

T.  
591.16  
R1736  
1979  
F.CC. y H.H.

096066  
E.J. L.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL BAGRE,  
ARIUS GUATEMALENSIS (PISCES: ARIIDAE )  
EN EL SALVADOR, AMERICA CENTRAL

TRABAJO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

PRESENTADO POR:  
MIGUEL ALBERTO RAMIREZ GALDAMEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, AGOSTO DE 1979



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

JEFE DEL DEPARTAMENTO :  
LIC. VICTOR MANUEL ROSALES

ASESORES :

JOHN R. BURNS

HUGO HIDALGO

JÚRADO EXAMINADOR :

HUGO HIDALGO

CARLOS VARGAS

GELIO T. GUZMAN

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo el cariño del mundo,  
a mi hija Berta Margarita, a mi madre María Berta  
y a mi abuela paterna Trinidad.

-o-

## AGRADECIMIENTOS

Son dos las personas con las que estoy endeudado para siempre. Con el Sr. Salvador Márquez, pescador y colector de datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Laguna de Olomega; persona que sin escatimar esfuerzos me transportó mes a mes, a la Universidad de El Salvador, las colectas reportadas en este estudio. Con mi amigo John R. Burns, no sólo por su excelente asesoría y sugerencia del tema de este trabajo, sino también por haberme iniciado en la investigación científica.

También agradezco a mi amigo Hugo Hidalgo, persona que a pesar de ser la Herpetología su fuerte, virtió sabios consejos para mejorar este trabajo. A los miembros del Tribunal Examinador, Carlos Vargas y Gelio Tomás Guzmán, por sus excelentes sugerencias que mejoraron el manuscrito. A mi amigo Jorge A. Flores Calderón por su interés y colaboración prestada al inicio de este trabajo. También le doy mis sinceros agradecimientos al Sr. José Antonio Chávez Orellana por su aporte como dibujante, a la Srita. María del Carmen Orellana por haber tenido la paciencia de mecanografiar este trabajo y a todas aquellas personas que de alguna manera pusieron su granito de arena.

## RESUMEN

Arius guatemalensis se colectaron en la Laguna de Olomega desde Noviembre/77 hasta Diciembre/78. Los valores del Índice Gonosomático mostraron un patrón de un pico cada 4 meses. En ambos sexos, estos picos se encontraron relacionados con cambios en la coloración de las aletas pélvicas y pectorales, coloración y desarrollo de las gónadas, y cantidad de grasa presente en la cavidad corporal. En las hembras, especialmente, los mismos picos también se relacionaron con el desarrollo de unos pliegues carnosos en la superficie dorsal de las aletas pélvicas.

La reproducción en esta especie no parece estar regulada por la longitud del día, la temperatura y la precipitación.

## ABSTRACT

Arius guatemalensis were collected in Laguna de Olo-mega from November/77 to December/78. Gonosomatic Index values showed a pattern of one peak each four month, indicating that this species probably reproduces throughout the year. Changes in coloration of pelvic and pectoral fins and gonads, gonadal development, and fat quantity in the body cavity showed a relationship with these peaks in both sexes. In females, especially, the same peaks are related with a development of fleshy folds on the dorsal surface of the pelvic fins.

Reproduction in this species is not apparently being regulated by day length, temperature and rainfall.

## INDICE

	PAGINAS
INTRODUCCION	1
MATERIALES Y METODOS	2
RESULTADOS	7
A) MACHOS	7
Ia. Descripción Macroscópica de los Testículos.	7
IIa. Variación en la Longitud de los Testículos.	7
IIIa. Variación Anual del Indice Gonosomático.	7
IVa. Porcentaje de la Longitud que ocuparon en la Cavidad Corporal y Anchura de los Testículos.	9
Va. Coloración de las Aletas - Pélvicas y Pectorales y Cantidad de Grasa en la Cavidad Corporal.	9
VIa. Longitud Estándar de los Machos.	11
B) HEMBRAS	13
Ib. Descripción Macroscópica de los Ovarios.	13
IIb. Variación en la Longitud de los Ovarios.	16
IIIb. Variación Anual del Indice Gonosomático.	17

	PAGINAS
IVb. Porcentaje de la Longitud de la Cavityad Corporal que ocuparon los Óvarios.	17
Vb. Coloración de las Aletas Pélvicas y Pectorales y Cantidad de Grasa en la Cavityad Corporal.	19
VIb. Desarrollo del Pliegue Carnoso en las Aletas Pélvicas.	20
VIIb. Longitud Estándar de las Hembras	22
C) CORRELACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES CON EL INDICE GONOSOMATICO	25
Ic. Longitud del Día.	25
IIc. Temperatura.	25
IIIc. Precipitación.	28
DISCUSION	28
LITERATURA CITADA	35



## INTRODUCCION

La biología reproductiva en los peces ha sido un tópicó tratado por muchos investigadores, habiendo recibido una mayor atención la de aquellos que habitan las zonas templadas en comparación con los de las zonas tropicales. Los peces de las zonas templadas se encuentran sometidos a cambios anuales marcados de temperatura y fotoperíodo, factores involucrados en muchos casos en la regulación de sus ciclos reproductivos [e. g. Enneacanthus obesus, Harrington, 1956; Notropis bifrenatus, Harrington, 1950, 1957; Tor (= Barbus) tor, Rai, 1966; Tandanus tandanus, Plectroplites ambiguus, Maccullochella macquariensis, Bidyanus bidyanus y Carassiops klunzingeri, Lake, 1967; Davis, 1977a, b; Gillichthys mirabilis, deVlaming, 1972a, b, c; Lepomis gibbosus, Burns, 1976 ].

Los peces de las zonas tropicales, en comparación con aquellos de las zonas templadas, se encuentran sometidos frecuentemente a rangos de temperatura y fotoperíodos estrechos, y a estaciones de sequía y de lluvia bien marcados o a una precipitación continúa a través de todo el año. Los primeros se reproducen muchas veces durante todo el año, con algunos máximos presentes influenciados por uno o varios de los parámetros mencionados [e. g. Sarotherodon (= Tilapia) mossambicus, Dadzie, 1969; Tilapia leucosticta, T. nigra y T. zillii, Hyder, 1969, 1970; Mugil cephalus, Grant & Spain,

1975a; Valamugil seheli, Grant & Spain, 1975b; Liza vaigiensis, Grant & Spain, 1975c].

La reproducción en los bagres ha sido objeto de estudio tanto en especies de zonas templadas [e. g. Bagre marinus (= Felichthys felis), Gudger, 1916; Arius (= Galeichthys) felis, Lee, 1937; Gunter, 1947 como en especies de zonas tropicales e. g. Heteropneustes fossilis, Sehgal & Sundararaj, 1970; Sundararaj & Sehgal, 1970a, b; Sundararaj & Vasal, 1976; Mystus tengara, Saxena & Anand, 1977; Arius spixii, Etchevers, 1978] .

deVlaming (1972d) ha provisto un excelente sumario sobre el control que ejerce el medioambiente en los ciclos reproductivos de algunos teleósteos.

El presente trabajo pretende aportar el conocimiento de algunos aspectos de la biología reproductiva del bagre, Arius guatemalensis considerado como uno de los peces de mayor importancia comercial entre los de aguas continentales del país (D.G.R.N.R., 1978).

## MATERIALES Y METODOS

Arius guatemalensis fueron colectados mensualmente desde Noviembre de 1977 a Diciembre de 1978. Cada una de las colectas constó de alrededor de 30 especímenes, totalizando un número de 417 especímenes de ambos sexos. Debido a que

fueron realizadas colectas en los meses de Noviembre y Diciembre tanto para 1977 como para 1978, en el transcurso de este trabajo una diferenciación fué hecha entre estos meses agregándoles a cada uno de ellos su año correspondiente.

Las colectas fueron realizadas en la Laguna de Olomega por un pescador del lugar. Esta laguna se encuentra localizada entre los Departamentos de San Miguel y La Unión ( $88^{\circ}00' - 45'' - 88^{\circ}06' 45''$  Longitud Oeste y  $13^{\circ}16' 40'' - 13^{\circ} 20' 00''$  Latitud Norte) en la República de El Salvador (Fig. 1), a una altura de 80 m.s.n.m. (Servicio Meteorológico Nacional, 1966). De acuerdo al Método de Köppen esta región está clasificada como Awaig, Sabanas Tropicales (Gelio T. - Guzmán, comunicación personal).

Los peces después de ser capturados fueron congelados y conducidos al laboratorio en el Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador, en donde fueron estudiados. A cada pez se le tomó sus longitudes estándar y total, su peso corporal y las siguientes características externas: pigmentación de las aletas pélvicas y pectorales, presencia o ausencia y grado de desarrollo del pliegue carnoso en las aletas pélvicas, y estado y coloración del gonoporo.

Para cada animal disectado se calculó visualmente el porcentaje de la longitud de la cavidad corporal que ocuparon las gónadas, coloración de las gónadas y la cantidad de grasa presente en la cavidad corporal del animal. Luego las gónadas fueron extraídas y colocadas en el fijador de Bouin, siendo pesadas posteriormente en una balanza analíti

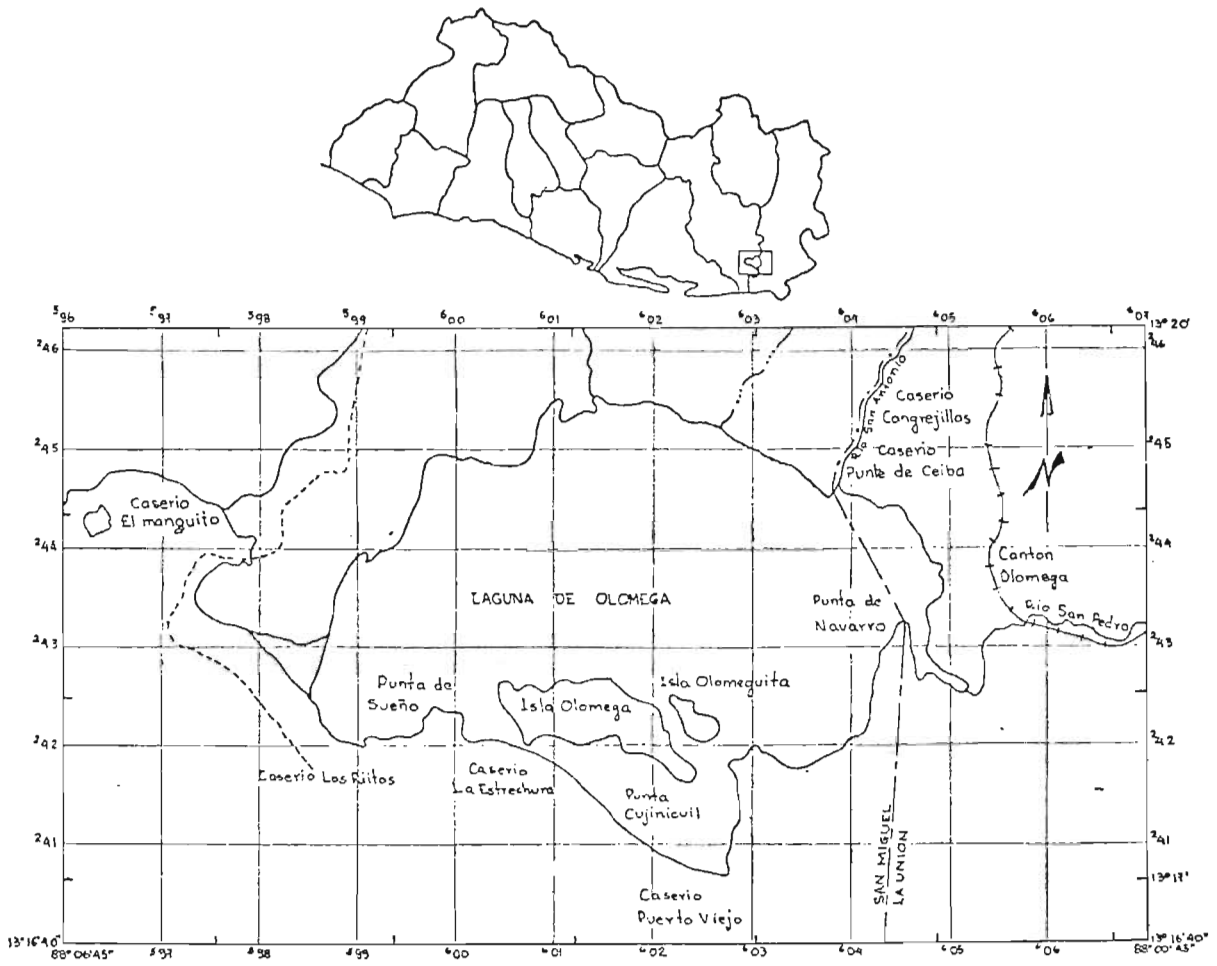


Figura 1. Laguna de Olomega, sitio de colección.

ca.

Los siguientes patrones arbitrarios fueron usados para establecer la relación entre modificaciones externas y el grado de desarrollo de las gónadas: En el caso de la pigmentación de las aletas pélvicas y pectorales los patrones escogidos fueron: aletas pálidas, aletas rosadas y aletas rojas o rojizas. En cuanto al grado de desarrollo del pliegue los patrones en su orden fueron: pliegue incipiente, pliegue un poco desarrollado y pliegue bastante desarrollado. La coloración de las gónadas fué determinado de la manera siguiente: gónadas rosado-pálidas, rosadas y rojizas. Los términos utilizados en el caso de la cantidad de grasa presente en la cavidad corporal fueron en orden creciente. no grasa, poca grasa y abundante grasa.

Para determinar el grado de desarrollo gonadal y establecer el tipo de ciclo reproductivo de A. guatemalensis se calculó el Índice Gonosomático de cada animal de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso de Gónadas}}{\text{Peso Corporal}} \times 100$$

Para cada uno de los promedios mensuales del IGS se calculó el Error Estándar de la Media (EEM). Para establecer si la variación del IGS obedecía a una variación en el tamaño de los peces, fueron calculados promedios mensuales de la Longitud Estándar (LE) con su respectivo EEM. También fué calculado el Índice de Correlación entre estos pa

rámetros con una computadora manual modelo TI-55 de la Texas Instruments. Para determinar los rangos de tamaño entre los cuales se agruparon la mayoría de especímenes de ambos sexos se calcularon Frecuencias mensuales de Longitud Estándar.

A través de todo el año de 1978 fueron realizadas 2 mediciones diarias de la temperatura del agua de la laguna, una por la mañana alrededor de las 7 am. y otra por la tarde alrededor de las 4 pm., con un termómetro de laboratorio de alcohol teñido, con poca inercia. Estas fueron tomadas a una profundidad de alrededor 15 cms. y en diferentes puntos de la laguna, cercanos al lugar de las colectas. Los valores de la precipitación fueron recopilados de la estación pluviométrica del Servicio Meteorológico Nacional, ubicada en el Cantón Olomega. Los datos de la longitud del día fueron calculados utilizando las horas de salida y puesta del sol (Pallmann, 1972).

El Índice de Correlación de los valores del IGS con las variables medioambientales se calcularon usando la computadora mencionada anteriormente. Los mismos parámetros fueron correlacionados aplicando el Test del Chi Cuadrado para una Tabla de Contingencia de 2 x 2.

..

## RESULTADOS

### A) MACHOS

#### Ia. Descripción Macroscópica de los Testículos.

Los testículos de A. guatemalensis son un par de órganos en forma de cinta localizados en la región posterior del techo de la cavidad corporal. Ambos se unen, posteriormente, en un conducto común el cual desemboca, junto con el ducto urinario, detrás del ano. Una capa fuerte y transparente de tejido conectivo une a los testículos entre sí, y además con el tubo digestivo y con el ducto urinario. Este par de órganos presentan, generalmente, una coloración rosada, variando su tonalidad desde rosado pálido hasta rojo intenso dependiendo de su estadio reproductivo. Por lo general, valores de IGS bajos coincidieron con una coloración rosado pálido y valores de IGS altos con una coloración rojo intenso.

#### IIa. Variación en la Longitud de los Testículos.

Los machos muestreados presentaron una variación en cuanto a que gónada (derecha o izquierda) poseía una mayor longitud. El 19.30% de la muestra total de machos presentó el testículo derecho más largo que el izquierdo, el 0.50% el izquierdo más largo que el derecho y el 80.12% una longitud más o menos igual.

#### IIIa. Variación Anual del Índice Gonosomático.

La Fig. 2 muestra los promedios mensuales de los IGSs con sus respectivos EEM obtenidos para los especímenes ma--

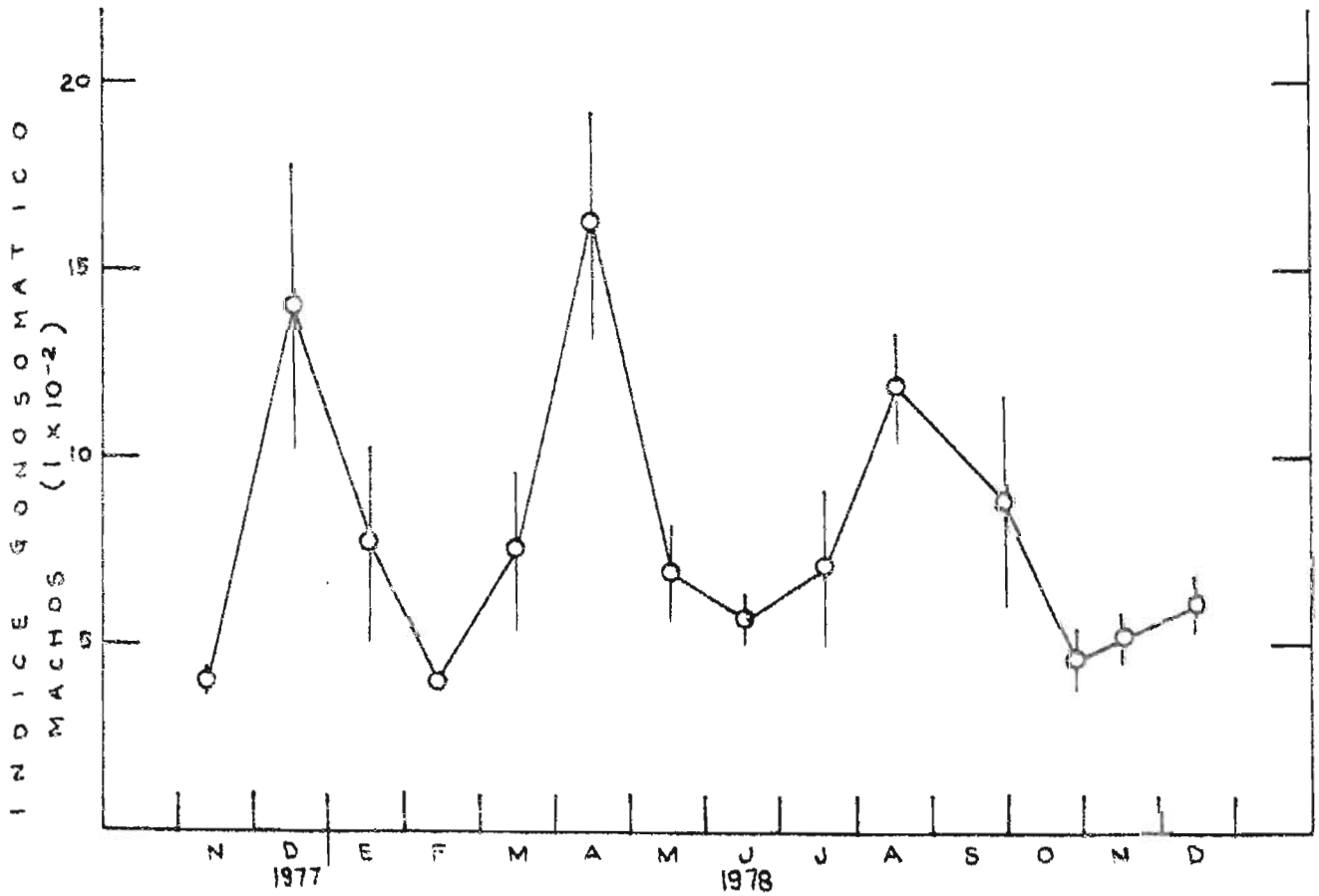


Figura 2. Variación anual del Índice Gonosomático para los especímenes machos de Arius guatemalensis, obtenida desde - Noviembre/77 hasta Diciembre/78. Las líneas verticales representan el Error Estándar de la Media.



chos de A. guatemalensis. La curva correspondiente a estos valores presentan tres picos durante el año. Estos ocurren cada cuatro meses, posiblemente representando períodos regulares de producción de espermatozoos y desove. Además es reportado que durante todo el estudio siempre fueron capturados machos maduros. Estos datos sugieren que siempre hay machos disponibles para la reproducción. El valor alto del IGS de Diciembre/77 no fué reportado en el año 1978.

IVa. Porcentaje de la Longitud que ocuparon en la Cavidad Corporal y Anchura de los Testículos.

El porcentaje de la longitud de la cavidad corporal que ocuparon los testículos no mostró mucha variación durante el año, oscilando entre los valores de 46.61% y 52.31% (Fig. 3). Por el contrario, la anchura de las gónadas si presentó una variación, existiendo aparentemente una relación entre ésta y los valores del IGS. Los testículos con un ensanchamiento bien marcado coincidieron con los valores de IGS más altos, mientras que los valores menores con testículos tan delgados que muchas veces fué bastante difícil su disección. En algunos casos el ensanchamiento fué acompañado por una lobulación.

Va. Coloración de las Aletas Pélvicas y Pectorales y Cantidad de Grasa en la Cavidad Corporal.

En los especímenes machos la coloración de las aletas

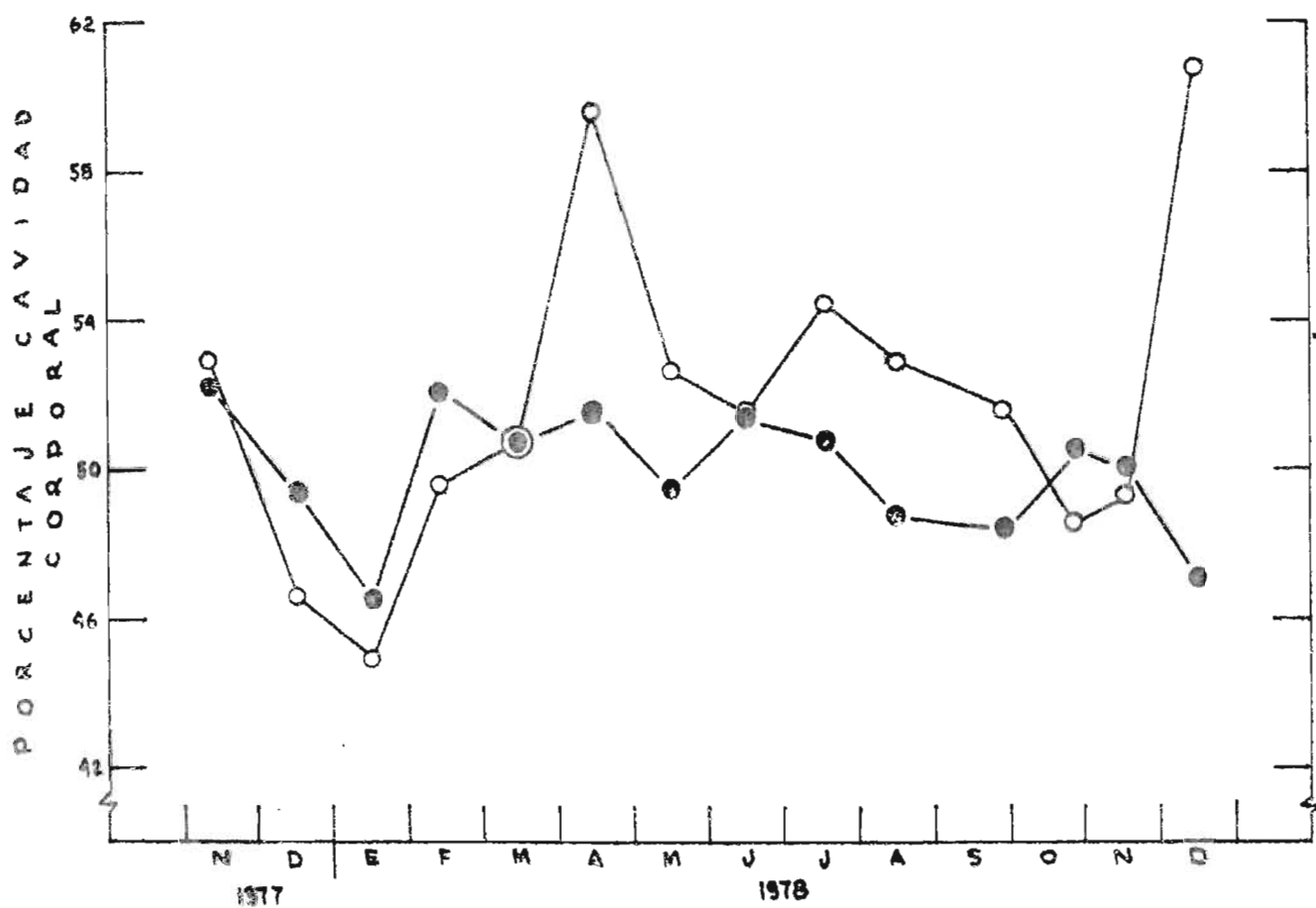


Figura 3. Porcentaje de la longitud de la cavidad corporal ocupado por las gónadas de ambos sexos de Arius guatemalensis desde Noviembre/77 hasta Diciembre/78. Los círculos cerrados representan los valores de los machos y los círculos abiertos los de las hembras.

pélvicas y pectorales sufrió una variación aparentemente relacionada con el grado de madurez. La tonalidad varió desde aletas totalmente pálidas, pasando por rosadas, hasta aletas con una coloración completamente rojiza. En cada uno de los meses fueron encontrados peces con aletas presentando una pigmentación rojiza a excepción del mes de Junio. En este mes solamente un pez presentó aletas rosadas, encontrándose los demás especímenes con aletas exentas de pigmentación. La mayor cantidad de peces con aletas rojizas ocurrieron en los meses de Diciembre/77, Abril y Agosto; coincidiendo con los máximos valores de los IGSs. En Diciembre de 1978 aunque la mayoría de peces no presentó aletas rojizas, un buen porcentaje de ellos si las poseyeron; encontrándose mezclados con peces con aletas pálidas y rosadas. Por otro lado, en los meses que presentaron los valores con IGSs más bajos fueron encontrados en mayor porcentaje machos cuyas aletas carecían de pigmentación.

Los machos mantuvieron a través de casi todo el año abundante grasa en la cavidad corporal. Fué en los meses de Agosto y Septiembre donde esta abundancia disminuyó un tanto, encontrándose algunos peces con un estado de -no grasa o poca grasa.

#### Via. Longitud Estándar de los Machos.

La Fig. 4 muestra la variación anual de la LE de los machos A. guatemalensis. Tanto la tendencia de esta figura -

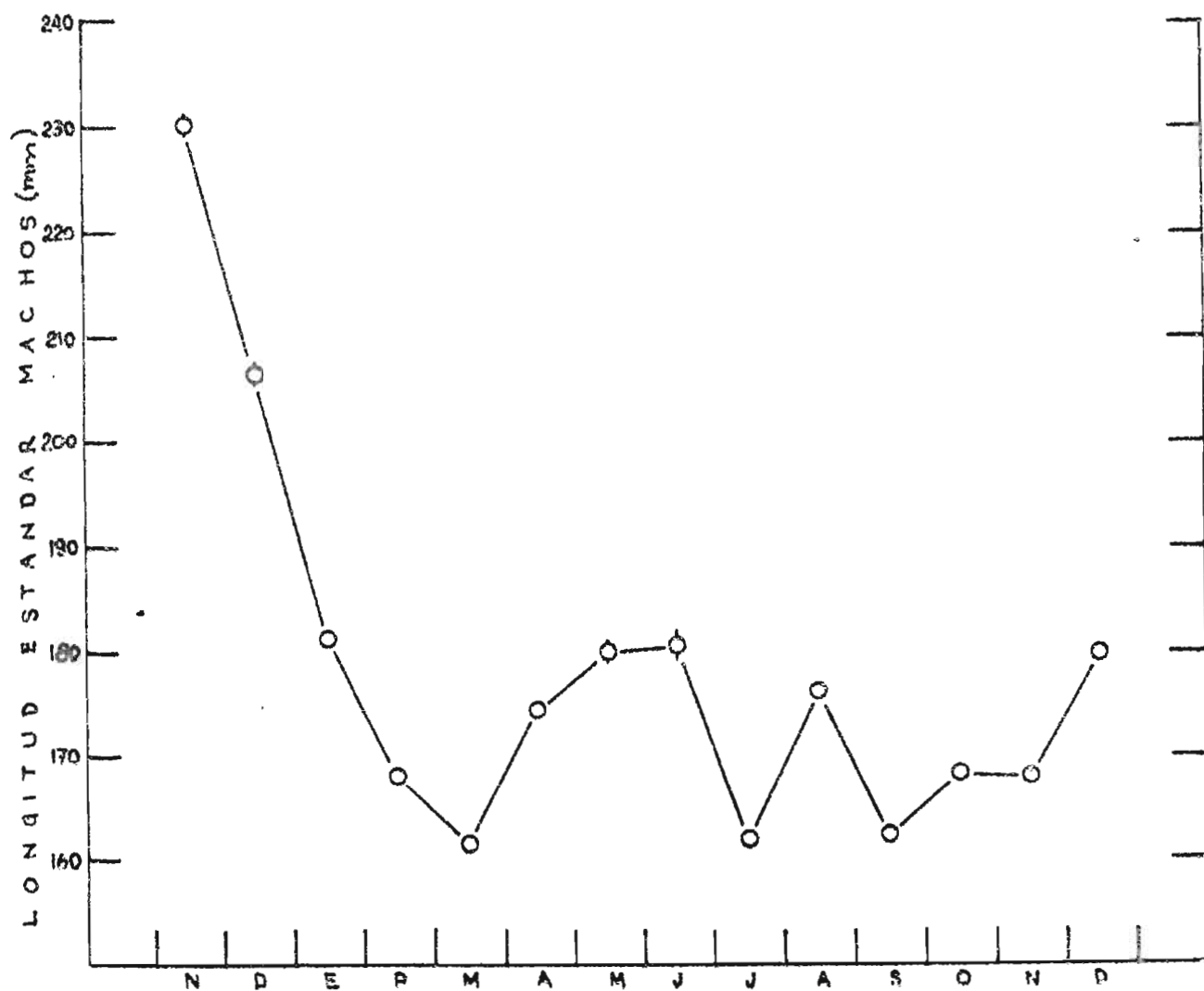


Figura 4. Promedios mensuales de Longitud Estándar de los machos de Arius guatemalensis con su respectivo Error Estándar de la Media.

con la que corresponde a la de los IGSs de los machos (Fig. 2), como el bajo valor del Índice de Correlación ( $r= 0.029$ ) determinan una incongruencia entre ambos parámetros. Esto sugiere que la variación de los valores del IGS depende de la variación del estadio reproductivo y no de los tamaños - de los especímenes. Por otro lado, los valores mensuales - de las LE de los machos de A. guatemalensis se distribuyeron entre los intervalos de clase 125 - 150 mm y 325 - 350 mm, encontrándose la mayoría de ellos agrupados entre los - rangos 150 - 175 mm y 175 - 200 mm (Fig. 5).

En la Tabla 1 puede ser observado que el mayor porcentaje de especímenes machos agrupados en el rango de LE 150-200 mm mostró gónadas rosadas, aletas pálidas y abundante grasa.

## B) HEMBRAS

### Ib. Descripción Macroscópica de los Ovarios.

Los ovarios son un par de órganos elipsoidales que presentan una localización similar a la de los testículos. Ambos se unen posteriormente en un conducto común el cual desemboca junto con el ducto urinario. Al igual que los testículos se encuentran adheridos entre sí, con el tubo digestivo y el ducto urinario a través de una fuerte capa de tejido conectivo. Generalmente poseen una coloración rosada variando ésta desde rosado pálido (al inicio del desarrollo

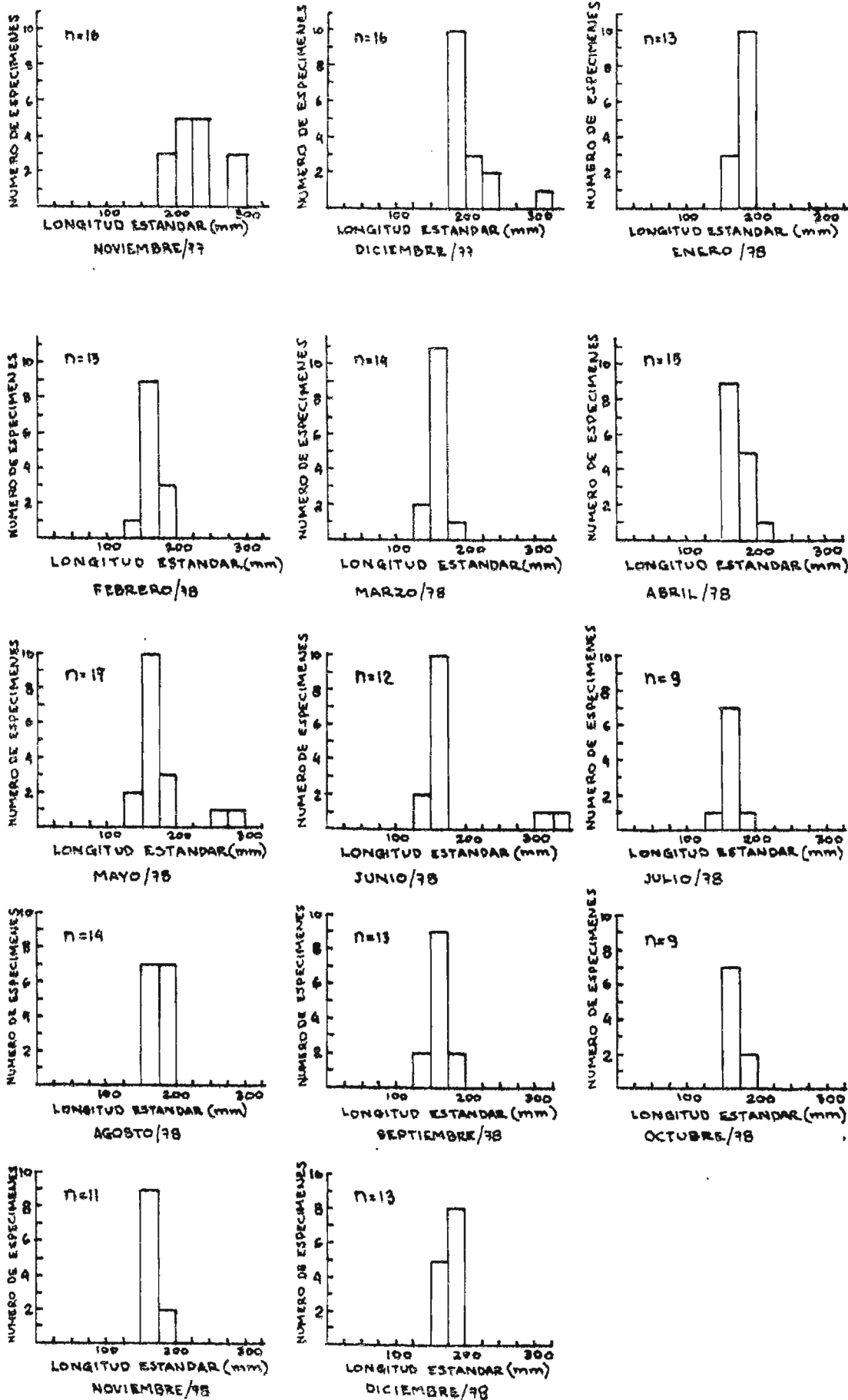


Figura 5. Histogramas mensuales de Frecuencia de tamaño de los machos Arius guatemalensis.

Tabla 1. Características Macroscópicas con sus respectivos Porcentajes de especímenes machos Arius guatemalensis -- agrupados en el rango de Longitud Estándar 150 - 200 mm.

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS	PORCENTAJE DE ESPECIMENES (%)
Coloración Gónadas.	
Rosado - Pálidas	2.56
Rosadas	88.46
Rojas	8.97
Pigmentación Aletas Pélvicas y Pectorales.	
Pálidas	46.11
Rosadas	29.34
Rojas	24.55
Cantidad de grasa en Cavidad Corporal.	
No grasa	1.24
Poca grasa	27.33
Abundante grasa	71.43

reproductivo) hasta rojo intenso (en el desarrollo reproductivo posterior).

El grosor de las paredes de los ovarios mostró una variación que acompañó al desarrollo de los mismos. En estadios iniciales de su desarrollo la pared ovárica fué bastante gruesa, siendo por el contrario bastante delgada en el desarrollo ulterior. El incremento del desarrollo de los ovarios fue acompañado con la presencia de huevos cada vez más grandes. Generalmente las hembras con ovarios más desarrollados también presentaron un gonoporo dilatado y rojizo. En las hembras cuyo estado de madurez fué bastante temprano, los ovarios fueron bastante delgados, siéndolo incluso en algunos casos tanto que parecieron testículos.

En los meses de Octubre y Noviembre/78 fué encontrado un alto porcentaje de hembras con gónadas flácidas, dando la impresión que su desove había ocurrido recientemente. También en Julio fué encontrado un espécimen presentando la misma flacidez.

#### I Ib. Variación en la Longitud de los Ovarios.

Similarmente que los machos, las hembras también presentaron una variación en cuanto a que gónada (derecha o izquierda) fué más larga. Del total de las hembras muestreadas el 35.62% presentó el ovario derecho más largo que el izquierdo, el 2.74% el izquierdo más largo que el derecho y el 61.64% una longitud más o menos igual.



### IIIb. Variación Anual del Índice Gonosomático.

Los valores del IGS de las hembras sufrieron una variación a través de todo el año (Fig. 6). Puede observarse - que fueron obtenidos tres picos en los meses de Abril, Agosto y Diciembre/78 representando esto una variación anual en intervalos de 4 meses. Aunque existió un pico en Diciembre de 1978, no sucedió esto en Diciembre/77. Los meses que - muestran valores máximos del IGS de las hembras son iguales con los de los machos, pero para Diciembre fueron años dis-tintos.

Al igual que los machos, en cada una de las colectas - fueron capturadas hembras maduras. Todo esto también sugie-re un período regular de producción de óvulos y desove, por lo tanto una reproducción continua a lo largo de todo el a-ño.

### IVb. Porcentaje de la Longitud de la Cavidad Corporal que ocuparon los Ovarios.

En la Fig. 4 son mostrados los valores correspondien--tes al porcentaje de la cavidad corporal que ocuparon los - ovarios. En ésta puede observarse que estos valores siguie-ron en gran medida la misma variación anual presentada por los IGSs de las hembras (Fig. 5), a excepción de los meses de Julio y Agosto.

..

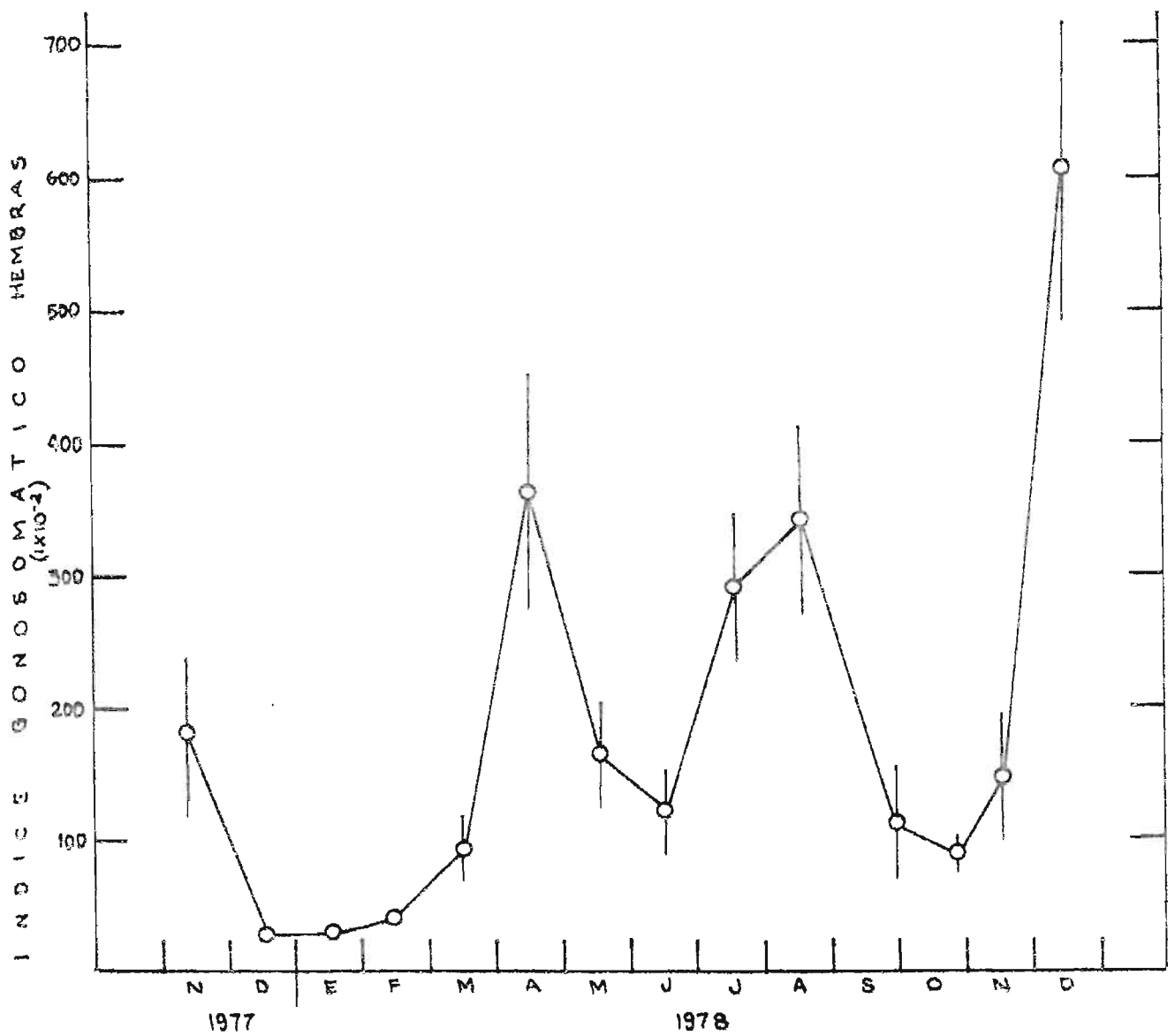


Figura 6. Variación anual del Índice Gonosomático para los especímenes hembras de *Arius guatemalensis*, obtenida desde Noviembre/77 hasta Diciembre/78. Las líneas verticales representan el Error Estándar de la Media.

Vb. Coloración de las Aletas Pélvicas y Pectorales y Cantidad de Grasa en la Cavidad Corporal.

La coloración de las aletas pélvicas y pectorales de las hembras mostró cierta variación la cual pareció estar relacionada, al igual que en los machos, con el grado de madurez de los especímenes. En cada uno de los meses fueron encontrados peces con aletas pálidas, rosadas y rojizas. Generalmente, a los meses cuyos IGSs representaron mínimos correspondieron un mayor porcentaje de peces con aletas pálidas. Por otro lado, meses con máximos en IGSs correspondieron con un porcentaje relativamente alto de peces con aletas rojas, a excepción del mes de Agosto, en el cual a pesar de haber encontrado peces con aletas rojas, también fueron presentes un buen número de peces con aletas pálidas.

La grasa presente en la cavidad corporal de las hembras presentó una variación dependiendo del grado de madurez de los animales. Generalmente, los especímenes que se encontraban al inicio de su desarrollo reproductivo presentaban una mayor cantidad de grasa que aquellos que estaban en un estadio de desarrollo bastante avanzado. También fueron encontradas algunas veces, en los meses siguientes a un valor máximo del IGS, hembras con ovarios poco desarrollados y con poca cantidad de grasa.

...

VIIb. Desarrollo del Pliegue Carnoso en las Aletas  
Pélvicas.

Las aletas pélvicas de las hembras de A. guatemalensis presentaron el desarrollo de un pliegue carnosos en su superficie dorsal. El desarrollo de éste estuvo bien relacionado con el grado de madurez de los especímenes. Hembras con valores bajos de IGS tenían pliegues incipientes, mientras que aquellos con IGS relativamente alto mostraron pliegues poco desarrollados o bastante desarrollados.

Los pliegues incipientes no presentaron una forma bien definida, encontrándose en algunos casos en su lugar únicamente una protuberancia blanquecina.

En el mes de Diciembre/78 fué capturada la hembra que mostró los pliegues con mayor desarrollo en este estudio (Fig. 7). Estos pliegues presentaron la forma de un triángulo, estando uno de sus lados adherido a la aleta, presentando en la superficie dorsal del ángulo formado por los lados libres una protuberancia blanquecina. Además fueron bastante carnosos con una coloración rojo intensa. Su desarrollo fué tal, que sobresalieron de su respectiva aleta en una magnitud del doble de la misma en una vista ventral. El complejo aletas pélvicas-pliegues daba la impresión de la formación de un canal comunicado con el gonoporo. La coloración de sus aletas fué rojo intenso, su gonoporo dilatado, gónadas rosadas y bien desarrolladas ocupando un 80% de la cavidad corporal y presentando huevos grandes con abundante vitelo, estómago

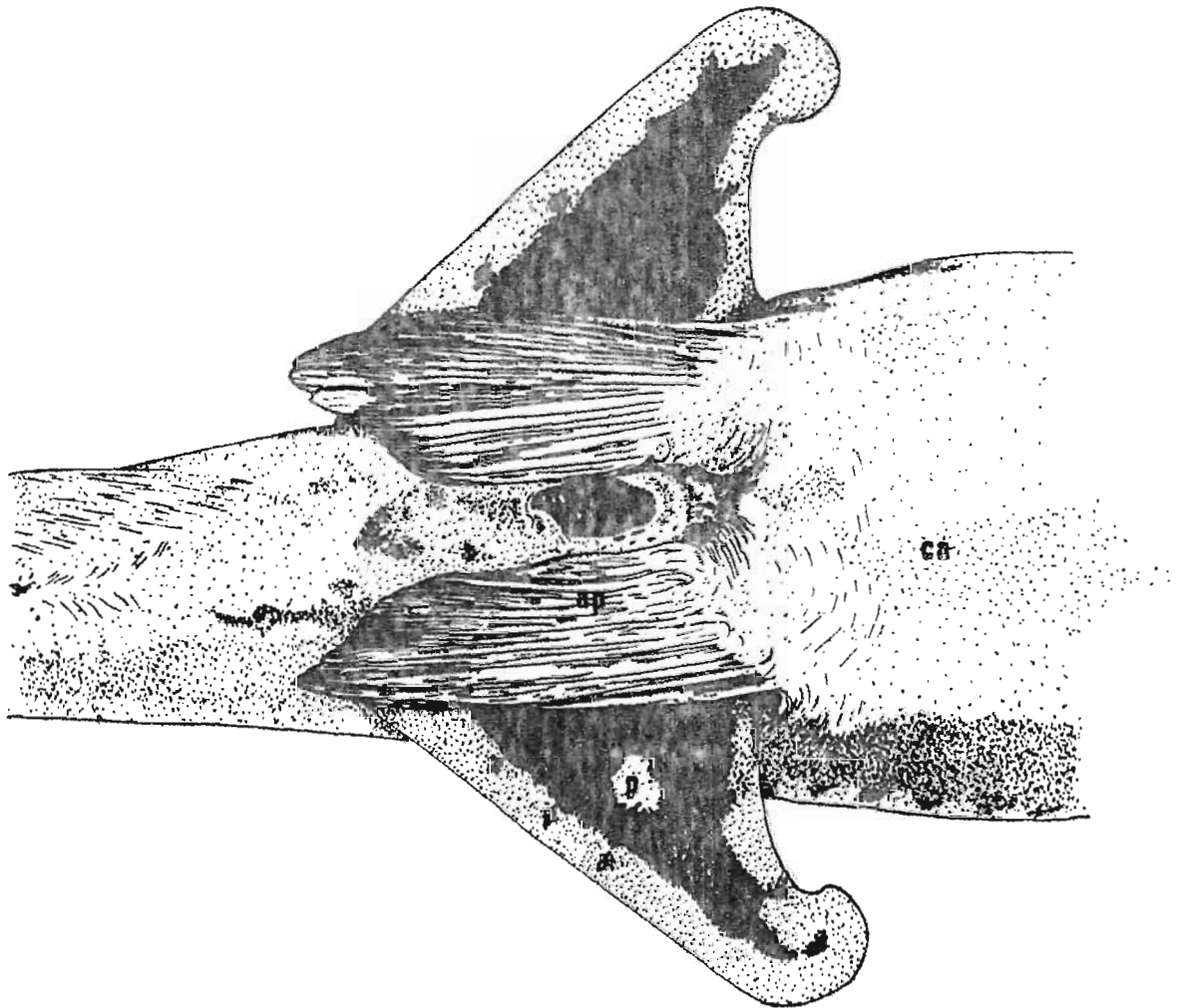


Figura 7. Vista ventral del espécimen hembra Arius guatemalensis que mostró los pliegues carnosos con mayor desarrollo en este estudio. ap= aleta pélvica ca = cuerpo del animal, p = pliegue.

reducido y poca grasa en la cavidad corporal. El valor de su IGS fué igual a 12.276 y su LE 184.8 mm.

Las aletas pélvicas de las hembras de A. guatemalensis presentaron un mayor grado de desarrollo que las de los machos.

En la región de la aleta pélvica donde el pliegue se desarrolla en las hembras, los machos presentaron una ligera rugosidad. Esta rugosidad no manifestó cambio alguno en relación con la variación de la madurez de los machos.

#### VIIb. Longitud Estándar de las Hembras.

Similarmente que en los machos, la variación anual de la LE de las hembras (Fig. 8) no coincidió con la presentada por el IGS de los especímenes del mismo sexo (Fig. 6). Esto es también confirmado por el bajo valor del Índice de Correlación ( $r = 0.048$ ). Este resultado sugiere una dependencia de la variación del IGS del estadio de maduración y no del tamaño de los especímenes.

Por otro lado, los valores mensuales de la LE de las hembras A. guatemalensis se distribuyeron entre los intervalos de clase 125 - 150 mm y 375 - 400 mm, encontrándose la mayoría de ellos agrupados entre los rangos 150 - 175 mm y 200 - 225 mm (Fig. 9).

El mayor porcentaje de especímenes hembras agrupados en el rango de LE 150 - 225 mm mostró gónadas rosadas, aletas -

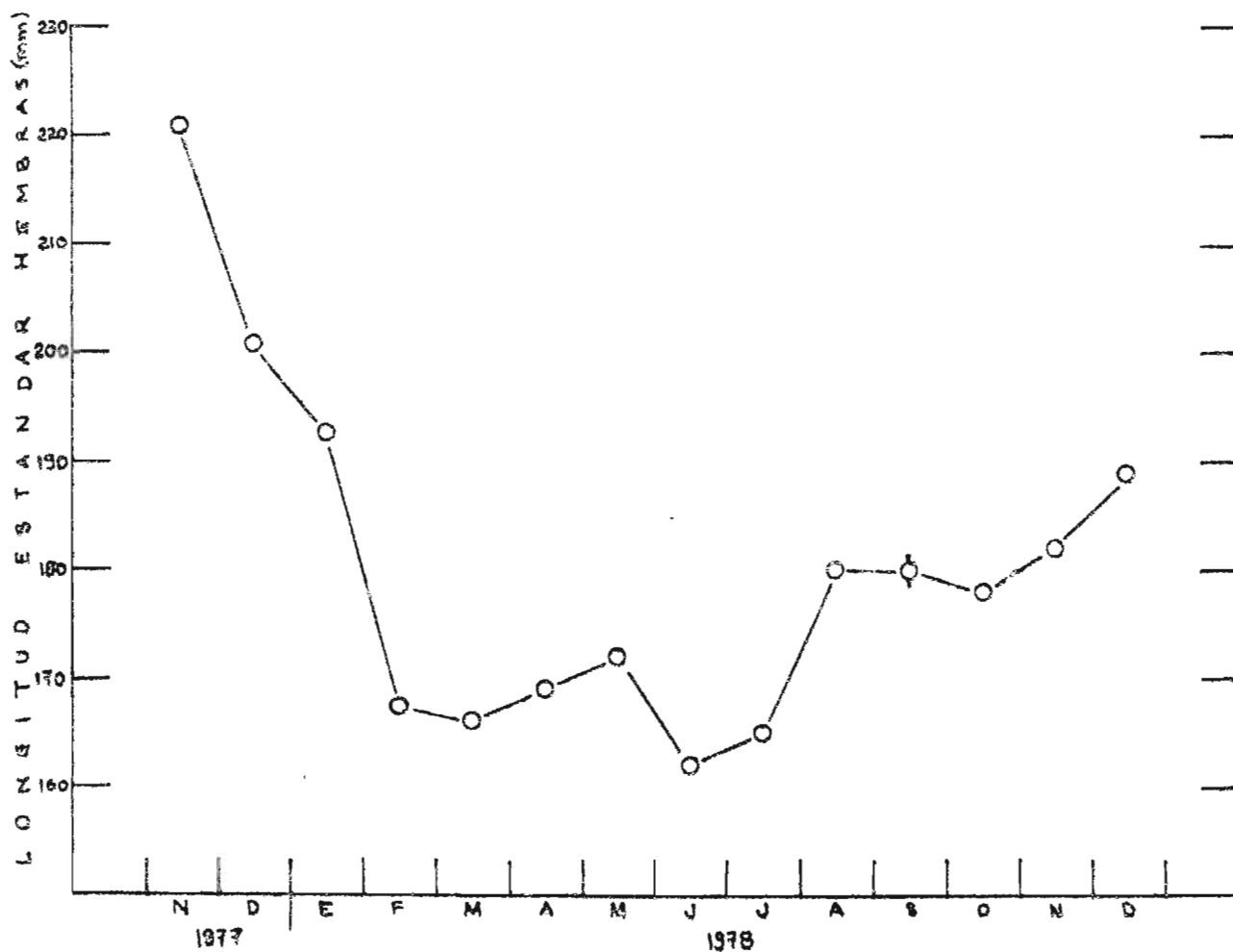


Figura 8. Promedios mensuales de Longitud Estándar de las hembras de Arius guatemalensis con su respectivo Error Estándar de la Media.

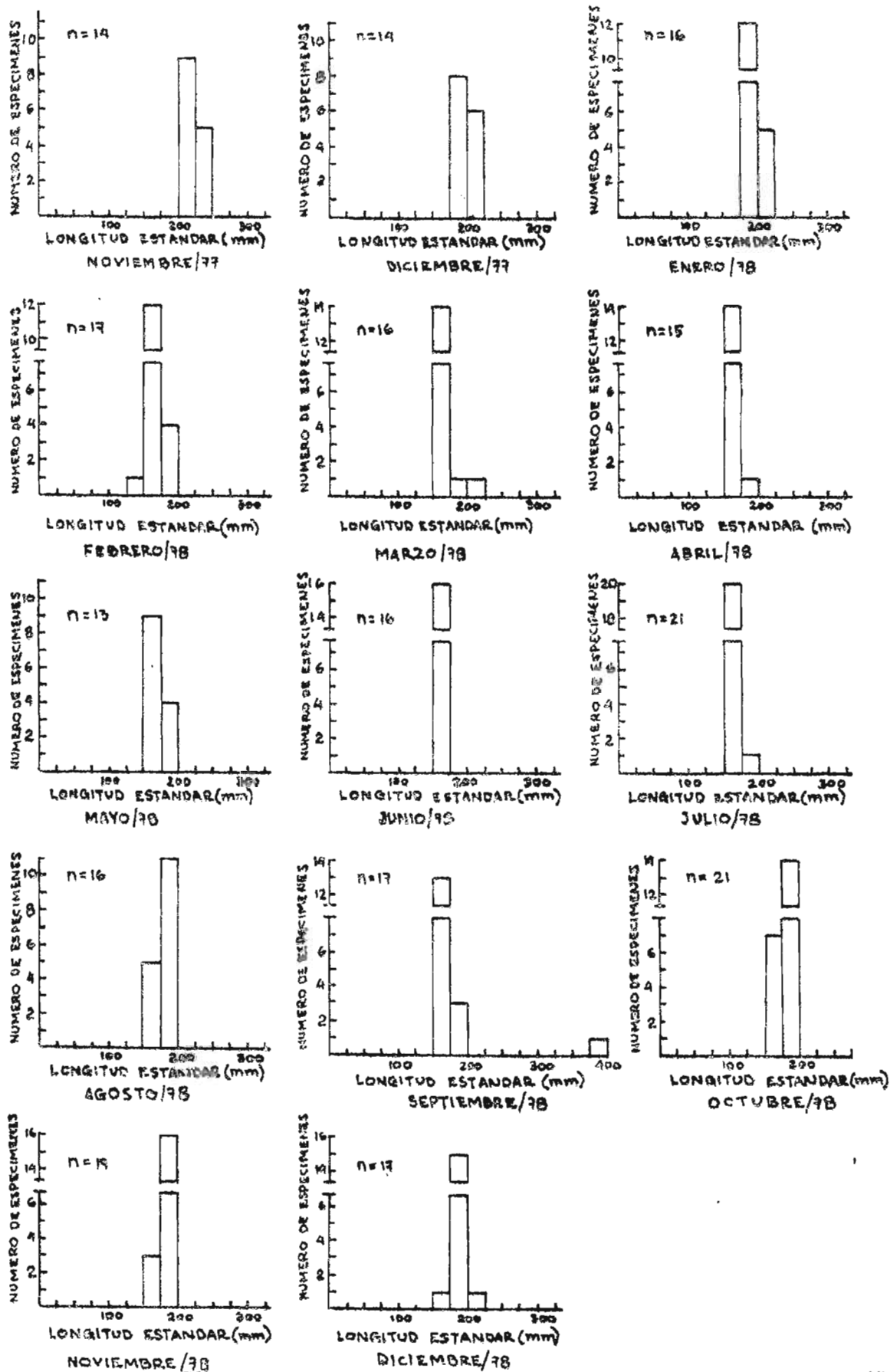


Figura 9. Histogramas mensuales de Frecuencia de tamaño de las hembras *Arius guatemalensis*.



pálidas y rosadas, poca grasa y pliegues un poco desarrollados (Tabla 2).

C) CORRELACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES CON EL INDICE GONOSOMATICO

Ic. Longitud del Día.

La Fig. 10a. muestra los valores de Longitud del día correspondiente al período Noviembre/77 - Diciembre/78. Comparando la variación de estos valores con los del IGS de los machos (Fig. 2) y de las hembras (Fig. 6) puede ser observado que no existe una concomitancia. Además los valores del Índice de Correlación para los machos ( $r= 0.183$ ) y para las hembras ( $r= 0.134$ ) como el arrojado por el Test del Chi Cuadrado para una Tabla de Contingencia de  $2 \times 2$  para ambos sexos ( $X^2 = 25\%$ ), fueron no significantes. Esto hace suponer que la longitud del día no ejerce ninguna influencia sobre la reproducción de A. guatemalensis.

IIc. Temperatura.

La variación de la temperatura del agua de la Laguna de Olomega desde Enero hasta Diciembre/78 es mostrada en la Fig. 10b. La tendencia de esta curva comparada con la de los IGSs de los machos (Fig. 2) y de las hembras (Fig. 6) es diferente. Además los valores del Índice de Correlación para los machos ( $r= 0.050$ ) como para las hembras ( $r= 0.117$ ),

Tabla 2. Características Macroscópicas con sus respectivos Porcentajes de especímenes hembras Arius guatemalensis agrupados en el rango de Longitud Estándar 150 - 225 mm.

CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS	PORCENTAJE DE ESPECIMENES (%)
Coloración Gónadas.	
Rosado - Pálidas	5.00
Rosadas	78.18
Rojas	16.82
Pigmentación Aletas Pélvicas y Pectorales.	
Pálidas	38.05
Rosadas	33.63
Rojas	27.43
Cantidad de Grasa en Cavidad Corporal.	
No grasa	5.99
Poca grasa	64.98
Abundante grasa	29.03
Pliegues Carnosos en Aletas Pélvicas.	
Incipientes	30.66
Poco desarrollados	52.83
Bastante desarrollados	16.51

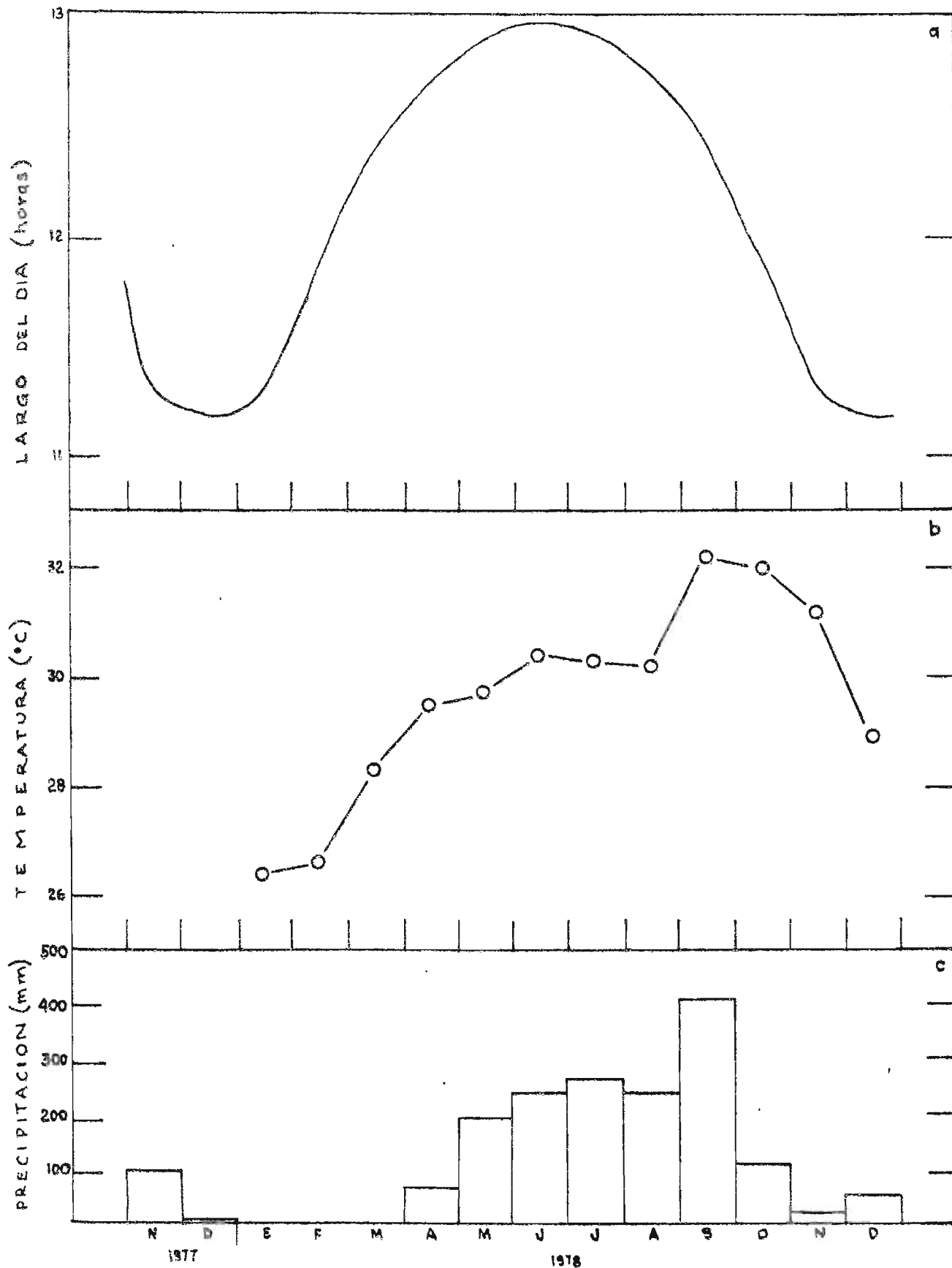


Figura 10. Parámetros abióticos considerados en este estudio. a) Longitud del día para la República de El Salvador desde Noviembre/77 hasta Diciembre/78. b) Temperatura de la Laguna de Olomega desde Enero hasta Diciembre/78. c) Precipitación para el Cantón Olomega desde Noviembre/77 hasta Diciembre/78.

como el vertido por el Test del Chi Cuadrado para una Tabla de Contingencia de 2 x 2 para ambos sexos ( $\chi^2 = 70\%$ ) fueron no significantes. Esto sugiere que probablemente la temperatura no influye sobre la reproducción de A. guatemalensis.

### IIIc. Precipitación.

La variación de la precipitación para el periodo Noviembre/77 - Diciembre/78 es mostrada en la Fig. 10c. La variación de este parámetro medioambiental no estuvo de acuerdo con la variación presentada por el IGS de los machos (Fig. 2) y la de las hembras (Fig. 6). Los valores del Índice de Correlación para los machos ( $r = 0.023$ ) y para las hembras ( $r = 0.133$ ) fueron bastante bajos. Además el valor proporcionado por el Test del Chi Cuadrado para una Tabla de Contingencia de 2 x 2 para ambos sexos ( $\chi^2 = 50\%$ ) fue no significativo. Estos resultados indican que la precipitación no parece ejercer ninguna influencia sobre la reproducción de A. guatemalensis.

## DISCUSION

A. guatemalensis, al igual que el pez gato dulceacuático, Tandanus tandanus (Davis, 1977a), presentó una variación en la coloración de las gónadas de ambos sexos relacionada con el grado de madurez de los especímenes. En los primeros estadios ambos presentaron gónadas pálidas. Mien-

tras que en los últimos estadios, T. tandanus mostró gónadas blanco-cremosas, A. guatemalensis presentó gonadas completamente rojas, pasando previamente por una coloración rosada. Esta coloración roja probablemente fué debida a la abundante irrigación sanguínea, necesaria debido a que estas se encuentran en gran actividad en la época reproductiva.

Las paredes de los ovarios de A. guatemalensis presentaron también una disminución en el grosor a medida que su maduración fue avanzando. Con el avance de la maduración gonadal los huevos fueron creciendo y ocupando cada vez más un mayor espacio, por lo que la luz del ovario necesariamente tenía que aumentar y por lo tanto la pared sufrir un estiramiento. Además una pared más delgada permitiría una mayor facilidad en el suministro de nutrientes y  $O_2$  hacia las células en formación. T. tandanus presentó la misma disminución en el grosor de las paredes relacionada también con el aumento en maduración (Davis, 1977a).

Así como Arius felis (Gunter, 1947), los especímenes hembras de A. guatemalensis presentaron un poro genital rojizo y evertido cuando fueron maduros. El poro genital rojizo podría deberse a una abundante irrigación sanguínea, ya que la acción de expulsar los huevos implica cierto gasto de energía. Y la eversión es probablemente debida al constante empuje recibido por la liberación de los mismos.

Aunque el mayor porcentaje de especímenes, de ambos sexos, mostró gónadas con una longitud más o menos igual, hu-

bo cierto porcentaje que presentó la derecha más larga que la izquierda y otro, un tanto más bajo la izquierda más larga que la derecha. Además fué observado, en el caso de los testículos, que ambos estaban ensanchados si pertenecían a machos maduros y en el caso de las hembras ambos ovarios poseían huevos grandes si pertenecían a especímenes también maduros. Probablemente esta diferencia en longitud fué debida por una parte a la acomodación que tienen que sufrir estos órganos entre los demás presentes en la cavidad corporal y por otra a una probable diferencia en la capacidad gametogénica. Gunter (1947) colectó a una hembra de A. felis la cual poseía claramente el ovario derecho más grande y distendido que el izquierdo, ambos con huevos grandes pero en menor cantidad en el izquierdo.

A. guatemalensis presentó un incremento en la reproducción en períodos de 4 meses sugiriendo una reproducción continua a través de todo el año al igual que lo realizan otras especies tropicales (e. g. Sarotherodon mossambicus, Dadzie, 1969; Anableps dovii, Burns & Flores, 1977).

En la época posterior al desove del pez gato marino, Bagre marinus fué capturada una hembra con ovarios mostrando una condición flácida (Gudger, 1916). En los meses de Octubre y Noviembre/78 fué capturado un buen porcentaje de hembras, A. guatemalensis con ovarios presentando esa característica. También en Junio fué capturado otro espécimen hembra en las mismas condiciones. Cabe señalar que en

los meses de Junio, Octubre y Noviembre/78 los valores de los IGSs de las hembras fueron bastante bajos y estos meses son posteriores a aquellos en los cuales se han reportado máximos valores (Fig. 6). La condición flácida de los ovarios es debida al vacío dejado por los huevos que fueron expulsados durante el desove.

El tamaño de los ovarios y un ensanchamiento de los testículos de A. guatemalensis, estuvieron directamente relacionados con el grado de madurez sexual. Ovarios ocupando un alto porcentaje de la cavidad corporal y testículos bastante ensanchados coincidieron con valores altos del IGS. Incluso hubo algunos casos, en que los ovarios habían alcanzado tal desarrollo que habían empujado a las demás vísceras contra la pared corporal, dando a veces la apariencia que éstas habían sufrido una reducción. Gudger (1916) colectó hembras del pez gato marino, Bagre marinus, con un grado de madurez bastante avanzado cuyas gónadas ocuparon un buen porcentaje de la cavidad corporal, registrando un caso en donde las demás vísceras estaban bastante apiñadas y reducidas debido al gran tamaño de los ovarios. Davis (1977a) y Flores Calderón (1977) reportan que en los especímenes que ellos estudiaron las gónadas ocuparon cada vez más un mayor espacio de la cavidad corporal a medida que fueron alcanzando su madurez.

Los especímenes de ambos sexos presentaron sus aletas pélvicas y pectorales con una coloración rosada o rojiza -

cuando sus gónadas fueron bastante desarrolladas. Probablemente esta coloración sea parte de su vestidura nupcial como es el caso presentado por los machos del pez, Notropis bifrenatus (Harrington, 1957). Las aletas enrojecidas podrían también obedecer a la abundante irrigación en la época reproductiva necesaria para soportar el incremento en la actividad.

A pesar de una disminución en la cantidad de grasa presente en la cavidad corporal de los machos en Agosto y Septiembre, fué bastante considerable a través de todo el año. Aunque no se tiene evidencia de que el macho de A. guatemalensis practique la incubación oral como lo hacen algunos miembros de la Familia Ariidae (Gudger, 1916; Lee, 1937; Gunter, 1947); es muy probable que la realicen debido a la presencia de los pliegues en las aletas pélvicas de las hembras, los cuales parecen estar bastante relacionados con este tipo de incubación (Lee, 1937). De ser así, la presencia de un buen porcentaje de grasa en la cavidad corporal de los machos es talvez de importancia por los largos ayunos que éstos tendrían que pasar durante el período de incubación. Recuperándose probablemente en forma rápida después de cada uno de estos períodos por su tipo de reproducción continua.

Algunas especies de reptiles, especialmente lagartijas, muestran un ciclo de los cuerpos grasos inversamente relacionado con su ciclo reproductivo (Uta stansburiana, -



Hahn y Tinkle, 1965; Anolis cupreus, Fleming y Hooker, 1975). Algo similar ocurre con algunos peces tropicales. El IGS de las hembras de A. guatemalensis mostró también este tipo de relación con la cantidad de grasa presente en la cavidad corporal. Esta relación inversa fué probablemente debida a que la grasa sirve como fuente de energía para la formación de la yema de los huevos (Hahn y Tinkle, 1965).

Las hembras de A. guatemalensis además de poseer aletas pélvicas con una mayor longitud que las de los machos también mostraron en la región dorsal de las mismas una protuberancia carnosa. Lee (1937) y Gunter (1947) encontraron en el pez gato marino, A. felis un mayor alargamiento de las aletas pélvicas para las hembras y además la presencia del pliegue carnoso. Lee (1937) sostiene que ambas adaptaciones sirven a esta especie para dar una mayor superficie de sostén a los huevos durante la fertilización por parte de los machos para luego ser pasados a la boca de los mismos. Tanto en A. felis (Lee, 1937) como en A. guatemalensis el desarrollo de este pliegue carnoso tiene una relación con la maduración de las gónadas. Las hembras que tuvieron pliegues más desarrollados fueron aquellas con un IGS mayor y gónadas bastante desarrolladas. Adicionalmente el complejo aletas-pélvicas-pliegues de una hembra madura de A. guatemalensis capturada, dió la impresión de la formación de un canal comunicado con el gonoporo.

La mayor cantidad de especímenes machos de A.

guatemalensis se agrupó en el rango de LE 150 - 200 mm. El mayor porcentaje de estos mostró gónadas rosadas, aletas pálidas y abundante grasa. Mientras que la mayor cantidad de hembras se agrupó en el rango de LE 150 - 225 mm, mostrando el mayor porcentaje de ellas gónadas rosadas, aletas pálidas y rosadas, poca grasa y pliegues un poco desarrollados. Etchevers (1978) sostiene que las hembras de A. spixii comienzan a madurar cuando alcanzan una LE de 149 mm. Todo esto viene a soportar que la mayoría de especímenes estudiados fueron probablemente adultos sexualmente, y por lo tanto que la variación de los valores del IGS no dependió de sus tamaños sino que de la variación del estadio reproductivo.

Los factores medioambientales pueden influir en los ciclos reproductivos tanto de peces de zonas templadas (Harrington, 1956, 1957; Rai, 1966; Lake, 1967, Davis, 1977a, b; deVlaming, 1972a, b, c; Burns, 1976) como de zonas tropicales (Dadzie, 1969; Hyder, 1969, 1970; Grant & Spain, 1975a, b, c). Para A. guatemalensis fué calculado el Índice de Correlación y aplicado el Test del Chi Cuadrado para una Tabla de Contingencia de 2 x 2 a los valores del IGS de ambos sexos contra la longitud del día, la temperatura y la precipitación, obteniendo en cada uno de los casos valores no significativos. Estos resultados no comprobaron la existencia de alguna influencia de estos tres parámetros medioambientales sobre la regulación de la reproducción de

A. guatemalensis.

Además de los factores abióticos considerados en este estudio existen otros que pueden ejercer una influencia en la reproducción. Uno de estos casos es el de algunas especies de peces reportadas por Lake (1967), en las cuales las inundaciones de los lugares donde ellas viven sirven de disparadores reproductivos. El medioambiente circundante de una determinada especie está compuesto, además de los factores abióticos, por factores bióticos, los cuales podrían - también estar ejerciendo alguna influencia sobre su biología reproductiva.

LITERATURA CITADA

- Burns, J. R. 1976. The reproductive cycle and its environmental control in the pumpkinseed, Lepomis gibbosus (Pisces: Centrarchidae). Copeia 1976 (3): 449-455.
- \_\_\_\_\_, and J. A. Flores. 1977. Seasonal variations in the reproduction of the four-eyed fish, Anableps doyii, a tropical viviparous teleost. Amer. Zool. 17: 957.
- Dadzie, S. 1969. Spermatogenesis and the stages of maturation in the male cichlid fish Tilapia mossambica. J. Zool., Lond. 159. 399-403.

- Davis, T. L. O. 1977a. Reproductive biology of the freshwater catfish, Tandanus tandanus Mitchell, in the Gwydir River, Australia. I. Structure of the gonads. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 28: 139-158.
- \_\_\_\_\_. 1977b. Reproductive biology of the freshwater catfish, Tandanus tandanus Mitchell, in the Gwydir River, Australia. II. Gonadal cycle and fecundity. Aust. J. Mar. Freshwater Res. 28: 159-169.
- deVlaming, V. L. 1972a. Reproductive cycling in the estuarine gobiid fish, Gillichthys mirabilis. Copeia 1972 (2): 278-291.
- \_\_\_\_\_. 1972b. The effects of temperature and photoperiod on reproductive cycling in the estuarine gobiid fish, Gillichthys mirabilis. Fish. Bull. 70 (4): 1137-1152.
- \_\_\_\_\_. 1972c. The effects of diurnal thermoperiod treatments on reproductive function in the estuarine gobiid fish, Gillichthys mirabilis Cooper. J. exp. mar. Biol. Ecol. 9: 155-163.
- \_\_\_\_\_. 1972d. Environmental control of teleost reproductive cycles: a brief review. J. Fish Biol. 4: 131-140.

..

Dirección General de Recursos Naturales Renovables. 1978.

Anuario Pesquero de El Salvador 1977. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador. 141 pp.

Etchevers, S. L. 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.

Fleming, T. H., and R. S. Hooker. 1975. Anolis cupreus: the response of a lizard to tropical seasonality. Ecology 56: 1243-1261.

Flores Calderón, J. A. 1977. Algunos aspectos de la reproducción del cuatro ojos Anableps dowi en condiciones naturales. (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Biología, San Salvador. 44 pp.

Grant, C. J., and A. V. Spain. 1975a. Reproduction, growth and size allometry of Mugil cephalus Linnaeus (Pisces: Mugilidae) from North Queensland inshore waters. Aust. J. Zool. 23: 181-201.

---

\_\_\_\_\_ . 1975b. Reproduction, growth and size allometry of Valamugil seheli (Forsk.) (Pisces: Mugilidae) from North Queensland inshore waters. Aust. J. Zool. 23: 463-474.

..

- \_\_\_\_\_. 1975c. Reproduction, growth and size allometry of Liza vaigiensis (Quoy & Gaimard) (Pisces: Mugilidae) from North Queensland inshore waters. Aust. J. Zool. 23: 475-485.
- Gudger, E. W. 1916. The gaff-topsail (Felichthys felis) a sea catfish that carries its eggs in its mouth. Zoologica 2 (5): 123-158.
- Gunter, G. 1947. Observations on breeding of the marine catfish, Galeichthys felis (Linnaeus). Copeia 1947 (4): 217-223.
- Hahn, W. E., and D. W. Tinkle. 1965. Fat body cycling and experimental evidence for its adaptive significance to ovarian follicle development in the lizard Uta stansburiana. J. Exp. Zool. 158: 79-86.
- Harrington, R. W., Jr. 1950. Preseasonal breeding by the bridled shiner, Notropis bifrenatus, induced under light-temperature control. Copeia 1950 (4): 304-311.
- \_\_\_\_\_. 1956. An experiment on the effects of contrasting daily photoperiods on gametogenesis and reproduction in the centrarchid fish, Enneacanthus obesus (Girard). J. Exp. Zool. 131 (3): 203-223.
- \_\_\_\_\_. 1957. Sexual photoperiodicity of the cyprinid fish, Notropis bifrenatus (Cope), in relation to the phases of its annual reproductive cycle. J. Exp. Zool. 135: 529-556.

- Hyder, M. 1969. Histological studies on the testis of Tilapia leucosticta and other species of the genus Tilapia (Pisces: Teleostei). Trans. Amer. Microsc. Soc. 88 (2): 211-231.
- \_\_\_\_\_. 1970. Gonadal and reproductive patterns in Tilapia leucosticta (Teleostei: Cichlidae) in an equatorial lake, Lake Naivasha (Kenya). J. Zool., Lond. 162: 179-195.
- Lake, J. S. 1967. Rearing experiments with five species of Australian freshwater fishes. I. Inducement to spawning. Aust. J. mar. Freshwat. Res. 18: 137-153.
- Lee, G. 1937. Oral gestation in the marine catfish, Galeichthys felis. Copeia 1937 (1): 49-56.
- Pallmann, A. 1972. Publicación Técnica No. 2 La Posición del Sol en El Salvador. 2a. Edic. Servicio Meteorológico Nacional de El Salvador, San Salvador. 14 pp.
- Rai, B. P. 1966. Histophysiology of the pituitary gland in correlation with the ovarian cycle in Tor (Barbus) tor (Ham.). Zeitschrift für Zellforschung 72: 574-582.
- Saxena, P. K., and K. Anand. 1977. A comparison of ovarian recrudescence in the catfish, Mystus tengara (Ham.), exposed to short photoperiods, to long photoperiods, and to melatonin. Gen. Comp. Endocrinol. 33: 506-511.

Sehgal, A., and B. I. Sundararaj. 1970. Effects of various photoperiodic regimens on the ovary of the catfish, Heteropneustes fossilis (Bloch) during the spawning and the postspawning periods. Biol. Reprod. 2: 425-434.

Servicio Meteorológico Nacional. 1966. Boletín Meteorológico de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador, El Salvador, C. A. 48 pp.

Sundararaj, B. I., and A. Sehgal. 1970a. Effects of a long or an increasing photoperiod on the initiation of ovarian recrudescence during the preparatory period in the catfish, Heteropneustes fossilis (Bloch). Biol. Reprod. 2: 413-424.

---

\_\_\_\_\_ . 1970b. Responses of the pituitary and ovary of the catfish, Heteropneustes fossilis (Bloch) to accelerated light regimen of a decreasing followed by an increasing photoperiod during the postspawning period. Biol. Reprod. 2: 435-443.

Sundararaj, B. I., and S. Vasal. 1976. Photoperiod and temperature control in the regulation of reproduction in the female catfish, Heteropneustes fossilis. J. Fish. Res. Bd. Can. 33: 959-973.