

## Relación longitud-peso y talla media de primera madurez sexual del pez espada, *Xiphias gladius* de las aguas oceánicas de Venezuela

Leo W. González\*, Nora Eslava y Paul Bermúdez

Area de Biología y Recursos Pesqueros, Instituto de Investigaciones Científicas,  
Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Apartado 147.  
Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela

Recibido: 14-02-99 Aceptado: 30-08-99

### Resumen

Se estimó la relación longitud-peso y la talla media de primera madurez sexual de 678 ejemplares de pez espada, *Xiphias gladius* capturados en 19 campañas de pesca exploratoria desde junio de 1989 hasta mayo de 1991, mediante el uso de palangre derivante a bordo del barco PROPESCA I en aguas oceánicas de Venezuela. De la muestra analizada 307 peces fueron machos (45%) de 61 a 258 cm de longitud, desde la mandíbula inferior hasta la horquilla, (LJFL) con pesos de 2,12 a 252 kg y 371 hembras (55%) de 74 a 268 cm LJFL con pesos de 4 a 282 kg. La proporción de sexos no se alejó significativamente de 1:1 ( $X^2 = 2,58$ ;  $p > 0,05$ ). Se encontró diferencia significativa entre las longitudes de ambos sexos ( $t_s = 4,82$ ;  $p < 0,05$ ) lo que indica que existe dimorfismo sexual secundario, alcanzando las hembras mayor tamaño que los machos. Se calculó la relación longitud-peso en machos:  $P = 0,00000284$ .  $L3,29$ ;  $r = 0,99$  y en hembras:  $P = 0,00000451$ .  $L3,17$ ;  $r = 0,97$ . La talla media de primera madurez sexual se estimó a través de la curva sigmoide ajustada a la ecuación logística, siendo en los machos  $L50 = 161$  cm LJFL y en las hembras  $L50 = 174$  cm LJFL.

**Palabras clave:** Relación longitud - peso; madurez sexual; *Xiphias gladius*; Venezuela.

## Lengths-weight relationships and mean size at first maturity of the swordfish, *Xiphias gladius* in oceanics waters of Venezuela

### Abstract

The length-weight relationship was estimated at the first sexual maturity in 678 specimens of swordfish, *Xiphias gladius* sampled in 19 exploratory fisheries campaigns from June of 1989 to May 1991, by mean of a deviant boulter on board the fisheries boat PROPESCA I, in oceanics waters of Venezuela. From the analyzed sample, 307 were males (45%) measuring from 61 to 258 cm lower jaw fork length (LJFL) and weighing from 2.12 to 252 kg, and 371 females (55%) measuring from 74 to 268 cm LJFL and weighing from 4 to 282 kg. The sex ratio is close to 1: 1 ( $X^2 = 2.58$ ;  $p > 0.05$ ). Significant difference was found between lengths of both sexes ( $t_s = 4.82$ ;  $p < 0.05$ ) which indicate that there is secondary sexual dimorphism, females reaching

\* Autor para la correspondencia. Fax: (095) 93132. E-mail: leonora@telcel.net.ve

a greater size than males. The relationship was calculated for length and corporal weight, being in males:  $P = 0.00000284$ ,  $L^{3.29}$ ;  $r = 0.99$  and in females:  $P = 0.00000451$ ,  $L^{3.17}$ ;  $r = 0.97$ . The mean size at first sexual maturity was estimated by means of the sigmoid curve adjusted to the logistic equation, being in males  $L_{50} = 161$  cm LJFL and females  $L_{50} = 174$  cm LJFL.

**Key words:** Length - weight relationships; sexual maturity; *Xiphias gladius*; Venezuela.

## Introducción

El pez espada, *Xiphias gladius* es el único representante de la Familia Xiphiidae en Venezuela. Es una especie epipelágica y mesopelágica que puede descender hasta 650 m de profundidad, pero generalmente se localiza en menos de 500 m. Puede tolerar un amplio ámbito de temperaturas desde 7° hasta 27°C, pero el óptimo se halla entre 18° y 22°C (1). Su distribución es cosmopolita en mares cálidos, templados y, ocasionalmente, fríos. En las costas atlánticas de América se encuentra desde Terranova hasta Argentina. En Venezuela se encuentra frente a todas sus costas continentales e insulares de aguas oceánicas (1).

El pez espada se captura en todo el Atlántico por pesquerías específicas y como especie secundaria de las pesquerías atuneras palangreras. Desde finales de la década de los años 50 y comienzos de los años 60, se han desarrollado pesquerías de palangre dirigidas en España, Estados Unidos y Canadá; y han existido pesquerías de arpón desde finales de 1800. La pesca de atún con palangre de Japón se inició en 1956, y desde entonces ha operado en todo el Atlántico con importantes capturas de pez espada que se obtienen como captura secundaria. Otras pesquerías dirigidas al pez espada se encuentran en Portugal, Venezuela, Marruecos y Uruguay; mientras que Taiwan, Corea, Francia y Brasil obtienen pez espada de forma incidental en la pesca de atún (2).

En Venezuela no existe una pesquería de pez espada consolidada, la captura de este recurso está asociada a la pesca de atún mediante el sistema de palangre; sin embargo se ha observado interés por su explotación. Por tal motivo, se justificó realizar

campanas de pesca exploratoria bajo un convenio entre la Empresa Propesca y la Universidad de Oriente, con la finalidad de hacer estimaciones de los índices de abundancia aparente, cuyos resultados fueron analizados por González y Gaertner (3), y estudios biológicos-pesqueros como la relación longitud-peso y talla media de primera madurez sexual, como una contribución a la explotación responsable de este recurso que ha observado una disminución en su captura en los últimos años; teniendo como precedente que el Caribe-Atlántico es una zona importante de desove.

## Materiales y métodos

Las campañas exploratorias se realizaron en el barco PROPESCA I de 21,30 m de eslora con motor de 500 HP y autonomía de 45 días. La pesca se llevó a cabo entre los paralelos 10° y 15° N y los meridianos 65° y 68° W que cubren la parte norte de la isla de La Tortuga y aguas afuera de la isla La Orchila, Archipiélago Los Roques e islas Aves de barlovento y sotavento (Figura 1). Como arte de pesca se utilizó un palangre derivante dividido en 12 secciones de 64 anzuelos por sección; los anzuelos fueron de los números 5, 6 o 7 colocados a diferentes profundidades de manera alternada uno a 36 m y el otro a 54 m (Figura 2). La carnada que se utilizó fue calamar, asociado con dispositivo luminescente y pescado como sardina, carite, carachanas, etc. Las zonas de pesca fueron determinadas por los factores ambientales como temperatura, corriente, viento y localización de especies migratorias, específicamente atún; una vez seleccionada la zona de pesca se realizaron lances tanto de día como de noche a profundidades que oscilaron entre 30 y 135 m. De esta manera, se efectua-



Tabla 1

Muestra analizada de pez espada, *Xiphias gladius* obtenida de las campañas de pesca exploratoria del Barco Propesca I en aguas oceánicas de Venezuela durante 1989-1991

Año	N	Machos				N	Hembras			
		Longitud (cm)		Peso (kg)			Longitud (cm)		Peso (kg)	
		Min	Max	Min	Max		Min	Max	Min	Max
1989	4	121	258	21	252	59	77	258	4	198
1990	200	72	216	3,6	136	200	75	268	4,3	282
1991	103	61	196	2,12	98,8	112	74	267	4,14	278,4
Total	307					371				

ron 19 campañas de pesca durante 2 años desde el 27 de junio de 1989 hasta el 05 de mayo de 1991.

Mediante un muestreo aleatorio se analizaron 678 especímenes de 1150 colectados durante la pesca exploratoria (Tabla 1). A cada ejemplar se le midió la longitud a la furca de acuerdo al criterio de Miyake y Hayasi (4), como la distancia desde el extremo anterior de la mandíbula inferior hasta el extremo de los radios centrales de la aleta caudal (LJFL) al centímetro inferior; y el peso sin eviscerar en kilogramos. Luego a cada individuo se le realizó un corte longitudinal en la región ventral, desde el orificio anal hasta la región torácica, para identificar el sexo y la madurez sexual de acuerdo a la escala del I al VI para peces de pico propuesto por Ovchinnikov (5). Se determinó la proporción de sexos aplicando una prueba de Ji-cuadrado (6).

Se comprobó la diferencia significativa entre las longitudes de machos y hembras mediante una prueba t-student (6) y se realizó la distribución de frecuencia de longitudes agrupadas por clases de 10 cm.

Se calculó la relación entre la longitud y el peso del pez a través de la ecuación:

$$P = a \cdot L^b \quad [1]$$

donde, P es el peso total del pez sin eviscerar; L es la longitud a la furca (LJFL); "a" es

la intersección del eje de las ordenadas y "b" es la pendiente de la curva que fue estimada mediante el ajuste de una línea de regresión a los datos previamente transformados logarítmicamente.

La talla de primera madurez sexual se estimó sobre la base de la frecuencia de tallas de machos y hembras en fase de maduración gonadal IV a través de la curva sigmoide ajustada a la ecuación logística de la forma:

$$P = 1 / [1 + e^{(a - b \cdot L)}] \quad [2]$$

donde, P es la proporción estimada de individuos maduros por clase de talla y L es la marca de clase del intervalo de talla. Para obtener las constantes "a" y "b" la ecuación se transformó en línea recta:

$$\ln [(1 / P) - 1] = a - b \cdot L \quad [3]$$

Finalmente, se calculó la talla del 50% de la población sexualmente madura mediante la ecuación:

$$L_{50} = a / b \quad [4]$$

## Resultados

La muestra de 678 individuos estuvo estructurada por 307 machos (45%) de 61 a 258 cm LJFL con pesos de 2,12 a 252 kg y 371 hembras (55%) de 74 a 268 cm LJFL con

pesos de 4 a 282 kg. La proporción de sexos durante el período fue de 1:1,2 demostrándose que la proporción de sexos no se aleja significativamente de 1:1 ( $X^2 = 2,58$ ;  $p > 0,05$ ). Se encontró estadísticamente diferencia significativa entre las longitudes de ambos sexos ( $t_s = 4,82$ ;  $p < 0,05$ ); lo que indica que existe dimorfismo sexual secundario en cuanto a la talla, evidenciándose que no tienen el mismo ritmo de crecimiento. En cuanto a la distribución de frecuencia de tallas por

sexo, se observó en las hembras, de manera clara, 2 modas que se ubicaron en las clases 100 cm LJFL y 160 cm LJFL; mientras que en los machos no ocurrió lo mismo (Figura 3).

La relación funcional longitud-peso quedó establecida de forma exponencial en machos:  $P = 0,00000284 \cdot L^{3,29}$ ;  $r = 0,99$  y en hembras:  $P = 0,00000451 \cdot L^{3,17}$ ;  $r = 0,97$ ; apreciándose, en ambos casos, el valor del parámetro "b" mayor que 3 indicador de crecimiento alométrico mayorante (Figura 4).

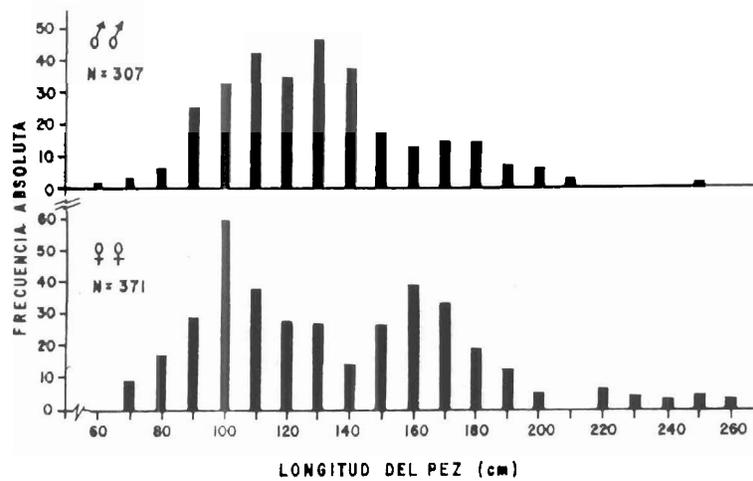


Figura 3. Distribución de frecuencia de longitudes de machos y hembras de *Xiphias gladius* de las aguas oceánicas de Venezuela durante el período 1988-1991.

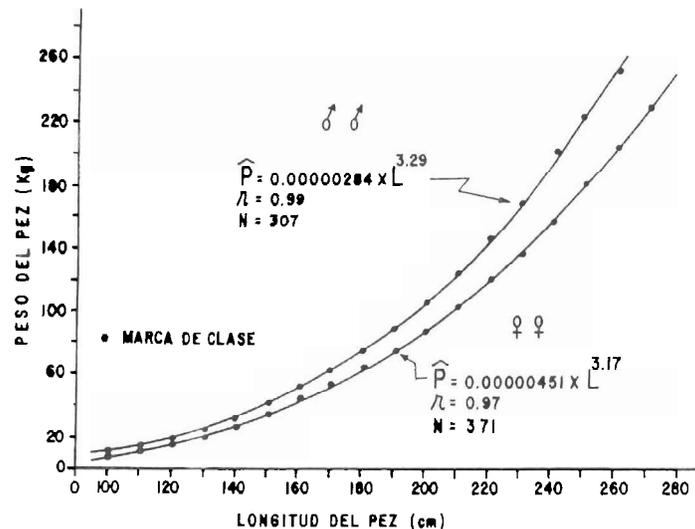


Figura 4. Relación longitud-peso de machos y hembras de *Xiphias gladius* de las aguas oceánicas de Venezuela durante el período 1988-1991.

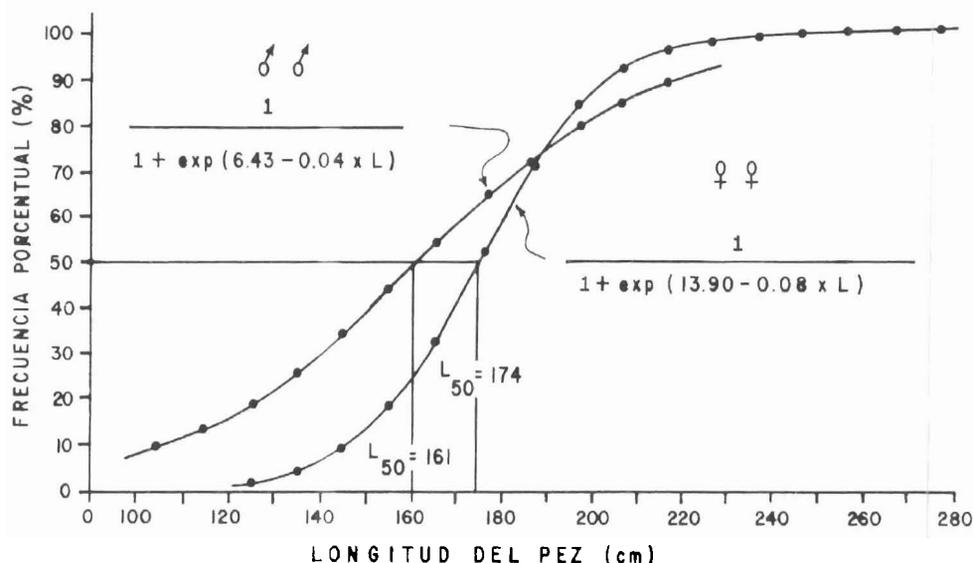


Figura 5. Talla media de primera madurez sexual de machos y hembras de *Xiphias gladius* de las aguas oceánicas de Venezuela durante el período 1988-1991.

De acuerdo al modelo de la curva logística, los valores de las constantes fueron en machos:  $a = 6,43$ ;  $b = 0,04$  y en hembras:  $a = 13,90$ ;  $b = 0,08$ , con los cuales se estimaron las tallas de primera madurez sexual  $L_{50} = 161$  cm LJFL y  $L_{50} = 174$  cm LJFL, respectivamente (Figura 5).

### Discusión

La talla más grande obtenida fue una hembra de 268 cm LJFL y 278,4 kg de peso; sin embargo, esta especie en el sur este del Pacífico alcanza 445 cm de longitud total y 540 kg de peso, pero en el Atlántico no se han capturado ejemplares mayores de 320 kg (1). La diferencia con respecto a la talla entre machos y hembras sugiere un dimorfismo sexual secundario como resultado de la mortalidad y/o crecimiento diferencial; no obstante, el grado absoluto de dimorfismo permanece incierto (7). Según Ehrhardt *et al.* (8), el pez espada crece muy rápidamente durante el primer año de vida (machos: 95,1 cm y hembra: 93,0 cm de LJFL media) y después frena considerablemente la tasa de crecimiento, mostrando dimorfismo sexual en cuanto a que las hembras

( $L = 364,69$  cm LJFL;  $K = 0,0262$ ) alcanzan tamaños mayores que los machos ( $L = 189,58$  cm LJFL;  $K = 0,1050$ ).

La proporción sexual global durante el período de muestreo fue similar a los obtenidos por Alió *et al.* (9) en Venezuela (1:1,31), Amorim y Arfelli (10) en Brasil (1:1,14), y García y Mejuto (11) en España (1:1,27); pero difieren con los de Espinoza *et al.* (12) en Cuba (3:1). Según Tresierra y Culquichicón (13), los factores que pueden hacer variar la proporción de 1:1, son la vulnerabilidad desigual por sexo y la mortalidad diferencial, especialmente en las primeras etapas de vida en las que pueden darse variables ambientales que van a determinar períodos favorables o desfavorables de las crías.

La relación longitud-peso, tiene una importancia fundamental, puesto que sirve como un mecanismo de transformación para los modelos de crecimiento en longitud y peso. Por otra parte y más importante aún, dicha función permite determinar los estados de condición fisiológica de un recurso pesquero, a través de diferentes etapas del ciclo vital. El término alométrico se aplica a

los cambios en las proporciones de las medidas lineales en el pez; en nuestro caso los valores de "b" fueron mayores de 3 por lo que indica que esta especie llega a ser más pesada para la longitud que tiene (13). En tal sentido, tanto machos como hembras presentan el mismo patrón de crecimiento sin presentar diferencias morfológicas en su desarrollo. Estos resultados son muy similares a los estimados por Espinoza *et al.* (12) en la región noroccidental de Cuba (machos:  $b = 3,3019$ ; hembras:  $b = 3,0657$ ).

La talla media de primera madurez sexual de la población de hembras en el presente trabajo fue menor a las obtenidas por Taylor y Murphy (14) en el Estrecho de Florida y aguas adyacentes ( $L_{50} = 182$  cm LJFL), Arocha *et al.* (15) en el Atlántico nororiental ( $L_{50} = 189$  cm LJFL) y Arocha *et al.* (15) en el Atlántico noroccidental ( $L_{50} = 179$  cm LJFL). Sin embargo, este resultado debe ser considerado para propósitos de manejo a fin de asegurar la maduración antes que sean sujetos de una fuerte explotación, como se evidencia en la distribución de frecuencia de longitudes donde el mayor porcentaje correspondió a tallas menores a las de primera madurez sexual. En este caso, es recomendable que su longitud de primera captura debería ser más grande que la de primera madurez, y de este modo favorecer el reclutamiento. El hecho de observar 82,75% de hembras en fases iniciales de desarrollo gonadal, evidencia que *Xiphias gladius* no desova en el área estudiada, más bien es una zona de tránsito con dirección este - oeste hacia lugares de puesta localizadas en el Mar de los Sargazos, el Paso de Windward, el Estrecho de Yucatán y el Estrecho de Florida (15). Palko *et al.* (17) y Rey (18), mencionaron que el desove ocurre durante todo el año en el Caribe, Golfo de México y en aguas cercanas a Florida con un máximo de abril hasta septiembre, y está relacionado con la temperatura del agua entre 23° y 26° C; mientras que Amorim y Arfelli (10) señalan que en el sur y sudeste de Brasil el desove ocurre a mediados del cuarto hasta finales

del primer trimestre de cada año. Por otro lado, Arocha *et al.* (16) indican que en el Atlántico noroccidental, la principal temporada de reproducción es de diciembre a junio, donde las hembras tienen una fecundidad potencial media estimada en  $3,90 \times 10^6$  ovocitos y desovan, en promedio, cada 3 días.

## Conclusiones

Se evidenció un marcado dimorfismo sexual con respecto a la talla; así como una alta población de hembras inmaduras, demostrando que esta especie migratoria no desova en las aguas oceánicas de Venezuela. La estimación de la talla media de primera madurez sexual advierte a los administradores pesqueros que la longitud de primera captura debe ser mayor que la talla del 50% de la población madura. En tal sentido, su explotación comercial tendría un enfoque precautorio de riesgo e incertidumbre y, además, se estaría dando cumplimiento al código de conducta para la pesca responsable de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar.

## Agradecimiento

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a la Empresa Productos Pesqueros del Caribe, C.A. por el apoyo logístico prestado con el barco PROPECA I a través del convenio firmado con la Universidad de Oriente y Fundación Científica Los Riques. A Daniel Gaertner del ORSTOM por su asesoramiento científico. A Fernando Cervigón y a los árbitros de la revista *Ciencia* por la lectura crítica del artículo y recomendaciones técnicas. A Carlos Silva, José Jesús Marcano, Hebel Salazar, y Efigenio Velásquez por su colaboración en los muestreos a bordo y en el laboratorio. A María Cellamare y Manuel Zurita de la ECAM/UDO por la ordenación de datos. A Domingo González y Pablo Ramírez por su apoyo institucional en la consolidación del proyecto. A Juan Vicent por sus excelentes dibujos.

### Referencias Bibliográficas

1. CERVIGÓN F. **Los peces marinos de Venezuela**. 2ª Edición. Vol. 3. Editorial Ex Libris. Caracas (Venezuela), pp.295, 1994.
2. ICCAT. **Informe detallado de SCRS de 1996 sobre el pez espada**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 46, N° 3, pp. 217-247, 1997.
3. GONZÁLEZ L. W., GAERTNER D. **Análisis preliminar de las campañas de pesca exploratoria del pez espada en la ZEE de Venezuela**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 39, N° 3, pp. 643-655, 1992.
4. MIYAKE M., HAYASI S. **Manual de operaciones para estadísticas y muestreo de los túnidos y especies afines en el Océano Atlántico**. ICCAT. Imprenta Juvenil S.A. Madrid (España), pp. 149, 1978.
5. OVCHINNIKOV V.V. **Swordfishes and Billfishes in the Atlantic ocean: ecology and functional morphology**. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalén, pp. 77, 1970.
6. SOKAL R.R., ROHLF F.J. **Biometría**. Editorial Blume, Madrid (España), pp. 831, 1979.
7. ICCAT. **Jornadas de trabajo ICCAT sobre aspectos técnicos de las metodologías que explican la variabilidad del crecimiento por edad**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 42, pp. 29-43, 1994.
8. EHRHARDT N.M., ROBBINS R.J., AROCHA F. **Age validation and growth of swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 45, N° 2, pp. 358-367, 1996.
9. ALIÓ J., MARCANO L., SALAZAR H. **Notas sobre la estructura poblacional del pez espada, *Xiphias gladius* en Venezuela**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 40, pp. 321-326, 1993
10. AMORIM A. F., ARFELLI C. A. **Bol Inst Pesca** 11: 35-62, 1984.
11. GARCÍA B., MAJUTO J. **Primeros datos sobre la biología de la reproducción del pez espada (*Xiphias gladius* L.) de las áreas 35°-45° N, 10°-40° W (BIL 94)**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 27, pp. 164-177, 1988.
12. ESPINOZA L., SOSA M., MORENO S., QUEVEDO R. **Aspectos biológicos de los peces de pico en la región noroccidental de Cuba**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 28, pp. 266-286, 1988.
13. TRESIERRA A., CULQUICHICÓN Z. **Biología Pesquera**. 1ª Edición. Editorial Libertad, Trujillo (Perú), pp. 432, 1993.
14. TAYLOR R. G., MURPHY M.D. **Fish Bull** 90 (4): 809-816, 1992.
15. AROCHA F., LEE D.W., GRUBICH J.R. **Observations on sex ratio, maturity stages, and fecundity estimates of the swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic ocean**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 42, pp. 309-318, 1994.
16. AROCHA F., LEE D.W. **Maturity at size, reproductive seasonality, spawning frequency, fecundity and sex ratio in swordfish from the northwest Atlantic**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 45, N° 2, pp. 350-357, 1996.
17. PALKO B. J., BEARDSLEY G. L., RICHARDS W. J. Synopsis of the biology of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus. FAO Fisheries Synopsis 27, Rome, pp. 21, 1981.
18. REY J. C. **Comentarios sobre las áreas de reproducción del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Atlántico y Mediterráneo**. Colección de Documentos Científicos, ICCAT, Madrid (España), Vol. 27, pp. 180-193, 1988.