

2.1.9 Descripción del pez espada (SWO)

1. Nombres

1.a. Clasificación y taxonomía

Nombre de la especie: *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758)

Sinónimos al uso: (Nakamura, 1985)

Xiphias gladius (Bloch, 1786)

Xiphias imperator (Bloch & Schneider, 1801)

Xiphias rondeletti (Leach, 1818)

Phaethonichthys tuberculatus (Nichols, 1923)

Xiphias estara (Phillips, 1932)

Tetrapterus imperator (Rohl, 1942)

Xiphias thermaicus (Serbetis, 1951)

Xiphias gladius estara (Whitley, 1964)

Código de especie ICCAT: SWO

Nombres ICCAT: Pez espada (español), Espadon (francés), Swordfish (inglés).

Según Hureau y Monod (1973), el pez espada se clasifica de la siguiente manera:

- Phylum: Vertebrates
- Subphylum: Gnathostomes
- Superclase: Peces
- Clase: Osteichthyes
- Subclase: Actinopterygians
- Superorden: Teleostes
- Orden: Perciforms
- Suborden: Scombroids
- Familia: Xiphiidae
- Género: *Xiphias*
- Especie: *Xiphias gladius*

1.b. Nombres comunes

Se presenta una lista de nombres vernáculos de acuerdo con la FAO. Esta lista no es exhaustiva y algunos nombres locales podrían no estar incluidos.

Albania: Peshku shtize

Alemania: Schwertfisch

Angola: Agulha, Agulhão, Espadarte, Peixe-agulha

Argelia: Pez espada

Argentina: Pez espada

Australia: Broadbill, Broadbill swordfish, Swordfish

Azores (Islas): Swordfish, Agulhão, Espadarte

Bélgica: Espadon

Brasil: Agulhão, Espadarte, Espadarte-meca, Meka, Peixe espada
Cabo Verde: Espadarte, Furão, Peixe ferro, Peixe-ferro, Espadon, Espadão, Espadarte, Espadim-azul, Peixe-agulha
Can. Br. Colum.: Swordfish
Canadá: Broadbill swordfish, Swordfish, Espadon
Chile: Albacora, Pez espada
China: Chien-chi-yu , Ki-hi-khu , Tinmankhu
Corea (Rep.): Whang-sae-chi
Cuba: Emperador, Pez espada
Dinamarca: Sværdfisk
Djibouti: Sword fish, Espadon
Ecuador: Pez espada
Eslovenia: Meëarica
España: Emperador, Aja para, Chichi spada, Espada, Espardarte, Pez espada
Estados Unidos: Broadbill, Broadbill swordfish, Swordfish
Estonia: Swordfish
Faroe (Islas): Svørðfiskur
Federación Rusa: Mech-ryba, Mechenos, Meshvenosouiyé
Filipinas: Big-ho, Big-ho', Bigo, Bigok, Dugso, Malasugi Malasugi, Malasugi, Dugho, Swordfish, Sibingan, Malasugi, Malasugue, Manumbuk, Palmbela, Dogso, Lumod, Malasugi, Mayas-pas
Finlandia: Miekkakala
Francia: Espadon
Grecia: Xifias, Xiphias
Hawai: Broad-bill sword-fish, A'u ku
India: Sword fish, Kunga, Tadmachhi, Mas-hibaru, Kuthirameen, Tadmasa
Indonesia: Toda Todak
Irlanda: Swordfish, An colgán
Islandia: Sverðfiskur
Italia: Pei spa, Pesce spada, Pesce spate, Pesse spada, Pesci spada, Pesci spata, Pesci spatu, Puddicinedda, Spadon, Spadottu, Spateddu
Japón: Dakuda, Medara, Meka, Mekajiki
Kiribati: Te rakuika, Te sakula
Líbano: Sankeh
Libia: Abucef
Madeira (Islas): Peixe-agulha
Malta: Pixxispad, Spada
Marshall (Islas): Lokjan
Martinica: Varé, Espadon
Mauricio: Swordfish Espadon
Mauritania: Sword fish Espadon Poisson porte-épée
México: Pez espada
Mozambique: Espadarte
Namibia: Swaardvis, Schwertfisch
Nicaragua: Pez espada
Niue: Swordfish, Haku
Noruega: Sverdfisk
Nueva Zelanda: Broadbill, Broadbill swordfish, Swordfish, Paea
Omán: Kheil al bahar
Países Bajos: Zwaardvis
Papúa N Guin: Broadbill swordfish, Swordfish
Perú: Pez espada
Polonia: Wlócznik
Portugal: Agulha, Agulhao, Catana, Espada, Espadarte, Peixe agulha, Peixe espada, Peixe-agulha
Reino Unido: Broadbill, Swordfish
Rumania: Peste cu spada, Peste-spada
Santa Helena: Swordfish
Seychelles: S wordfish, Espadron
Somalia: Daanbeeri
Sri Lanka: Kadu kpooara
Sudáfrica: Swaardvis, Broadbill, Swordfish,

Suecia: Svärdfisk
Tahití: Ha'ura
Tanzania: Nduwalo, Sansuli
Togo: Hatalikofi, Espadon
Tuamoto (Islas): Hakura
Túnez: Bou sif.
Turquía: Kiliç baligi
Ucrania: Mech--ryba
Venezuela: Pez espada
Vietnam: Broadbill swordfish, Cá Mũi kiém, Ho cá mui kiem

2. Identificación

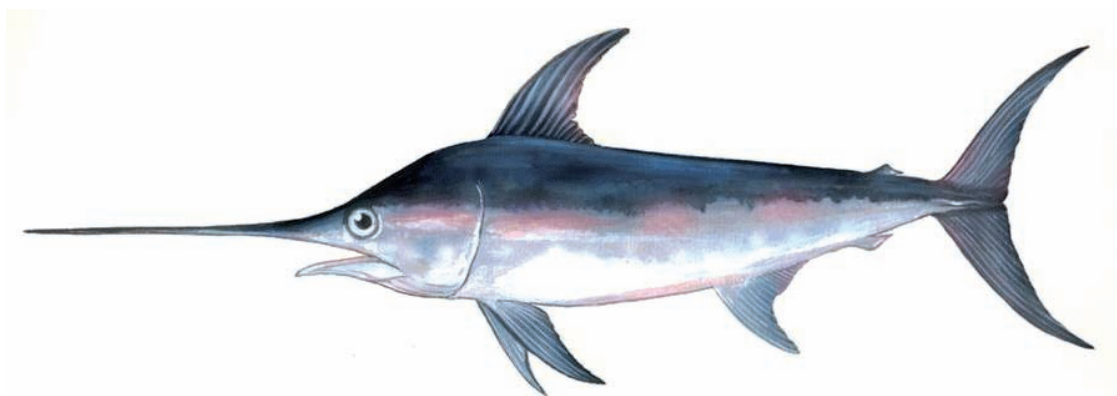


Figura 1. Dibujo de un pez espada (*Xiphias gladius*) adulto (por Wendy Williams, Pêches et Océans, Canadá).

Características de *Xiphias gladius* (ver Figuras 1 y 2)

La talla máxima que alcanza esta especie es de 455 centímetros (cm) de longitud a la horquilla, correspondiente a un peso total de unos 537 kilos (kg) (IGFA, 2001). En el Mediterráneo, su peso individual rara vez sobrepasa los 230 kg, y en el Atlántico alcanza hasta 320 kg (Nakamura).

La edad máxima que alcanza esta especie se estima en 10 años en el Mediterráneo (Aliçli, 2001), pero los estudios de marcado indican que el pez espada puede alcanzar una longevidad de 15 años.

Externas:

- El cuerpo es alargado y cilíndrico.
- En los adultos, la mandíbula superior se prolonga en una espada muy larga y plana.
- Los ojos son grandes.
- Los jóvenes de hasta 1 metro de talla poseen pequeños dientes, de los que sólo quedan vestigios una vez alcanzado el estado adulto.
- Las aletas dorsales y anales se componen cada una de dos partes ampliamente separadas en los adultos; sin embargo son continuas en los peces jóvenes y juveniles.
- La primera aleta dorsal es mucho más grande que la segunda; la primera tiene de 34 a 49 radios blandos, la segunda dorsal tiene de 4 a 6 radios blandos.
- La primera aleta anal es más grande que la segunda; la primera anal posee de 13 a 14 radios blandos, y la segunda, de 3 a 4 radios blandos.
- La posición de la segunda aleta anal está ligeramente adelantada con respecto a la segunda dorsal.
- Las aletas pectorales son un tanto rígidas, y cada una de ellas está situada en la parte inferior de los dos flancos, con 16 a 18 radios.
- Carece de aletas pélvicas.
- La aleta caudal tiene forma de media luna en los adultos; recortada a la horquilla en los jóvenes.
- Presencia de una sola quilla pronunciada, situada a ambos lados del pedúnculo caudal.
- El ano está situado cerca del origen de la primera aleta anal.

- La línea lateral está ausente en los adultos, pero es reconocible en los especímenes de 1 m de talla, y desaparece con el crecimiento.
- Los adultos carecen de escamas, pero los jóvenes de 1 m de talla poseen estructuras parecidas a las escamas, que desaparecen gradualmente durante el crecimiento.
- Poseen 26 vértebras, de las cuales 15 ó 16 son precaudales, y 10 u 11 son caudales.

Con el crecimiento, durante la fase preadulta, el pez espada sufre cambios morfológicos drásticos, que afectan a la forma del cuerpo, a la espada y, particularmente, a las aletas dorsales, anales y caudales (**Figura 2**).

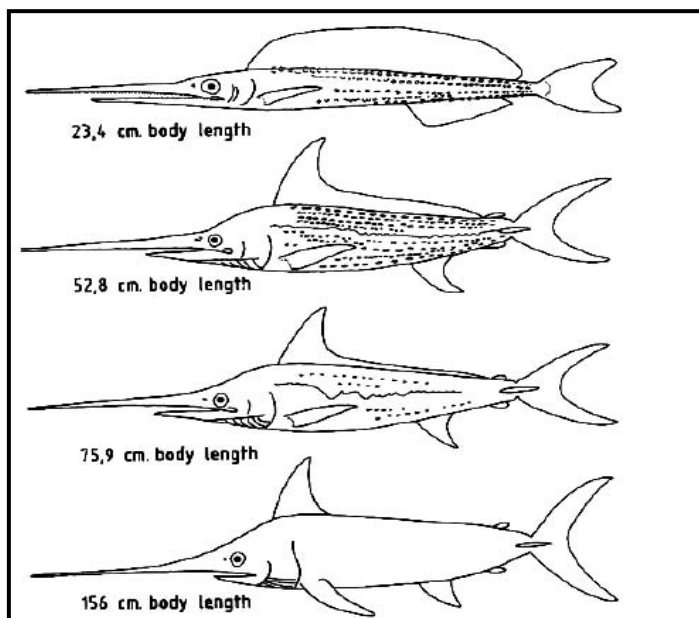


Figura 2. Cambios morfológicos en el cuerpo del pez espada a causa del crecimiento (Nakamura, 1985).

Color

- El dorso y los flancos presentan un color marrón negruzco, que tiende a marrón claro en la parte ventral.
- La primera dorsal tiene la membrana marrón tendiendo hacia negro. Otras aletas, de color marrón o marrón negruzco tendiendo a negro.

Internas

- Carecen de branquispinas
- Presencia de grandes agallas
- Poseen una vejiga natatoria.

Características externas de las larvas

Según Bertolini *et al.* (1956)

- Al nacer, las larvas tienen una longitud de 4 mm.
- Las larvas se caracterizan por un saco vitelino alargado y pigmentado.
- Presentan una cola parcialmente cubierta de melanóforos.
- Presencia de melanóforos en la cabeza y tronco.
- Los dientes son claramente visibles durante la fase postlarvaria.

3. Biología y estudios de población

3.a. Preferencias de hábitat

Especie oceánica, pero que a veces se encuentra en aguas costeras, generalmente por encima de la termoclina (Colette, 1995). El pez espada es la especie de marlín con mayor tolerancia respecto a la temperatura (5 a 27°C), pero frecuentemente se le localiza en aguas superficiales a temperaturas superiores a 13°C (Nakamura, 1985).

En el Pacífico noroeste, la gama preferente de temperaturas está entre 18° y 22°C (Frimodt, 1995). En cuanto a esta región, el pez espada se encuentra distribuido desde la superficie hasta profundidades de 550 m (Takashi *et al.*, 2003). No obstante, puede efectuar inmersiones ocasionales hasta profundidades de, por lo menos, 650 m (Nakamura, 1985).

3.b. Crecimiento

Diversos autores han estudiado el crecimiento de pez espada, empleando diferentes métodos. Berkeley y Houde (1983); Tsimenides y Tserpes (1989); Megalofonou y De Metrio (1989), Megalofonou *et al.* (1990); Tserpes y Tsimenides (1995); Ehrhardt *et al.* (1996); Aliçli *et al.* (2001) han estimado la edad de pez espada a partir de los radios de las aletas anales. Algunos autores han determinado la edad de esta especie a partir de los otolitos (Radtke y Hurley (1983); Wilson y Dean (1983); Megalofonou *et al.* 1990, 1995 en Tserpes *et al.* (1995). Haist y Porter (1994) estimaron las tallas por edad a partir de análisis Multifan de los datos de tallas. Bekett (1974) estudió el crecimiento de pez espada del Atlántico a partir de análisis de vértebras. El Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS) de ICCAT utilizó la curva de crecimiento que se basa en el ajuste de la función de Gompertz a los datos de marcado-recaptura (Anón. y Restrepo *in* Porter, 1994).

Todos estos autores han mostrado un dimorfismo sexual en el crecimiento de esta especie; los machos crecen con mayor lentitud, y alcanzan una talla asintótica inferior a la de las hembras. El crecimiento es muy rápido durante el primer año del ciclo vital, y posteriormente se desacelera de forma considerable. Los estudios han concluido también que el pez espada del Mediterráneo alcanza una talla asintótica inferior a la del pez espada del Atlántico.

Los diferentes modelos de crecimiento que emplea en la actualidad el SCRS en las evaluaciones de stock de esta especie se resumen en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento utilizados por SCRS para el pez espada del Atlántico y del Mediterráneo.

| Parámetros de crecimiento | Referencia | N | LJ-FL (cm) | Método | Stock |
|---|-----------------------------|------|------------|---------|-----------------|
| <u>Sexos combinados</u> $L_t = 238.58 (1 - e^{-0.185 (t+1.404)})$ | Tserpes y Tsimenides (1995) | 1100 | 62-210 | Espinas | Med |
| <u>Sexos combinados</u> $L_t = \left[464.54^{3.2678} - (464.54^{3.2678} - 0.0001^{3.2678}) e^{-0.023 (3.2678)t} \right]^{1/3.2678}$ | Arocha <i>et al.</i> (2003) | 4209 | 63-262 | Espinas | Atl. norte |
| <u>Machos</u> $L_t = \left[300^{3.921} - (300^{3.921} - 0.0001^{3.2678}) e^{-0.00465(3.921)t} \right]^{1/3.921}$ | Arocha <i>et al.</i> (2003) | 1817 | 63-246 | Espinas | Atl. norte |
| <u>Hembras</u> $L_t = \left[375.49^{2.976} - (375.49^{2.976} - 0.0001^{2.976}) e^{-0.00734(2.976)t} \right]^{1/2.976}$ | Arocha <i>et al.</i> (2003) | 2392 | 74-262 | Espinas | Atl. norte |
| <u>Sexos combinados</u> $W_t = 305.56 \times \exp[-4.6335 \times \exp(-0.3058 t)]$ $L_t = 44.2237 \times W_t^{0.29257}$ | Anónimo (1989) | 85 | 7-360 lbs | Marcado | Atl. norte -sur |

3.c. Relaciones talla-peso

Se han establecido numerosas relaciones talla-peso para el pez espada. La mayor parte de ellas se basaban en los datos de peso eviscerado y sin agallas de los individuos muestreados (De Metrio *et al.* 1987; Tsimenides y Tserpes, 1989; Mejuto *et al.* 1993; Gouveia *et al.* 1994; De la Serna *et al.* 1995; Hattour, 1996). Mejuto y De la Serna (1993) elaboraron una relación talla-peso para el pez espada del Mediterráneo, que permitía convertir directamente la talla de un individuo a su peso en vivo correspondiente.

Tserpes *et al.* (2003) han actualizado la relación talla-peso canal del pez espada del Mediterráneo, basándose en una muestra lo suficientemente amplia, y en una gama de tallas lo más larga posible ($n=24668$ LF: 50–248 cm). Se estimaron los parámetros siguientes: $a=1.76 \times 10^{-6}$; $b=3.378$; $r^2=0.92$. Estos autores recomiendan aplicar esta relación para convertir la talla en peso.

Los parámetros de esta relación no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los machos y las hembras. Sin embargo, se destacan las diferencias entre zonas, así como entre temporadas, según el grado de manipulación y el factor de condición de los peces.

La **Tabla 2** recoge las diferentes relaciones talla-peso empleadas actualmente por el SCRS para el pez espada del Atlántico y del Mediterráneo.

Tabla 2. Relaciones talla-peso utilizadas por el SCRS para el pez espada del Atlántico y del Mediterráneo.

| Parámetros de crecimiento | Referencia | N | LJ-FL (cm) | Stock |
|--|-----------------------------|------|------------|-------------------------|
| $GWT = 5.70 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.16}$ | De Metrio (1987) | 462 | 64-205 | Mediterráneo |
| $RWT = 8.90493 \times 10^{-7} \times LJ - FL^{3.554738}$ | Mejuto y De la Serna (1993) | 1006 | 62-237 | Mediterráneo |
| $DWT = 4.592 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.1370}$ | Turner (1987) | | | Atlántico nordeste |
| $RWT = 4.203 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.2133}$ | Mejuto <i>et al.</i> (1988) | 2569 | 80-253 | Atlántico centro- norte |
| $RWT = 3.433 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.2623}$ | Mejuto <i>et al.</i> (1988) | 4049 | 93-251 | Atlántico nordeste |
| $GWT = 1.24 \times 10^{-5} \times E - FL^{3.04}$ | Amorim <i>et al.</i> (1979) | 1173 | | Atlántico sudoeste |
| $GWT = 4.3491 \times 10^{-6} \times LJ - FL^{3.188}$ | Mejuto <i>et al.</i> (1988) | 3600 | 89-266 | Atlántico sudeste |

LJ-FL: longitud mandíbula inferior – horquilla

E-FL: longitud cavidad ocular – horquilla

RWT: peso vivo

DWT: peso canal (eviscerado, parcialmente decapitado y sin aletas)

GWT: peso eviscerado

3.d. Madurez sexual

Al día de hoy, pocos estudios se han realizado sobre la madurez sexual del pez espada. En el Mediterráneo, De Metrio *et al.* (1989) encontraron que las hembras de esta especie alcanzan la madurez a partir de una talla de 130 cm. De la Serna *et al.* (1996) estimaron la talla de primera madurez sexual ($L_{50\%}$) del pez espada hembra en 142 cm LJFL.

El pez espada del Atlántico norte madura a una talla de 179 cm (Arocha *et al.* 1996), mientras que el del Atlántico sur alcanza la madurez sexual a partir de 156 cm (LJFL) de talla (Hazin *et al.* 2002). Los machos maduran un año antes que las hembras (De Metrio *et al.* 1989, De la Serna *et al.* 1996). Basándose en diferentes indicadores macroscópicos, Mejuto y García-Cortés (2007) concluyeron que la actividad reproductiva de las

hembras parece estar relacionada con las temperaturas en las capas epipelágicas y está muy restringida a las regiones tropicales cálidas del Atlántico occidental. Además, la talla de primera madurez de las hembras se estimó en 146 cm (LJFL). Asimismo, los resultados indican la segregación del pez espada del Atlántico entre regiones de intensa reproducción y regiones con reproducción estacional esporádica o sin reproducción.

Antes de 2007, los autores sugirieron una diferencia destacable de la talla de primera madurez sexual entre los distintos stocks (Atlántico norte, Atlántico sur y Mediterráneo). Estas diferencias son mucho más señaladas en las hembras que en los machos (Hazin *et al.* 2002). Sin embargo, de acuerdo con información más reciente, para el Atlántico (Mejuto y García-Cortés, 2007), estas diferencias podrían ser menores de lo que se creía anteriormente.

Las tallas de primera madurez sexual ($L_{50\%}$) adoptadas por el SCRS para pez espada del Atlántico y del Mediterráneo se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Talla de primera madurez sexual estimada para el pez espada del Atlántico y Mediterráneo.

| Madurez | Referencia | Stock |
|--|----------------------------------|-----------------|
| 50% de hembras maduras a 142 cm (3,5 años) | De la Serna <i>et al.</i> (1996) | Mediterráneo |
| 50% de hembras maduras a 179 cm (5 años) | Arocha <i>et al.</i> (1996) | Atlántico norte |
| 50% de hembras maduras a 156 cm | Hazin <i>et al.</i> (2002) | Atlántico sur |
| 50% de hembras maduras a 156 cm | Mejuto y García-Cortés (2007) | Atlántico norte |

3.e. Sex ratio

Varios autores han estudiado este parámetro biológico con respecto al pez espada. En el Mediterráneo, la sex ratio global es generalmente 1:1 (De Metrio, 1995). Las hembras dominan ampliamente en las capturas en las tallas superiores a 150 cm, y alcanzan porcentajes próximos al 100% en las que superan los 190 cm (De Metrio, 1995, de la Serna *et al.* 1996; Orsi Relini *et al.* 1999, Srour *et al.* 2003).

En el Atlántico, la sex ratio global es asimismo de 1:1. Las hembras dominan en las tallas superiores a 170 cm, y representan casi el 100% de las capturas de tallas superiores a 225 cm (Suzuki *et al.* 1991 y Arocha *et al.* 1996). En el Pacífico, las hembras muestran también un predominio en las tallas superiores a 170 cm (Mejuto *et al.* 2003).

Estos autores han observado una variabilidad espacio-temporal de las tendencias de este parámetro en las distintas zonas (Atlántico, Pacífico y Mediterráneo), que estaría ligada principalmente al comportamiento diferencial entre los dos sexos, dictado a su vez por los procesos de reproducción (De la Serna *et al.* 1993; Arocha *et al.* 1993; Tserpes *et al.* 2001) o de alimentación (Hoey, 1992).

Teniendo en cuenta esta variabilidad espacio-temporal, Mejuto *et al.* (1998) definieron para el pez espada tres esquemas de sex ratio, según su comportamiento biológico. Un modelo que se caracteriza por un escaso porcentaje de hembras con tallas comprendidas entre 120 y 180 cm, seguido de un incremento hasta alcanzar un porcentaje elevado; es, típicamente, el esquema de las zonas de reproducción. Un modelo con el 50% de las hembras con tallas de entre 100-150 cm, seguido de un aumento de hembras hasta un porcentaje elevado, característico de las zonas tróficas, y un último modelo situado entre los dos anteriores, que caracteriza a las zonas de transición.

3.f. Reproducción y primeras etapas vitales

Desove

Como sucede en otras especies de túnidos, el desove del pez espada está muy condicionado por los factores medioambientales, principalmente la temperatura en superficie. En el Atlántico, el pez espada desova por lo general a temperaturas preferenciales de entre 23° a 26°C (Beardsley; Rey, 1988).

En el Atlántico noroeste, el pez espada desova a lo largo de todo el año, y alcanza un máximo de actividad reproductora entre diciembre y junio (Beardsley, 1978; Arocha, 1996). Las zonas tradicionales de puesta de esta especie están situadas en el Golfo de México, al sur del mar de los Sargazos, al este de las Antillas, en el Estrecho de Florida, y a lo largo de la costa sudeste de Estados Unidos (Beardsley, 1978; Rey, 1988; Arocha, 1996). Recientemente se han identificado nuevas zonas de puesta entre las latitudes 10°-15°N y las longitudes 30° y 40°W (Mejuto *et al.* 2003). En el Atlántico sur, la puesta se efectúa frente a las costas sur de Brasil, entre las latitudes 20° y 3 0°S, de noviembre a marzo (Amorim *et al.* 1980).

En el Mediterráneo, el pez espada realiza la puesta principalmente alrededor de las Islas Baleares, en el centro y sur del mar Tirreno, en el mar Jónico y en el Estrecho de Messina (Beardsley, 1978; Rey, 1988). Recientemente, Tserpes *et al.* (2001) han señalado la existencia de nuevas zonas de puesta de esta especie en la cuenca de Levante.

Huevos y larvas

Los huevos de pez espada son pelágicos, y tienen un diámetro de 1,6 a 1,8 milímetros (mm), y se hallan cerca de la superficie del agua (Palko, 1981). Arocha *et al.* (1996) han estimado la fecundidad media del pez espada del Atlántico norte en $3,9 \times 10^6$ huevos por hembra. Para el pez espada del Mediterráneo, la fecundidad se estimó en $1,6 \times 10^6$ huevos (Cavallero *et al.*, 1991).

Con frecuencia, las larvas se encuentran en aguas con temperaturas superiores a 24°C (Nakamura, 1997). Habitualmente se hallan a algunos metros de la superficie del agua durante el día, pero pueden desplazarse hasta una profundidad de 30 m durante la noche (Nishikawa, 1974). Las larvas de más de 10 mm de talla se nutren casi exclusivamente de larvas de otras especies (Kailola, 1993).

Reclutamiento

El reclutamiento del pez espada del Atlántico parece tener una fuerte correlación con los indicadores atmosféricos, particularmente con el Índice de Oscilación del Atlántico Norte (NAO de invierno), y los indicadores oceanográficos, en particular la Corriente del Golfo Noroeste (GSNW) (Mejuto, 2003).

En efecto, un ciclo NAO positivo daría lugar al desplazamiento de grandes cantidades de masas de agua hacia el nordeste, y así los huevos y larvas tenderían más a desplazarse hacia latitudes más altas con una DCWLS (Deeply Convected Water in the Labrador Sea) más fría. Por el contrario, un NAO negativo significaría probablemente la retención de los huevos y larvas en las zonas que presentan condiciones físicas más adecuadas para el desarrollo y seguimiento durante las primeras fases vitales, críticas para las larvas y los pre-reclutas. (Mejuto, 2003).

Las diferencias temporales de la SST se han relacionado también con la tasa de crecimiento de los reclutas de pez espada en el Mediterráneo oriental (Peristeraki *et al.*, 2007).

3.g. Migraciones

Los resultados de los programas de marcado llevados a cabo en el Atlántico norte y sur, indican que el pez espada efectúa desplazamientos significativos entre las aguas subtropicales, relativamente cálidas, y las aguas templadas del Atlántico norte y sur (Anón. 2006) (**Figura 3**). No obstante, con el marcado tradicional, no se ha indicado hasta ahora ningún movimiento transecuatorial (García-Cortés *et al.* 2003).

Por otra parte, los resultados de estos programas no han revelado la existencia de una migración transatlántica amplia de esta especie (Brown, 1995; Garcia *et al.*, 2003; Sperling *et al.* 2005), pero estas observaciones están limitadas por problemas asociados con el uso de marcas convencionales. Sin embargo, basándose en el análisis de los índices gonadosomáticos de hembras de pez espada capturadas en la zona atlántica adyacente al Estrecho de Gibraltar, se ha evidenciado una migración genética de esta especie durante el segundo trimestre del año desde el Atlántico hacia el Mediterráneo, así como una segunda migración trófica en sentido inverso (El Hannah, 1987; De la Serna *et al.* 1990).

Durante las Jornadas de trabajo ICCAT sobre la estructura del stock de pez espada (Anón. 2006), se discutieron las pruebas disponibles a partir de los marcadores biológicos, los datos dependientes de la pesquería (captura, CPUE y distribuciones de talla) y genética, además de estudios informáticos de simulación. Los resultados de la investigación presentados en las Jornadas de trabajo respaldaron de forma general la estructura de stock asumida

actualmente para el pez espada del Atlántico aunque no se pudo definir ninguna delimitación precisa entre los stocks del Atlántico sur, el Atlántico norte y el Mediterráneo.

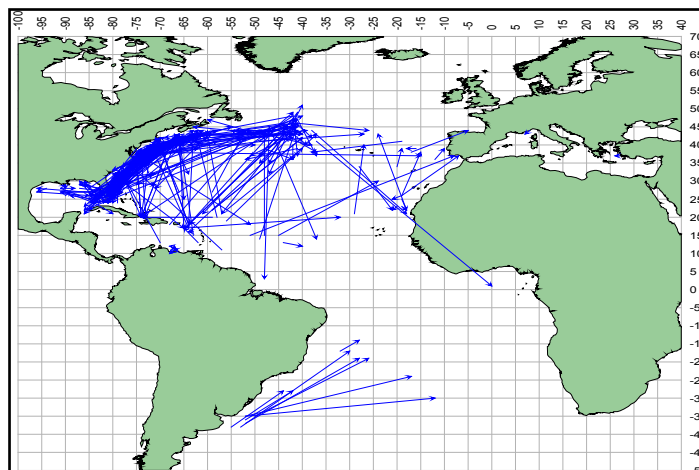


Figura 3. Migraciones de pez espada según los datos de marcado de la Secretaría de ICCAT (Anón. 2006).

3.h. Dieta

Se han observado estudios sobre la composición de la dieta del pez espada en el Atlántico este (Moreira, 1990; Clarke *et al.* 1995; Hernández-García, 1995), en el Atlántico norte (Scott & Tibbo, 1968; Stillwell & Kohler, 1985; Guerra *et al.*, 1993; Chancollon *et al.* 2006), en el Mediterráneo (Bello, 1991) y en el Pacífico (Markaida & Sosa-Nishizaki, 1998). Se observa en esta especie, a una edad temprana, un cambio en la alimentación que se basa al principio en copépodos, para llegar a un régimen compuesto sobre todo de peces (Vedel Tanning, 1955). Los peces espada adultos se alimentan durante el día llegando hasta cerca de la capa mixta de la superficie por la noche y descendiendo a aguas más profundas durante el día para alimentarse de peces pelágicos y calamares (Beardsley, 1978).

La dieta de los adultos varía considerablemente según los hábitats y temporadas (Beardsley, 1978), lo que se refleja en el predominio de diversas presas observado en los diferentes estudios. En algunos estudios los peces dominaban la dieta (El Hannah, 1987; Gouveia, 1992; Baretto *et al.*, 1996), mientras que otros estudios indicaban un consumo predominante de cefalópodos (Stillwell y Kohler, 1985; Hernández-García, 1995). Por lo general las presas más pequeñas las comen enteras, mientras que las presas más grandes a menudo presentan cortes en el rostro. Goode (1883) informó por primera vez sobre peces espada golpeando bancos de peces con sus espadas hasta que varios de ellos morían. Más recientemente, Scott & Tibbo (1968) reconocieron también marcas similares de cortes en presas, aunque sigue sin estar claro cuándo y cuán a menudo utilizan la espada durante la alimentación.

3.i. Fisiología

El pez espada posee un sistema de calentamiento altamente especializado similar al intercambiador de calor de contracorriente de los túnidos, que calienta los ojos y el cerebro hasta 10-15°C por encima de la temperatura ambiente del agua (Carey, 1982; Frisches *et al.*, 2005). El calentamiento de la retina mejora la “frecuencia de fusión del parpadeo” o la resolución temporal del movimiento que permite al pez espada detectar el movimiento de la presa mucho más eficazmente que si el ojo funcionara a la temperatura ambiente del mar. La combinación de un calentador del cerebro y del ojo permite al pez espada explotar un nicho termal más amplio y cazar eficazmente en aguas muy frías y muy profundas.

Como la mayoría de los grandes animales pelágicos, el pez espada tiene una anatomía especializada para la natación rápida. Sin embargo, el pez espada se diferencia de los túnidos en el porcentaje de músculo blanco y rojo (Gram. *et al.*, 1983). Mientras que los túnidos poseen un elevado porcentaje de músculo rojo rico en mitocondrias y mioglobina para una natación prolongada sin fatiga, el músculo del pez espada tiene un mayor porcentaje de músculo blanco, más adecuado para un arranque repentino de actividad. Un pez espada adulto puede nadar a una velocidad de 24,9 metros/segundo (m/s).

3.j. Comportamiento

Los adultos de pez espada son generalmente solitarios y no se sabe que formen cardúmenes en entornos de océano abierto (Vedel Taning, 1955), pero se les puede encontrar agrupados en gran número en el Mediterráneo (Maintre *et al.*, en El Hannah, 1987). Según Marc en El Hannah (1987), el pez espada se vuelve gregario durante los períodos de desove y forma bancos de varios individuos.

Las técnicas de localización por acústica han mostrado que el pez espada se mantiene en superficie durante la noche, pero regresa al fondo, hasta 600 m de profundidad, durante el día (Carey, 1981).

3.k. Mortalidad natural

En ausencia de estudios documentados sobre la mortalidad natural del pez espada, el SCRS sigue considerando, a efectos de poder disponer de evaluación de stocks del Atlántico y el Mediterráneo, que esta mortalidad es igual a 0,2.

En el Mediterráneo la mortalidad natural podría ser superior considerando la esperanza de vida relativamente corta de esta especie. Del mismo modo, esta mortalidad podría ser inferior, teniendo en cuenta la ausencia de predadores potenciales como la aguja azul en este mar (Anón. 1997).

3.l. Coeficientes de conversión

Considerando que un buen número de relaciones talla-peso se basa en el peso canal o eviscerado de los peces, la conversión de la captura por talla a captura por talla en peso vivo hace necesario el empleo de factores de conversión correspondientes de peso canal o eviscerado a peso vivo. En la actualidad, el SCRS utiliza numerosos factores de conversión, según la zona de pesca (**Tabla 4**).

Tabla 4. Factores de conversión entre los diferentes tipos de pesos para el pez espada.

| <i>Ecuación</i> | <i>Referencia</i> | <i>Zona geográfica</i> |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
| $RWT = 1.3333 \times DWT$ | Turner (1987) | Atl. noroeste |
| $RWT = 1.3158 \times DWT$ | Mejuto <i>et al.</i> (1988) | Atl. centro-este |
| $GWT = 0.8009 \times RWT$ | Amorim <i>et al.</i> (1979) | Atl. sudoeste |
| $RWT = 1.140 \times GWT$ | Mejuto <i>et al.</i> (1988) | Atl. sudeste |
| $RWT = 1.12 \times GWT$ | Anónimo (2004) | Mediterráneo |

RWT: peso vivo
DWT: peso canal
GWT: peso eviscerado

4. Distribución y explotación

4.a. Distribución geográfica

Es una especie cosmopolita que se encuentra en las aguas tropicales y templadas de todos los océanos, entre 45°N y 45°S, comprendido el mar Mediterráneo, mar Negro y mar de Mármara (Palko *et al.* 1981). El área tan extensa de distribución geográfica del pez espada explica el importante número de pesquerías que se han desarrollado en todos los océanos del mundo (**Figura 4**).

Se observa una variación en la distribución vertical según talla y sexo. Los individuos de talla grande se encuentran en aguas frías, y los de pesos inferiores a 90 kg frecuentan rara vez las aguas de temperatura inferior a los 18°C. Además, en aguas cálidas, los machos son más abundantes que las hembras (Beardsley, 1978).

Distribución en el Océano Atlántico: al oeste, las pesquerías se distribuyen desde las latitudes a la altura de Canadá hasta las que se encuentran a la altura de Argentina, y desde el este de Noruega hasta África del Sur (ICCAT 2003).

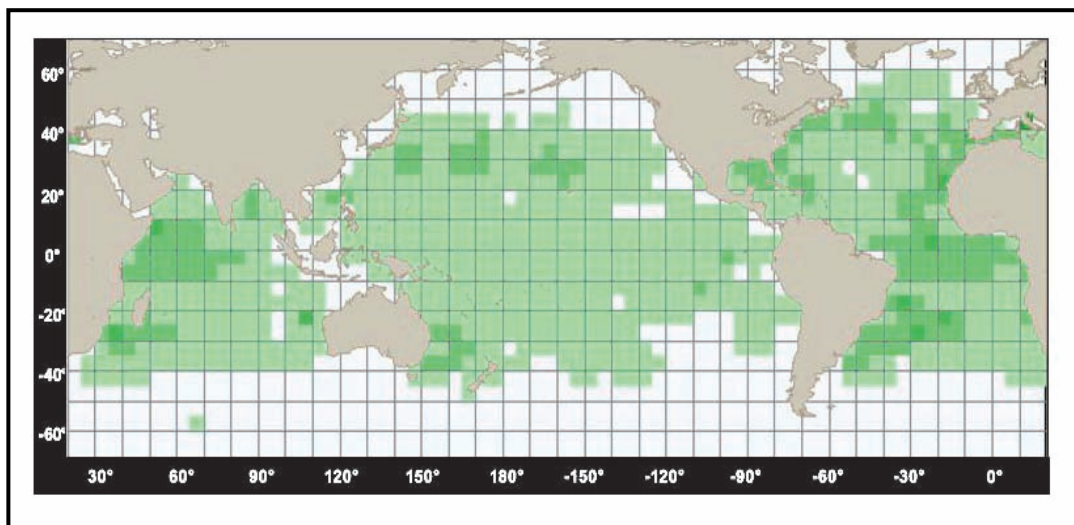


Figura 4. Distribución geográfica de las capturas medias de pez espada por palangreros para el período de 1996-1998 (cortesía de Alain Fonteneau).

4.b. Poblaciones/estructura de los stocks

Con fines de evaluación y de ordenación de los stocks de pez espada, ICCAT considera la existencia de tres unidades de ordenación diferenciadas: Atlántico norte, Atlántico sur y mar Mediterráneo.

Los resultados de los estudios biológicos, genéticos y los programas de marcado más recientes apoyan estas hipótesis. Del mismo modo, la talla de primera madurez sexual del pez espada es significativamente distinta entre el Mediterráneo y el Atlántico (ver Apartado 3.d). Igualmente, los parámetros de crecimiento difieren de forma significativa entre los stocks atlántico y mediterráneo (Tserpes *et al.* 1995; Arocha *et al.* 1996).

Además, el hecho de considerar la existencia de tres stocks se apoya igualmente en la identificación de tres zonas de puesta diferenciadas para esta especie: una en el Mediterráneo (Beardsley, 1978; De la Serna *et al.*, 1990; Tserpes, 2002), y otras dos que se sitúan a la vez en aguas tropicales del Atlántico noroeste (Beckett, 1974; Arocha 1996) y del Atlántico sur (Amorim *et al.* 1980).

Por otra parte, los resultados de los estudios genéticos más recientes vienen a consolidar la actual estructura de stocks adoptada por ICCAT. Alvarado *et al.* 1999; Kotoulas *et al.* 2006; Reeb *et al.*, 2006, y Cimmaruta *et al.*, 2006, han revelado la existencia de una diferencia significativa en la estructura genética del pez espada entre las poblaciones de cuatro regiones: Atlántico norte, Atlántico sur, Mediterráneo y océano Índico, con una población mediterránea muy distinta de las otras.

Los recientes resultados de marcado apoyan igualmente la hipótesis de dos stocks atlánticos diferenciados, los stocks Norte y Sur, debido a la ausencia de una migración transecuatorial (García-Cortés *et al.* 2003).

Numerosos estudios han mostrado la existencia de intercambios entre los diferentes stocks considerados, cuyas tasas y delimitación geográfica todavía se conocen mal. Actualmente, ICCAT considera una línea de demarcación de los stocks del Atlántico norte y Atlántico sur situada a 5° de latitud norte. No obstante, los autores consideran que la zona de mezcla entre estos dos stocks se sitúa más hacia el norte, entre 10° y 20°N (Chow *et al.* 2003; Chow, 2006).

Además, también parecen existir, entre el Mediterráneo y el Atlántico nordeste, intercambios cuya importancia espacio-temporal es variable. Algunos autores consideran que la zona de mezcla entre estos dos stocks se sitúa más allá de los 10°W, es decir, al oeste del límite actualmente establecido por ICCAT (Vinas *et al.* 2006). Estos resultados apoyan la hipótesis según la cual el pez espada efectúa una migración trófica y genética entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar (De la Serna *et al.*, 1990; De la Serna *et al.*, 1992).

Finalmente, los resultados recientes de la investigación presentados en 2006 a las Jornadas de Trabajo sobre la estructura del stock del pez espada del Atlántico y Mediterráneo apoyan, en general, la estructura de stock que se aplica en la actualidad para el pez espada del Atlántico. El Comité concluyó, asimismo, que la delimitación precisa entre los stocks del Atlántico norte, Atlántico sur y el Mediterráneo no puede mejorarse sin reforzar la investigación cooperativa y multidisciplinar. (ICCAT 2007).

4.c. Descripción de las pesquerías/ capturas y esfuerzo de pesca

Atlántico Norte

El stock del Atlántico norte se explota principalmente con palangre y artes de pesca de superficie. Las pesquerías de palangre que se dirigen directamente al pez espada son relativamente recientes. Están operativas desde finales de los años 50 y comienzo de los años 60. Las flotas principales que se dirigen directamente a este stock están representadas por la CE-España, Estados Unidos y Canadá. Otras pesquerías obtienen pez espada como captura fortuita o de forma oportunista, principalmente Taipei Chino, Japón, Corea y CE-Francia. La pesca con arpón se practica desde finales del siglo XIX (ICCAT 2005a, **Figura 5**).

La captura media de pez espada en el Atlántico norte se ha estimado durante estos últimos años en 12.300 t. Las capturas obtenidas desde 1998 están por debajo de este nivel. La cifra de 2004 representó una disminución de alrededor del 40% en relación al nivel máximo registrado en 1987. Esta tendencia decreciente de las capturas de pez espada desde 1998 se ha debido en parte a la aplicación de las regulaciones recomendadas por ICCAT, pero también a los desplazamientos de algunas flotas hacia el Atlántico sur o fuera del Atlántico. Ciertas flotas, principalmente las de Canadá, CE-España, CE-Portugal y Estados Unidos, han cambiado de especie-objetivo para buscar otras especies de túnidos, incluso tiburones, con el fin de aprovechar las condiciones del mercado y las tasas de captura de estas especies, relativamente más elevadas que las del pez espada (Anón. 2004).

La pesquería de pez espada ha conocido nuevos cambios durante los años recientes. Por esto, los barcos japoneses fueron obligados a devolver al agua, desde febrero de 2000 a diciembre de 2003, todo el pez espada capturado, debido a que se había alcanzado la cuota. Estados Unidos ha prohibido o restringido a ciertas zonas el período de pesca palangrera pelágica, con el fin de evitar las capturas accidentales de los juveniles de pez espada (Anón. 2004).

Desde 2002, la temporada canadiense de pesca con palangre se ha prolongado hasta el mes de noviembre, tras la introducción del sistema de cuota individual. Otro cambio tecnológico que ha conocido esta pesquería consiste en la sustitución, realizada por numerosos palangreros europeos, del palangre tradicional multifilamento por el palangre monofilamento, lo que ha permitido aumentar la eficacia por anzuelo (Anón. 2004).

Atlántico Sur

Las flotas palangreras que se dirigen directamente al pez espada en el Atlántico sur son las de Brasil, Namibia, África del Sur, Uruguay y Venezuela. Antes de 1980, las capturas totales de pez espada eran relativamente escasas y no superaban las 5.000 toneladas. Desde entonces, las capturas se han ido incrementando progresivamente, hasta alcanzar las 21.780 t en 1995, es decir, un nivel similar al conseguido en el Atlántico norte (ICCAT 2005a; **Figura 5**).

Esta tendencia ascendente de las capturas se debió en parte al desplazamiento del esfuerzo de pesca hacia el Atlántico sur desde el Atlántico norte, pero también desde otros océanos. Desde 1998, las capturas de pez espada han registrado una tendencia a la baja para no sobrepasar las 12.553 t en 2003. Esta disminución se atribuyó, entre otras cosas, a la implementación de las medidas de regulación de ICCAT, al desplazamiento de las flotas hacia otros océanos y a los cambios de especie-objetivo (ICCAT 2005a).

Mediterráneo

La pesquería mediterránea de pez espada se caracteriza por sus elevadas tasas de captura. La captura anual media de la especie en este mar es del orden de 14.500 t (1984-2001), similar a la obtenida en el Atlántico norte. Probablemente esta situación se deba a la productividad, muy elevada, del Mediterráneo. Además, es probable que la zona potencial de reproducción en la cuenca mediterránea sea relativamente más amplia que en el Atlántico (Anón. 2004).

Los principales artes de pesca empleados en la captura de pez espada son el palangre, que representa el 47% de la captura total, y las redes de enmalle a la deriva. También se obtienen capturas secundarias con arpón, almadraba y pesquerías recreativas. El palangre de superficie se emplea en todo el Mediterráneo, mientras que las redes de enmalle a la deriva se utilizan principalmente en Italia, Marruecos y en Turquía. Los principales productores de pez espada en el Mediterráneo en los últimos años (1997-2001) son Italia (44%), Marruecos (23%), CE-Grecia (10%) y CE-España (9%) (ICCAT 2005a; **Figura 5**).

Las capturas totales de esta especie aumentaron durante el período de 1965 a 1972, se estabilizaron entre 1973 y 1977, y después recuperaron su tendencia al aumento hasta un máximo de 20.365t en 1988. A partir de entonces las capturas mermaron, y desde 1990 han oscilado entre 12.000 y 16.000 t (ICCAT 2005a).

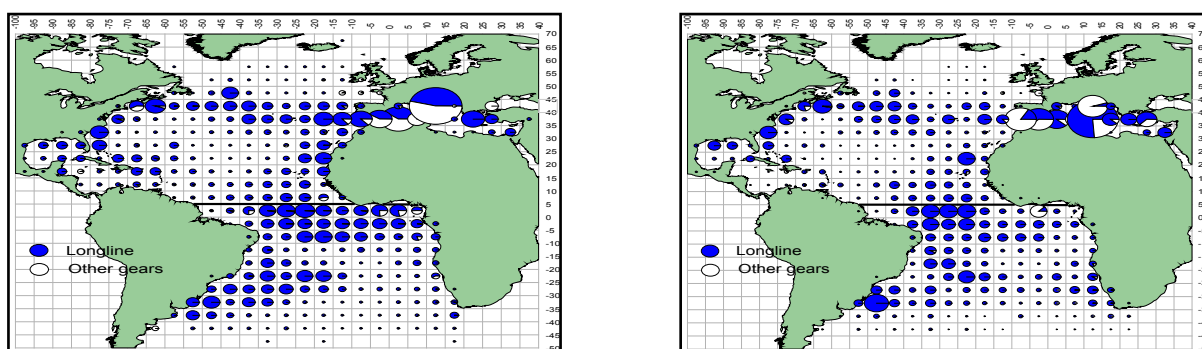


Figura 5. Distribución geográfica de la captura de pez espada por artes principales (izq.): 1990-1999 (dcha.): 2002-2003 (ICCAT 2005a).

4.d. Descripción de las pesquerías/captura por edad

Atlántico norte

En las capturas predominan por lo general los individuos de edades comprendidas entre 1 y 4 años, con una importancia más destacada de peces de edad 2, que representan de media un 26% del efectivo total de las capturas (**Figura 6A**).

Atlántico sur

En las capturas dominan claramente los peces con edades de 2 a 5 años. El grupo 3 es el más importante, constituye el 26,5% de las capturas totales (**Figura 6B**).

Mediterráneo

Los peces de edades 1, 2 y 3 son los más dominantes en las capturas, principalmente el grupo de edad 2, que conforma una media del 35% de las capturas totales (**Figura 6C**).

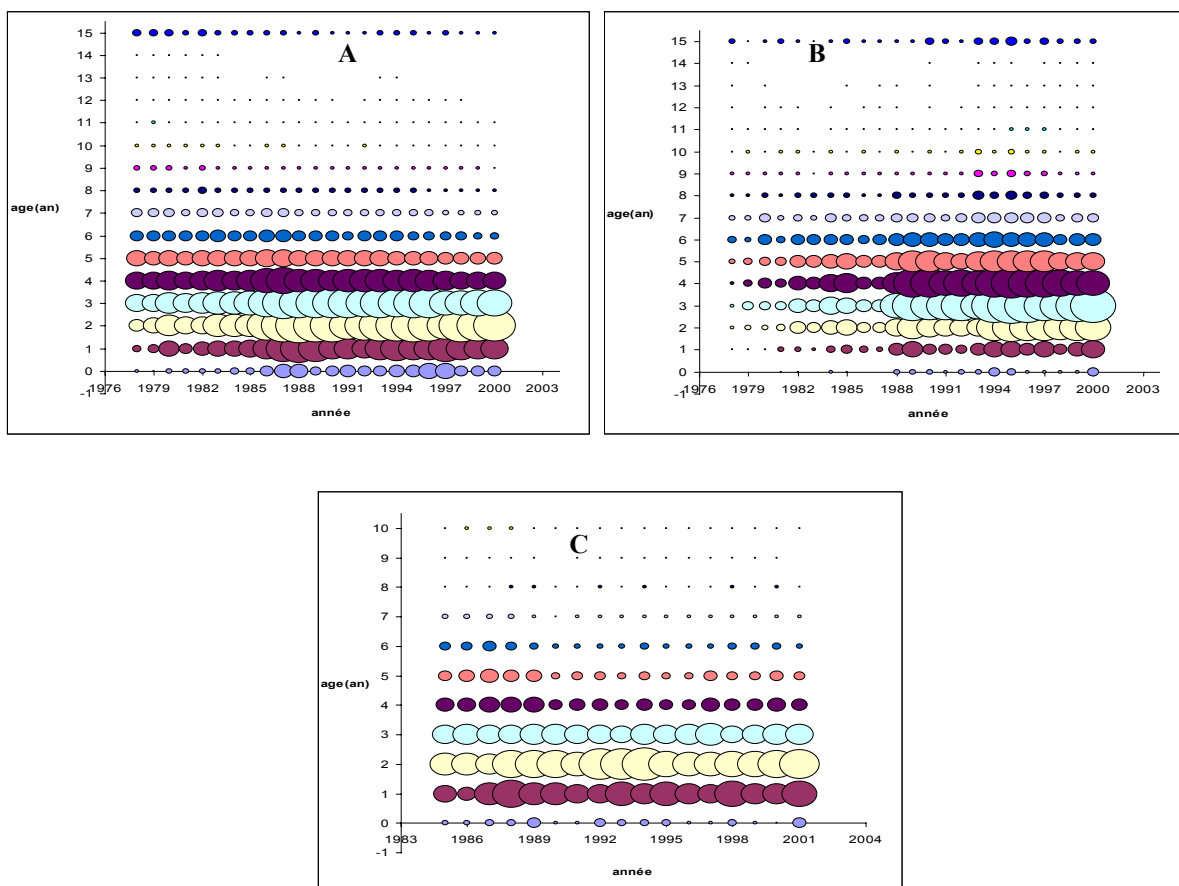


Figura 6. Captura por edad en el Atlántico norte (A) y sur (B) para el período 1978-2000 y en el Mediterráneo (C) para el período 1985-2001 (Anón. 2004).

5. Bibliografía

ALIÇLI, T. Z., and I. K. Oray. 2001. Age and growth (*Xiphias gladius* L., 1758) in the eastern Mediterranean sea. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(2): 698-707.

ALVARADO BREMER, J. R., J. Mejuto, J. Gomez-Marquez, F. Boan, P. Carpintero, J. M. Rodriguez, T. W Creig and B. Ely. 1999. Hierarchical analysis of swordfish mitochondrial DNA substructure within the Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(1): 457-466.

AMORIM, A., C. Arfeli, A. Gonzalez Garces, and J. C. Rey. 1979. Estudio comparativo sobre la biología y pesca del pez espada, *Xiphias gladius* L. (1758) obtenidos por las flotas española y brasileña. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 8(2): 496-503.

AMORIM, A. F. and C. A. Arfelli. 1980. Reproduccion del pez espada (*Xiphias gladius* L 1758) en el sudeste y sur del brasil. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 9(3): 624-626.

ANON. 1989. Report of the Second ICCAT Swordfish Workshop. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 29:71-162.

ANON. 1997. Rapport de la deuxième réunion du groupe de travail AD HOC CGPM/ICCAT sur les stocks de grands pélagiques de la Méditerranée. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(3): 165-291.

ICCAT. 2003. Report for Biennial Period, 2002-2003, Part I. 207 pp.

ANON. 2003. Report of the 2002 Atlantic swordfish stock assessment session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1289-1415.

ANON. 2004. Report of the 2003 ICCAT Mediterranean swordfish stock assessment session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(3): 789-837.

ICCAT. 2005a. Report for Biennial Period, 2004-2005, Part I. 238 pp.

- ANON. 2004. Rapport du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS). ICCAT, 2005.- Rapport de la période biennale, 2004-2005, 1^e Partie.
- ANON. 2005b. Statistical Bulletin. Vol. 34.
- ICCAT. 2007. Report for Biennial Period, 2006-2007, Part I. 254 pp.
- ANON. 2006. Rapport du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS). ICCAT, 2007.- Rapport de la période biennale, 2006-2007, 1^e Partie.
- ANON. 2006. Report of the 2006 Atlantic swordfish stock assessment session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(6): 1787-1896.
- AROCHA, F., and D. W. Lee. 1993. Preliminary observations on sex ratio and maturity stages of the swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40 1): 425-432.
- AROCHA, F., and D. W. Lee. 1996. Maturity at size, reproductive seasonality, spawning frequency, fecundity and sex ratio in swordfish from the Northwest Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(2): 350-357.
- AROCHA, F., C. Moreno, L. Beerkircher, D. W. Lee and L. Marcano. 2003. Update on the growth estimates for the swordfish, *Xiphias gladius*, in the Northwestern Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1416-1429.
- BARRETO, M. A., L. A. Marcano, J. J. Alio, X. Gutierrez, and A. Zerpa. 1996. Alimentación del pez espada, *Xiphias gladius*, en el area del Caribe Venezolano. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(2): 337-342.
- BEARDSLEY, J. L. 1978. Report of the swordfish workshop held at the Miami laboratory southeast fisheries center, National Marine Fisheries Service Miami Florida. June 7-9. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 7(1): 149-158
- BECKETT, J. S. 1974. Biology of swordfish, *Xiphias gladius* L., in the northwest Atlantic Ocean. Proceedings of the international Billfish symposium, Kailua-kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and contributed papers. pp: 103-106. July 1974.
- BELLO, G. 1991. Role of cephalopods in the diet of swordfish, *Xiphias gladius*, from the Eastern Mediterranean Sea. Bulletin of Marine Science 49(1-2): 312-324.
- BERKELEY, S. A and E.D. Houde. 1983. Age determination of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the Straits of Florida, using anal fin spine sections. U.S. Dep. Comm., NOAA, Tech. Rep. NMFS, 8: 137-143.
- BERTOLINI, F., U. D'Ancona, E. Padoa Montalenti, S. Ranzi, L. Sanzo, A. Sparta, E. Tortonese and M. Vialli, 1956. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. Fauna Flora Golfo Napoli Monogr. 38:1-1064.
- BROWN, C.A. 1995. Preliminary examination of size and location data for United States tagged and recaptured swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44 (3): 217-224.
- CAREY, F. G. and B. H. Robison, 1981. Daily patterns in the activities of swordfish, *Xiphias gladius*, observed by acoustic telemetry. Fish. Bull. 79(2): 277-292.
- CAREY, F. G. 1982. A brain heater in the swordfish. Science 216(4552): 1327-1329.
- CAVALLERO, G., HAS. Potoshi, and A. Cefaii. 1991. Fertility, gonad-somatic index and catches of eggs and larvae of *Xiphias gladius* in the southern Tyrrhenian Sea. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 35(2): 502-507.
- CLARKE, M. R., D. C. Clarke, H. R. Martins, and H. M. Silva. 1995. The diet of swordfish (*Xiphias gladius*) in Azorean waters. Arquipel Life Marine Science 13A: 53-69.
- CHANCOLLON, O., C. Pusineri, V. Ridoux. 2006. Food and feeding ecology of Northeast Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*) off the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 63: 1075-1085.
- CHOW, S., and K. Nohara. 2003. Further implication on boundary between north and south Atlantic stocks of the swordfish (*Xiphias gladius*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55 (4): 1719-1722.
- CHOW, S. 2006. Marked genetic difference between the north and south Atlantic stocks of the swordfish (*Xiphias gladius*) revealed by a single nucleotide polymorphism at CaM intron locus.
- CIMMARUTA R., M. Paoletti, P. Bondanelli, M. N. Santos, A. Garcia and G. Nascetti. 2006. Genetic structure of Mediterranean and Atlantic swordfish investigated using allozymes and RFLPs.

- COLLETTE, B. B., 1995. Xiphiidae. Peces espada. p. 1651-1652. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) Guía FAO para Identificación de Especies para lo Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome.
- DE LA SERNA, J. M and E. Alot. 1990. Consideraciones relativos a los desplazamientos efectuados por el pez espada (*Xiphias gladius*) en el area del estrecho de Gibraltar y otras observaciones relacionados con biología de la reproducción. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 32(2): 353-359.
- DE LA SERNA, J. M., E. Alot, and J. Mejuto. 1992. Analisis preliminar del sex ratio por clase de talla del pez espada (*Xiphias gladius*) en el area atlantica proxima al estrecho de Gibraltar. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 39 (2): 514-521.
- DE LA SERNA, J. M., E. Alot, and M. D Godoy. 1993. Analisis preliminar del sex ratio por clase de talla del pez espada (*Xiphias gladius*) capturado con palangre de superficie en el Mediterráneo occidental. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(1): 141-148.
- DE LA SERNA, J. M., D. Ovejero, and J. M. Ortiz De Urbina. 1995. Una relacion talla (LJFL)-peso canal (DW) de pez espada (*Xiphias gladius*) para el mediterráneo occidental. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44(1): 221-225.
- DE LA SERNA, J. M., J. M. Ortiz De Urbina, and D. Macias. 1996. Observations on sex ratio, maturity and fecundity by length class for swordfish (*Xiphias gladius*) captured with surface longline in the western Mediterranean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(1): 115-139.
- DE METRIO, G., and P. Megalofonou. 1987. Catch, size distribution, growth and sex ratio of swordfish (*Xiphias gladius* L) in the Gulf of Taranto. FAO Fisheries report 394: 91-102.
- DE METRIO, G., P. Megalofonou, S. Tselas, and N. Tsimenides. 1989. Fishery and biology of the swordfish (*Xiphias gladius*, L. 1758) in Greek waters. FAO rapport sur les pêches n°412. pp: 135-145.
- DE METRIO, G. 1995. Characterization of large pelagic stocks in the Mediterranean. EEC project XIV/MED/91-102. Description of the project and synthesis of the research on swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44(1): 318-329.
- EHRHARDT, N. M. 1996. On the age and growth of swordfish in the northwest Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44 (2): 84-88.
- EL HANNACH, A. 1987. Données biologiques et écologiques sur l'espadaon (*Xiphias gladius*) L.1758 à partir de la pêche marocaine dans le détroit de Gibraltar. Thèse de Doctorat, spécialité halieutique. ENSA, Rennes, France. 162 p.
- FRIMODT, C., 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.
- FRITSCHES, K. A., R. W. Brill, and E. J Warrant. 2005. Warm eyes provide superior vision in swordfish. Current Biology 15(1): 55-58.
- GARCIA CORTES, B., and J. Mejuto. 1988. Premeros datos sobre la biología de la reproducción del pez espada (*Xiphias gladius* L) de las areas 35-45 N, 10-10W (Bil-94) Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 27: 164-177.
- GARCIA-CORTES, B., J. Mejuto and M. Quintans. 2003. Summary of swordfish (*Xiphias gladius*) recaptures carried out by the Spanish surface longline fleet in the Atlantic Ocean: 1984-2002. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1476-1484.
- GOODE, G. B. 1883. Materials for a history of the sword-fishes. Rep. U.S. Commer. Fish. 8: 287-394.
- GOUVIA, L. 1992. Swordfish (*Xiphias gladius*) fishery experiment in Madeira EEZ. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 39(2):477-483.
- GOUVEIA, L., and J. Mejuto. 1995. Some biometric data from the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the areas off Madeira. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44(3): 132-134.
- GUERRA. A., F. Simon, A. F. Gonzalez. 1993. Cephalopods in the diet of swordfish, *Xiphias gladius*, from the northeastern Atlantic Ocean. In: T. Okutani, R.K. O'Dor, and T. Kubodera (eds.) Recent advances in cephalopod fisheries biology, 159-164. Tokai University Press, Tokyo.
- HATTOUR, A., 1996. The fishing of the swordfish (*Xiphias gladius*) in Tunisie: Analyse préliminaire of the relationship size-weight. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 45(1): 145-151.

- HAZIN, F. H. V., H. G. Hazin, C. E. Boeckmann, P. Travassos. 2002. Preliminary study on the reproductive biology of swordfish, *Xiphias gladius* (Linnaeus 1758), in the southwestern equatorial Atlantic ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(5): 1560-1569.
- HERNÁNDEZ-GARCÍA, V. 1995. The diet of the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, in the central east Atlantic, with emphasis on the role of cephalopods. Fisheries Bulletin 93(2): 403-411.
- HOEY, J. 1991. Sex ratio for western north Atlantic swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 35(2): 429-436.
- HUREAU, J. C and T. H. Monod. 1973. Catalogue des poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée. C.L.Y.F.N.A.M. UNESCO. 683 p.
- KAILOLA, P. J., M. J. Williams, P.C. Stewart, R.E. Reichelt, A. McNee and C. Grieve, 1993. Australian fisheries resources. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.
- KOTOULAS, G., J. Mejuto, A. Antoniou, G. Tserpes, C. Piccinetti, P. Peristeraki, P. Kasapidis, B. Garcia-Cortes, K. Oikonomaki, J.M. De la Serna and A. Magoulas. 2006. Genetic structure of the swordfish *Xiphias gladius* at a global scale using microsatellite markers.
- MEGALOFONO, P and G. De Metrio. 1989. Stima dell'eta e dell'accrescimento di *Xiphias gladius*, L del Mar Egeo mediante lo studio dei raggi rmi della pinna anale. XXI. Congresso della Societa Italiana di Biologia Marina.
- MEGALOFONO, P., J. M. Dean and G. De Metrio. 1990. First results on the aging of juvenile swordfish, *Xiphias gladius* L., from the Mediterranean Sea, using otoliths. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 33: 163-167.
- MEJUTO, J., S. Iglesias, J. C. Rey, E. Alot, and B. Garcia. 1988. Relaciones talla-peso del pez espada, (*Xiphias gladius* L) en las areas BIL-94 y BIL-95, por estratos espacio temporales. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 27: 214-221.
- MEJUTO, J., and J. M De la Serna. 1993. A preliminary analysis to obtain a size weight relationship for the Mediterranean swordfish (*Xiphias gladius*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(1): 149-154.
- MEJUTO, J., J. M. De la Serna, and B. Garcia. 1998. Some considerations on the spatial and temporal variability in the sex ratio at size of the swordfish (*Xiphias gladius*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 48(1): 205-215.
- MEJUTO, J. 2003. Recruit indices of the north Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*) and their possible link to atmospheric and oceanographic indicators during the 1982-2000 period. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1506-1515.
- MEJUTO, J., and B. G. Cortes. 2003. A description of a possible spawning area of the swordfish (*Xiphias gladius*) in the tropical northwest Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1449-1458.
- MEJUTO, J., and B. G. Cortes. 2003. Size segregation, sex ratios patterns of the swordfish (*Xiphias gladius*) caught by the Spanish surface longline fleet in areas out of the Atlantic and methodological discussion on gonadal indices. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1459-1475.
- MOREIRA, F. 1990. Food of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, off the Portuguese coast. Journal of Fisheries Biology. 36: 623-624.
- NAKAMURA, I. 1985. FAO species catalogue. Vol. 5. Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Fish. Synop. 125(5):65 p.
- NAKAMURA, I., 1997. Xiphiidae. Swordfishes. In K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) FAO Identification Guide for Fishery Purposes. The Western Central Pacific.
- NISHIKAWA, Y. and S. Ueyanagi, 1974. The distribution of the larvae of swordfish, *Xiphias gladius*, in the Indian and Pacific oceans. p. 261-264. In Proceedings of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August, 1972. Part. 2. Review and contributed papers. US Department of Commerce, NOAA Technical Report, NMFS SSRF 675.
- ORSI RELINO, L., G. Palandri, F. Garibaldi, C. Cima, M. Relini, and G. Torchia. 1999. Biological parameters of the Mediterranean swordfish derived from observations in the Ligurian Sea. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(1): 397-406.
- PALCO, B. J., G. L. Beardsley and W. J. Richards. 1981. Synopsis of the biology of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus. NOAA Technical Report NMFS Circular 441/FAO Fisheries Synopsis No. 127.

- REEB, C. A. and B. Block. 2006. Ten microsatellite loci show that Mediterranean swordfish are genetically unique from other populations worldwide.
- REY, J. C. 1988. Comentarios sobre las áreas de reproducción del pez espada, (*Xiphias gladius*) en el Atlántico y Mediterráneo. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 27: 180-193.
- SAMBILAY, V. C., Jr., 1990. Interrelationships between swimming speed, caudal fin aspect ratio and body length of fishes. Fishbyte 8(3):16-20.
- SCOTT, W.B. and S.N. Tibbo. 1968. Food and feeding habits of swordfish, *Xiphias gladius*, in the western North Atlantic. Fisheries Research Board of Canada 25: 903-919.
- SROUR, A., N. Abid, J. M. De la Serna, J. M^a. Ortiz of Urbina. 2004. Preliminary Analysis of the spatial and temporal variability in the sex ratio at size of the Swordfish (*Xiphias gladius L.*) caught by the Moroccan drift net fishery. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(3): 921-924.
- STILLWELL, C.E. and N.E. Kohler. 1985. Food and feeding ecology of the swordfish *Xiphias gladius* in the western North Atlantic Ocean with estimates of daily ration. Marine Ecology 22: 239-247.
- SUZUKI, Z., and N. Miyabe. 1991. Preliminary study on reproducing observed sex ratio by size for Atlantic swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 35(2): 459-464.
- TAKAHASHI M, H. Okamura, K. Yokawa and M. Okazaki 2003. Swimming behaviour and migration of a swordfish recorded by an archival tag. Marine and Freshwater Research, 2003, 54, 527-534.
- TAL SPERLING, A., J. D.Neilson, E. H. Carruthers, and H. H. Stone. 2005. Compilation and analyses of Canadian conventional tagging data for swordfish (*Xiphias gladius*), 1961-2004. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(4): 1483-1494.
- TSERPES, G., and N. Tsimenides. 1995. Determination of age and growth of swordfish, *Xiphias gladius L.* 1758, in the eastern Mediterranean using anal-end spines. Fish. Bull. 93: 594-602.
- TSERPES, G., P. Peristeraki and S. Somarakis. 2001. On the reproduction of swordfish (*Xiphias gladius L*) in the eastern Mediterranean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(2): 740-744.
- TSERPES, G., P. Peristeraki, A. Di Natale and A. Mangano. 2003. Length-weight relationships for Mediterranean swordfish. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(1): 85-90.
- TSIMENIDES, N., and G. Tserpes. 1989. Age determination and growth of swordfish, *Xiphias gladius L.*, 1785 in the Aegean Sea. Fish. Res., 8(1989): 159-168.
- TURNER. 1987. Length to weight and weight to length conversions for swordfish in the western north Atlantic and Gulf of Mexico. Document No. 86/11 presented at the 1986 NMFS/SEFC swordfish assessment workshop.
- VEDEL TANING, A. 1955. On the breeding areas of the swordfish (*Xiphias gladius*). Papers in marine biology and oceanography, suppl. to Vol. 3 of Deep Sea Research, pp: 438-450.