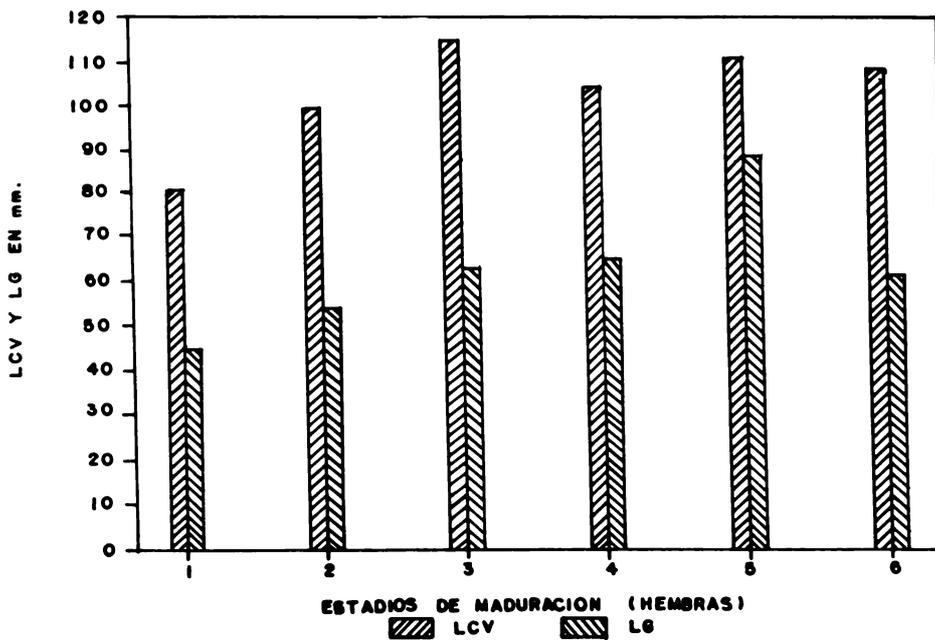


FIGURA 7. Relación de la longitud de la gónada (LG) con la longitud de la cavidad visceral (LCV) y los estadios de maduración, en hembras de *Istlarius balsanus*.

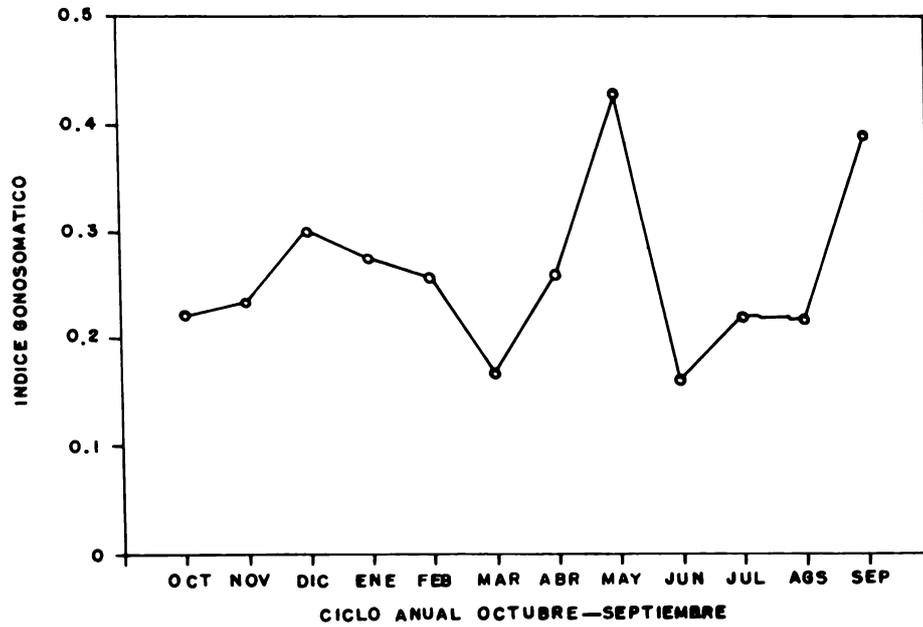


FIGURA 8. Índice gonosomático en machos de *Istlarius balsanus*.

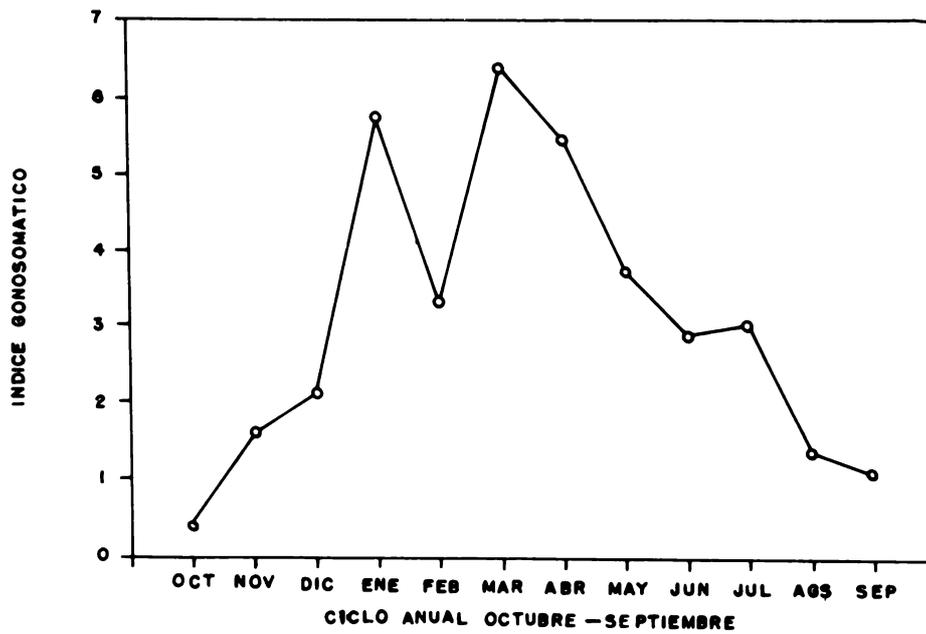


FIGURA 9. Índice gonosomático en hembras de *Istlarius balsanus*.

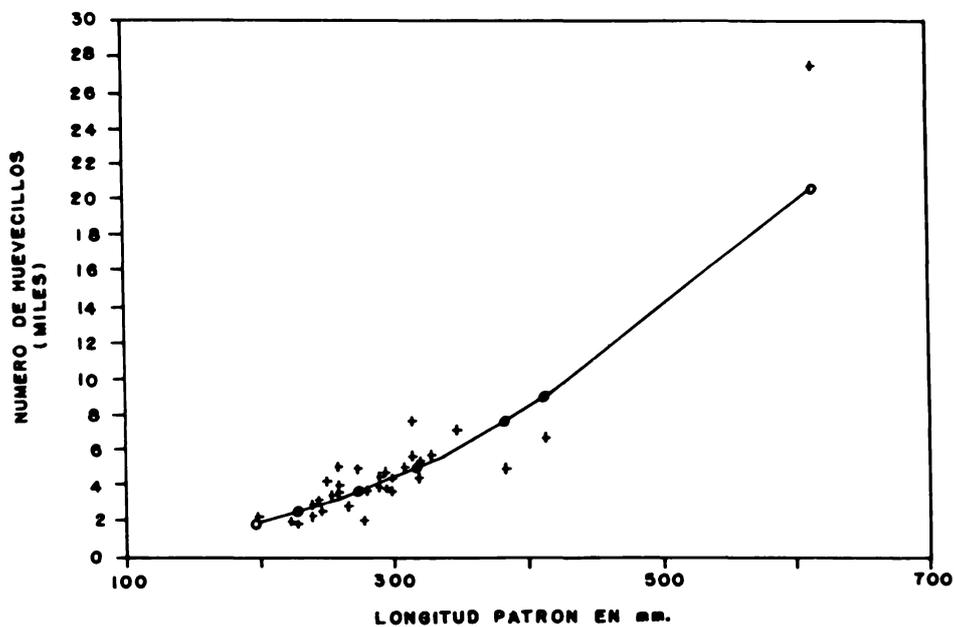


FIGURA 10. Fecundidad relativa en *Istlarius balsanus*.

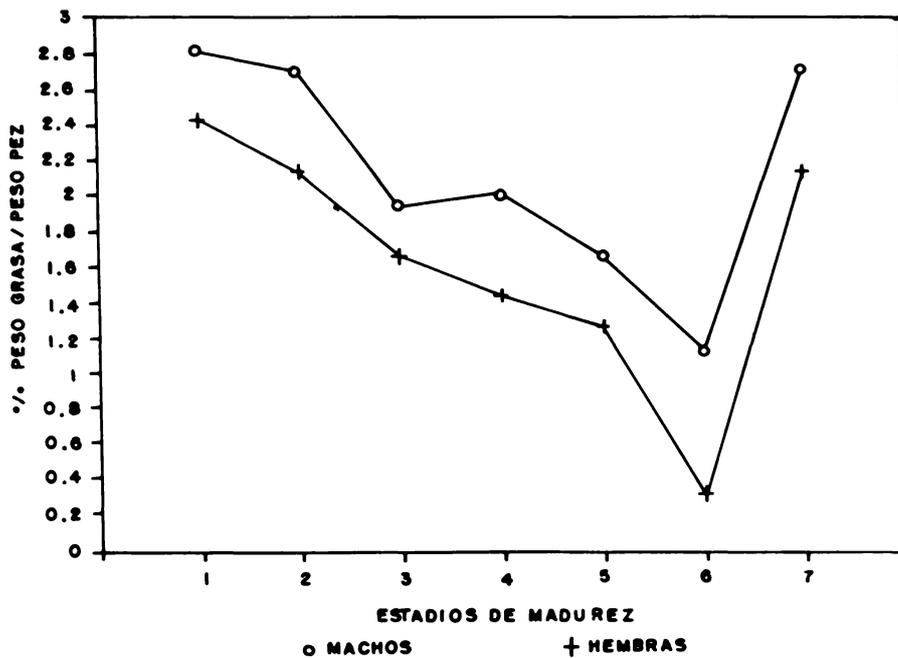


FIGURA 11. Relación peso grasa-peso pez, con la madurez gonádica en *Istlarius balsanus*.