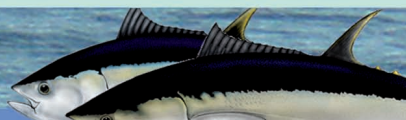


 ICCAT CICTA CICA	Manual de ICCAT COMISIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL ATÚN ATLÁNTICO 	
CAPÍTULO 2.1.6: AGUJA AZUL	AUTORES: F. AROCHA y M. ORTIZ	ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN: 4 sept. 2006

2.1.6 Descripción de la aguja azul (BUM)

1. Nombres

1.a. Clasificación y taxonomía

Nombre de la especie: *Makaira nigricans* (Lacepède 1802)

Sinónimos al uso: ninguno

Código de especie ICCAT: BUM

Nombres ICCAT: Aguja azul (español), Makaire bleu (francés), Blue marlin (inglés).

Según Nakamura (1985), la aguja azul se clasifica de la siguiente manera:

- Phylum: Chordata
- Subphylum: Vertebrata
- Superclase: Gnathostomata
- Clase: Osteichthyes
- Subclase: Actinopterygii
- Orden: Perciformes
- Suborden: Xiphioidei
- Familia: Istiophoridae

1.b. Nombres comunes

Lista de nombres vernáculos de acuerdo con ICCAT y Fishbase (www.fishbase.org). Aquellos señalados con un asterisco (*) son nombres estándar nacionales, según una prospección llevada a cabo por ICCAT. La lista no es exhaustiva y podrían no haberse incluido algunas denominaciones locales.

Alemania: Blauer Marlin

Antillas Holandesas: Balau blanku

Azores (Islas): Espadim azul

Barbados: Marlin

Benin: Ajètè, Adjètè

Brasil: Agulhão preto*, Agulhão, Marlim-azul

Canadá: Makaire bleu *

Cabo Verde: Espadim-azul, Espadarte, Blue marlin

China: 大西洋藍槍魚

Corea: Nog-sae-chi

Côte d'Ivoire: Espadon*

Cuba: Aguja casta, Abanico, Voladora

Dinamarca: Atlantisk blå marlin

España: Marlin azul*

Estados Unidos: Atlantic blue marlin*

Finlandia: Sinimarliini

Francia: Makaire bleu*

Italia: Marlin azzurro, Marlin blu

Japón: Nishikurokajiki*

Martinica: Makaire bleu, Varé

Marruecos: Espadon*

México: Marlin azul*
Namibia: Blou marlyn
Noruega: Blå marlin
Portugal: Espadim-azul*, Espadarte-sombra
Puerto Rico: Blue marlin
Reino Unido: Atlantic blue marlin*
Rep. Dominicana: Aguja azul, Marlin azul
Rumania: Marlin albastru
Sudáfrica: Blou marlin*
Trinidad y Tobago: Maman-balatre, Blue marlin
Uruguay: Marlin azul*
Venezuela: Aguja azul*, Marlin azul

2. Identificación



Figura 1. Dibujo de una aguja azul atlántica adulta por Les Gallagher (Les Gallagher: fishpics).

Características de *Makaira nigricans* (ver Figura 1 y Figura 2)

La aguja azul es una de las grandes especies de marlines. Su talla máxima fue comunicada por Robins y Ray (1986) en 910 kg y 450 cm. Las tallas comunes en el Atlántico noroeste son de 180-300 cm mandíbula inferior-longitud a la horquilla (LJFL) (Goodyear y Arocha, 2001).

Con respecto a la edad, Hill *et al.* (1989) estimaron las edades máximas en 27 años para las hembras y 18 años para los machos, empleando secciones de la aleta dorsal anal de aguja azul del Pacífico en aguas próximas a Hawai. Los experimentos de marcado han mostrado que el mayor período de tiempo en libertad de la aguja azul del Atlántico, nunca antes registrado, es de 11 años (Ortiz *et al.* 2003).

Externas:

- Cuerpo alargado y no muy comprimido, densamente cubierto de escamas, que termina en uno o dos extremos largos y afilados.
- Mandíbula superior prolongada en una larga y sólida asta, de sección redondeada.
- Perfil de la cabeza (nuca) entre la región preorbital y el nacimiento de la primera aleta dorsal, muy alta.
- Primera aleta dorsal alta; la altura en su parte anterior es inferior a la del cuerpo.
- Aletas pélvicas más cortas que las aletas pectorales.
- Pedúnculo caudal con doble quilla a ambos lados, con un surco caudal en la superficie dorsal y ventral.
- Dos aletas anales separadas, la primera anal con 13-15 radios, y la segunda anal con 6-7 radios.
- Espinas en el dorso: 41-43 radios en la primera, 6-7 radios en la segunda
- Línea lateral formando un sistema reticulado, evidente en peces inmaduros, oscura en los adultos.
- Apertura anal próxima al origen anterior de la primera aleta anal.

- Vértebrae: 11 precaudales más 13 caudales.
- Sin branquispinas; mandíbulas y palatinos con pequeños dientes en los adultos.

Color

- Azul oscuro en la parte dorsal, chocolate-marrón en los flancos, y blanco plateado en el vientre; varias filas de rayas verticales a los lados, y cada raya compuesta de puntos azul claro, redondos, sobre el cuerpo.
- Membrana de la primera aleta dorsal azul-negro, ausencia de puntos en la aleta, las restantes aletas de tonos marrón a negro.

Internas:

- Las gónadas son simétricas.
- Posee vejigas natatorias, compuestas de numerosas cámaras pequeñas en forma de burbuja.

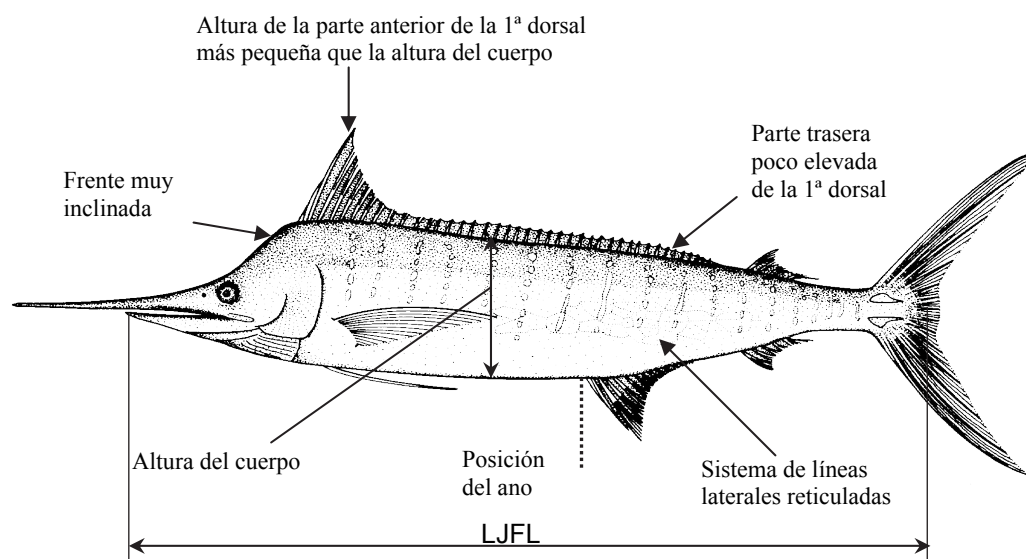


Figura 2. Síntesis de las características más destacadas de *Makaira nigricans* (imagen de FAO).

Características externas de las larvas de aguja azul

- Larvas en saco vitelino, se desconoce.
- Las larvas más pequeñas conocidas de aguja azul atlántica miden 2,9 mm SL (Sponaugle *et al.* 2005). Cuerpo corto y alto, hocico corto, ojos grandes. Presencia de espinas largas sobre los ojos, y espinas largas preoperculares. La pigmentación proviene de cromatóforos, en cualquier número y forma, en la mandíbula inferior (su posición podría ayudar a establecer diferencias entre otras especies de marlines [Luthy *et al.* 2005]), así como en la superficie dorsal de la caja craneal. La pigmentación se incrementa según crecen las larvas. La cabeza es grande, y representa en torno a un 40% de la longitud estándar. Los dientes son largos y tienen apariencia de colmillos.
- Larvas >20 mm SL, no se aprecia una elongación del hocico, se desarrolla una aleta dorsal con apariencia de vela, las espinas preoperculares se reducen de tamaño y desaparecen, la aleta caudal se ahorquilla, las aletas pélvicas crecen. Se desarrolla la pigmentación en la parte anterior de la aleta dorsal, y tres puntos a lo largo de la base de la aleta (Gehringer 1956; Bartlett and Haedrich 1968).
- Los juveniles (>200 mm SL), no presentan morro alto, desaparecen los dientes en forma de colmillo, el diámetro del ojo se reduce, las espinas de la cabeza se hacen más cortas y desaparecen con el crecimiento, la primera dorsal permanece con aspecto de vela, las aletas pélvicas siguen siendo largas y estrechas, las líneas laterales que forman un diseño en forma de red se hacen visibles (Caldwell 1962; Luckhurst *et al.* 2006).

3. Estudios sobre biología y población

3.a. Preferencias de hábitat

Como especie oceánica epipelágica, la aguja azul se encuentra frecuentemente en aguas abiertas y azules, y con temperaturas en superficie de entre 22-31°C. En el océano Atlántico es común encontrar adultos en los trópicos comprendidos en los 24°C de la isoterma. Sin embargo, son muy poco conocidas las preferencias de hábitat de los marlines, en comparación con los túnidos; una de las razones principales son las dificultades que entraña mantener estas especies en cautividad. Por tanto, gran parte de la información recientemente obtenida proviene de una moderna tecnología de marcado electrónico.

Temperatura. Recientemente se han investigado las preferencias de la aguja azul atlántica por la temperatura, a partir de series temporales respecto a la utilización a corto plazo del hábitat (<40 días), empleando marcas archivo pop-up transmisoras, y marcas acústicas y pop-up por satélite (PAT, PSAT) (Graves *et al.* 2000; Kerstetter *et al.* 2003; Saito *et al.* 2004). Los resultados sugieren que la aguja azul se asocia a la zona epipelágica, y pasa más de un 80% del tiempo en aguas cuyas temperaturas oscilan entre 26-31°C. A pesar de eso, se observó que la aguja azul realiza frecuentes inmersiones verticales, de corta duración, que le permiten cruzar temperaturas inferiores en 14°C a las temperaturas de la superficie del mar, como se encontró en los estudios del Atlántico ecuatorial (29°C [Saito *et al.* 2006]). Otro estudio que empleaba a corto y medio plazo marcas archivo pop-up transmisoras (7-90 días), desplegó 79 PSAT en varias zonas del Atlántico entre 2002 y 2004 (Goodyear *et al.* 2006). Los resultados indicaron que la aguja azul mostraba preferencia por una temperatura mínima media de 17,4°C, aunque se pudo observar una temperatura mínima de 9°C en un pez marcado. Otros estudios sugieren que las preferencias térmicas de estas especies parecen ser las aguas más cálidas que se puedan encontrar en alta mar, y se expone la hipótesis de que la temperatura mínima aceptable para la aguja azul está en torno a 15°C (Saito *et al.* 2006), lo que coincide con la distribución bimodal de CPUE de aguja azul en el Atlántico, con un máximo a los 15°C y otro máximo a la temperatura más alta en la cual se ha capturado esta especie, 30°C (Goodyear 2003).

Profundidad. La distribución en profundidad, a partir de datos de PAT y PSAT, ha indicado que la aguja azul pasa la mayor parte del tiempo en aguas cálidas próximas a la superficie (<25°C) en el Atlántico noroccidental y ecuatorial (Kerstetter *et al.* 2003; Saito *et al.* 2004). Los resultados de los estudios PAT y PSAT indican que esta especie realiza frecuentes inmersiones verticales, de corta duración, desde las aguas superficiales hasta profundidades de >300 m. No obstante, la mayor parte de las inmersiones osciló entre los 100 y 200 m. El estudio de Goodyear *et al.* (2006) indicó que la aguja azul realizaba con frecuencia inmersiones profundas de corta duración, por debajo de los 800 m, y las profundidades medias de las inmersiones eran de 318,6 m., estimadas a partir de 48 peces marcados, la mayor parte de las cuales se produjo entre 200 y 300 m.

Oxígeno en disolución. Se conocen muy poco las necesidades de los marlines en cuanto al oxígeno en disolución. Sin embargo, Prince y Goodyear (2006) propusieron que la concentración mínima de oxígeno para los marlines fuera de 3,5 ml/l, como umbral hipóxico para estas especies. Su punto de vista se apoyaba en parte en las mediciones de consumo de oxígeno de juveniles de pez vela, que indicaban que esta especie presenta un alto consumo de oxígeno y las tasas metabólicas asociadas típicas de los túnidos tropicales (Idrisi *et al.* 2002; Brill 1996).

3.b. Crecimiento

Se han llevado a cabo tareas preliminares de investigación de partes duras (otolitos y radios dorsales) de aguja azul para su utilización en estudios de edad y crecimiento; la investigación desveló una relación significativa entre la talla y el cómputo de radios y anillos de las partes duras examinadas (Prince *et al.* 1984). Las larvas crecen de forma exponencial, a una tasa diaria de crecimiento instantáneo de 0.086-0.125, pero las tasas de crecimiento parecen ser específicas del hábitat (Sponaugle *et al.* 2005). A partir de análisis diarios del cómputo de anillos en otolitos de peces juveniles, la aguja azul del Atlántico alcanza 24 cm LJFL en unos 40 días, y en torno a 190 cm LJFL en 500 días (Prince *et al.* 1991). Se estima que la aguja azul del Pacífico alcanza la edad de 27 años en el caso de las hembras, y 18 años los machos, empleando secciones de espina de la aleta anal de esta especie en aguas de Hawai (Hill *et al.* 1989), si bien esta técnica de determinación de la edad mediante espinas no ha sido validada. No obstante, se acaba de iniciar un estudio sobre la periodicidad de la formación de anillos en marlines para validación de la edad (Drew *et al.* 2005). La aguja azul puede alcanzar hasta 450 TL, y presenta esquemas de crecimiento dimórfico por sexos: las hembras crecen más que los machos (Robins y Ray 1986; Wilson *et al.* 1991). El crecimiento somático de los machos de aguja azul atlántica disminuye aproximadamente a los 100 kg peso vivo (Wilson *et al.* 1991), los machos no superan los 150 kg, mientras que las hembras pueden

llegar a 910 kg. A la aguja azul se le puede asignar una longevidad de 27+ años a partir de técnicas de determinación de la edad mediante partes duras (Hill *et al.* 1989). El máximo tiempo en libertad registrado para la aguja azul del Atlántico se cifró en unos 11 años (Ortiz *et al.* 2003). No hay un modelo de crecimiento adoptado por ICCAT para la aguja azul.

3.c. Relación talla-peso

Hasta 1992, las relaciones talla-peso específicas del sexo, adoptadas por ICCAT, eran las que habían desarrollado Prince y Lee (1989), basadas en peces machos que alcanzaban desde 147,3 a 246,0 cm LJFL, y peces hembra que oscilaban entre 149,8 y 331,5 cm LJFL. Posteriormente, en las Segundas Jornadas ICCAT sobre Marlines (Anón. 1994), Prager *et al.* (1994-1995) revisaron los datos existentes sobre talla y peso para el cálculo de nuevas ecuaciones para las conversiones talla-peso y peso-talla, y se creó un nuevo conjunto de ecuaciones para calcular LJFL a partir de varias medidas de talla. Las nuevas relaciones talla-peso adoptadas en las Segundas Jornadas de Trabajo ICCAT sobre Marlines, referidas al stock de aguja azul, se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Diversas relaciones talla-peso para aguja azul actualmente empleadas por ICCAT.

Ecuación	Referencia	N	Sexo	Rango LJFL (cm)
$RWT = 2.4682 \times 10^{-6} LJFL^{3.2243}$	Prager <i>et al.</i> (1995)	1978	Macho	23,0-378,5
$RWT = 1.9034 \times 10^{-6} LJFL^{3.2842}$		3267	Hembra	23,0-277,0
$RWT = 1.1955 \times 10^{-6} LJFL^{3.3663}$		5245	Sexos combinados	23,0-378,5

3.d. Madurez

En términos generales, faltan por realizar estudios exhaustivos sobre la madurez sexual de la aguja azul. Erdman (1968) indica que la aguja azul alcanza la madurez sexual en torno a los 45 kg (180 cm LJFL), basándose en nuestras obtenidas en aguas de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Más adelante, Sylva y Breder (1997) asumieron que la madurez sexual tenía lugar cuando las hembras alcanzaban los 120 kg (237,9 cm LJFL). Recientemente, Arocha y Marciano (2006) estimaron que el 50% de las hembras están maduras al alcanzar 256,43 cm LJFL basándose en la evaluación macroscópica y microscópica de muestras de gónadas obtenidas entre 5°N y 25°N. Las estimaciones disponibles sobre madurez sexual para el stock de aguja azul del Atlántico se detallan en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Distintas estimaciones de madurez sexual disponibles para el stock de aguja azul del Atlántico.

Madurez	Referencia
50% de hembras maduras a 256,43 cm LJFL	Arocha y Marciano (2006)
Primera madurez de las hembras a 180 cm LJFL	Erdman (1968)
Primera madurez de las hembras a 237,9 cm LJFL	de Sylva y Breder (1997)

3.e. Sex ratio

Según Erdman (1968), el promedio anual de sex ratio macho-hembra era de 4:1, obtenido a partir de 328 peces en aguas de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Sin embargo, entre julio y septiembre se observó una variación mensual en la sex ratio. De julio a agosto, la sex ratio macho-hembra no era diferente de la que se esperaba, 1:1, pero en septiembre, la sex ratio macho: hembra cambió a 4.5:1.

En un estudio reciente sobre la biología de marlines en el Atlántico central occidental (5°N-25°N), la sex ratio por tallas de la aguja azul (n=7776) presentaba un patrón estacional entre trimestres (Arocha, 2006). Dentro del Mar Caribe, durante el segundo, tercer y cuarto trimestre, la proporción de hembras aumentaba con la talla desde el 20% a 170 cm LJFL hasta más del 75% en tallas >250 cm LJFL. En el primer trimestre, la proporción de hembras aumentaba hasta el 40% en tallas <200 cm LJFL. En la parte atlántica, al norte de la Isla de Barbados, la proporción de hembras fue inferior al 20% para las tallas entre 160 y 200 cm LJFL. Sin embargo, al sur de la Isla de Barbados, la proporción de hembras estaba en torno al 50% para tallas de hembras de 150-200 cm LJFL. En general, según se incrementa la talla, la proporción de hembras también aumenta hasta una talla (>275 cm LJFL), en la cual se encuentran muy pocos machos.

En el Atlántico sur, la sex ratio macho-hembra estimada era de 1.15:1, obtenida de 43 especímenes (Amorim *et al.* 1998).

Estos estudios, llevados a cabo en el Atlántico occidental, revelaron que la aguja azul exhibe un esquema diferencial, espacial y estacional, de sex ratio; asimismo, indicaron que los meses en los cuales la sex ratio era diferente de la ratio supuesta, 1:1, los machos eran más usuales en las tallas <200 cm LJFL. Sin embargo, el asunto de la sex ratio nunca ha sido tratado formalmente en ninguna de las Jornadas de Trabajo ICCAT sobre Marlines.

3.f. Reproducción y primeras etapas vitales

Como el resto de los marlines, la aguja azul no muestra un aparente dimorfismo sexual en cuanto al esquema de color o caracteres morfológicos externos.

Desove

La aguja azul realiza desoves múltiples o intermitentes de oocitos hidratados, en diferentes episodios, (de Sylva y Breder 1997), muy probablemente en las mismas aguas donde tiene lugar la fertilización.

La puesta tiene lugar aproximadamente en las zonas costeras donde vive habitualmente. Las zonas de desove de la aguja azul en el Atlántico se encuentran principalmente en el área tropical occidental de ambos hemisferios.

Las zonas de desove en el Atlántico son muy poco conocidas. En el Atlántico norte se han encontrado hembras en período de desove, así como larvas, en aguas del Estrecho de Florida (Estados Unidos), Puerto Rico, Bahamas, Jamaica y Bermuda (Erdman 1968; Caldwell 1962; Serafy *et al.* 2003; Luthy 2004; Luckhurst *et al.* 2006). Asimismo, se ha registrado la presencia de hembras que desovan frente a Puerto Rico y, más recientemente, frente a Bermuda. Se ha informado sobre zonas de puesta, deducidas a partir de recolecciones de larvas: el Estrecho de Florida, Exuma Sound (Bahamas), y de peces juveniles capturados frente a Jamaica y Bermuda. En el Atlántico ecuatorial, (5°N-5°S) el desove se produce en aguas del nordeste de Brasil (Travassos *et al.* 2006). En el Atlántico sur, las actividades de desove, registradas a partir de hembras reproductoras activas y recolecciones de larvas, tienen lugar frente a la costa sudeste de Brasil, entre 10°S-30°S (Ueyanagi *et al.* 1970, Amorim *et al.* 1998).

La puesta se produce durante la primavera-verano austral y el verano boreal. En el Atlántico norte, las actividades reproductoras tienen lugar desde mayo hasta octubre, pero el momento de desove máximo parece situarse en torno a junio-julio. En el Atlántico ecuatorial (7°N-20°S), la puesta parece producirse durante junio-agosto, y en el Atlántico sur desde noviembre hasta abril.

Huevos y Larvas

Se estimó la fecundidad modal de las hembras entre 227 y 290 cm LJFL, entre 3.600.960 y 6.769.060 oocitos por hembra (Travassos *et al.* 2006).

Los huevos son pelágicos, esféricos y transparentes; los oocitos, bien hidratados, tienen entre 0.9-1.8 mm de diámetro y contienen un glóbulo oleoso que mide unos 0.30 mm de diámetro. (Travassos *et al.* 2006; Luckhurst *et al.* 2006) El vitelo no es homogéneo (de Sylva y Breder 1997).

Se desconoce la talla de las larvas del saco vitelino, pero podrían estar en torno a 2 mm SL. Las larvas de aguja azul más pequeñas conocidas miden 2.9 mm SL, y fueron obtenidas frente al Estrecho de Florida (Sponaugle *et al.* 2005).

Reclutamiento

El conocimiento sobre las primeras etapas vitales de los marlines es muy escaso. Se asume que el período larvario de la aguja azul es corto, debido a su rápido crecimiento durante este período (Sponaugle *et al.* 2005).

Desde 2,9 a 22,6 mm SL, las larvas de aguja azul son capturadas con redes neuston (Serafy *et al.* 2003; Luthy 2004; Sponaugle *et al.* 2005). Los juveniles >200 mm SL son raros, y ocasionalmente se les recolecta con lámparas de pesca y salabardos (Luckhurst *et al.* 2006) y en el contenido estomacal de los túnidos y otros marlines.

Los ejemplares jóvenes (inmaduros) de aguja azul aparecen por primera vez en las capturas cuando miden unos 50 cm LJFL. A partir de ese momento es más fácil conocer sus movimientos migratorios, tanto por observación de las pesquerías como mediante experimentos de marcado.

3.g. Migraciones

La aguja azul realiza amplios movimientos en el Atlántico, como revela el vector liberación-recuperación de los peces marcados y recapturados (**Figura 3**). La mayor parte de ellos indican movimientos transecuatoriales e interoceánicos, desde el Atlántico al océano Índico (Ortíz *et al.* 2003). No obstante, las rutas migratorias de la aguja azul son aún inciertas.

El Atlántico norte occidental es el área donde se ha producido la mayor parte de las actividades de marcado y liberación de la aguja azul. Se observan movimientos significativos entre la zona atlántica media de Estados Unidos y el Golfo de México hasta las aguas de Venezuela. En general, la zona donde la mayor parte de los peces han sido marcados y recapturados es la misma zona general donde fueron liberados (Puerto Rico, Islas Vírgenes, La Guaira-Venezuela). Los escasos movimientos transatlánticos y transecuatoriales representan un 5% de las recapturas documentadas de aguja azul. El desplazamiento a la mayor distancia registrada correspondió a una aguja azul marcada y liberada en Delaware (EE.UU.), en el Atlántico norte occidental, recapturada frente a Isla Mauricio, en el océano Índico. Viajó a una distancia de 14.893 km durante los 1.108 días en libertad (Ortíz *et al.* 2003).

Se formuló una hipótesis respecto a que la concentración de aguja azul en el sur del mar Caribe correspondía a peces que, tras el desove, se desplazaban hacia zonas tróficas para restaurar energías, como se observa a partir de las trayectorias de los movimiento de peces marcados, recapturados frente al norte de Venezuela, y la alta proporción de estómagos con alimentos. No había señales de actividades de desove (Arocha y Marcano 2006).

En el Atlántico sur, se han realizado muy pocos experimentos de marcado y, en consecuencia, se sabe poco acerca del esquema de movimientos de la aguja azul en la zona.

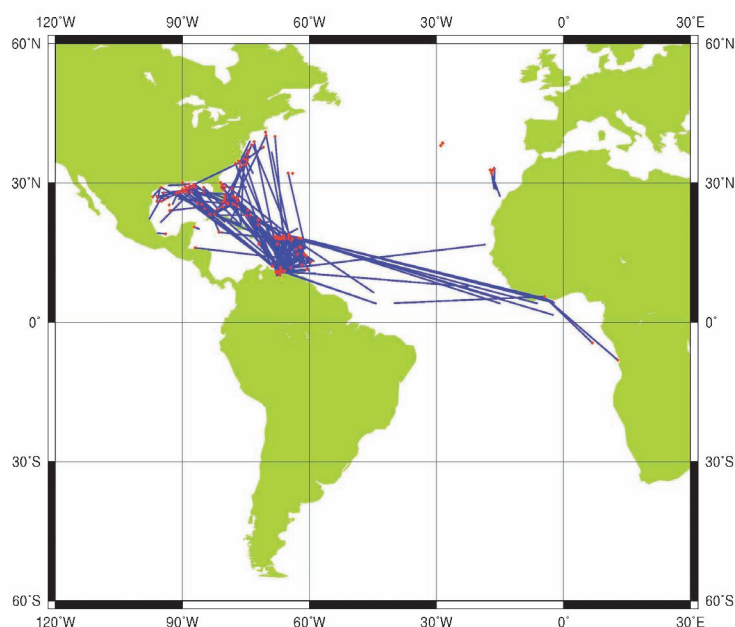


Figura 3. Desplazamientos horizontales de 596 ejemplares de aguja azul, marcados y recuperados (Fuente: Ortíz *et al.* 2003).

3.h. Dieta

La aguja azul es un depredador del inicio de la cadena trófica que se nutre cerca de la superficie, y que se sabe busca alimento en aguas más profundas que los otros marlines. De manera oportunista, persigue presas en cardúmenes de juveniles de peces voladores, pequeños túnidos, lampugas y calamares. En el sur del mar Caribe, la dieta de la aguja azul se compone principalmente de calamar *Illex coindetti*, seguido de *Sardinella aurita* y *Dactylopterus volitans* (García de los Salmenes *et al.* 1989). En aguas frente a Bahamas, Puerto Rico y Golfo de México, la mayoría de las presas-objetivo incluye todas las tallas de lampuga (*Coryphaena*), melva (*Auxis*) y peces de aguas profundas, como *Pseudoscopelus* (Nakamura 1985). Otras presas incluyen peces escómbridos (incluyendo patudo con un peso de aproximadamente 50 kg), escolares y octópodos.

En el Atlántico norte y tropical, en torno a un 85% de la dieta se componía de peces-presa, y la mayor parte de las restantes presas consistía en cefalópodos. Entre los peces, las especies de las familias Gemyllidae, seguidas de Scombridae, suponían un 66% en importancia, y el resto estaba formado por especies-presa de las familias Exocotidae y Alepisaridae (Satoh *et al.* 2004).

En el Atlántico ecuatorial occidental, los peces-objetivo más importantes para la aguja azul eran la japuta, *Brama brama*, escolares, *Gempylus serpens*, y *Dactylopterus volitans*. Entre los cefalópodos, el calamar *Ornithoteuthis antillarum* ha sido la presa-objetivo más importante, seguido del calamar *Omastrephes bartrami* y del octópodo *Tremoctopus violaceus* (Junior *et al.* 2004).

3.i. Fisiología

Los marlines, como los túnidos, presentan adaptaciones anatómicas y fisiológicas para realizar una actividad natatoria continuada, y endotermia craneal (cerebro y ojos) características que facilitan la alimentación a diferentes profundidades. La aguja azul, como los otros marlines, posee la característica de un órgano termogénico, situado debajo del cerebro y próximo a los ojos, que genera y mantiene temperaturas elevadas en la región craneal (Block 1986). Este órgano termogénico o “calentador del cerebro” facilita que los marlines puedan sumergirse en aguas profundas, permitiendo así las funciones oculares y físicas a bajas temperaturas.

Además, investigaciones recientes sobre la visión de las agujas azules indican que sus ojos están específicamente adaptados a los escasos niveles de luz que encontrarán durante la inmersión (Fritsches *et al.* 2003).

Con respecto a la velocidad de natación, los datos disponibles provienen del análisis de distancias mínimas en línea recta calculadas a partir de datos PSAT de aguja azul adulta. (Graves *et al.* 2002; Kerstetter *et al.* 2003). Se estimó la media de desplazamiento entre 0.73 y 0.95 nmi/hr desde el punto de liberación.

3.j. Comportamiento

La aguja, igual que todos los marlines, no se agrupa en cardúmenes. Se la considera una especie rara y solitaria.

Los avances en la investigación sobre el comportamiento de los marlines han sido lentos debido a la dificultad de mantenerlos en cautividad y a la falta de una tecnología que permita seguir su trayectoria y realizar seguimientos a largo plazo (Holland 2003). No obstante, las marcas tradicionales e información PSAT, junto con información biológica sobre zonas y temporadas de desove y hábitos tróficos, pueden ayudar a identificar los esquemas del comportamiento reproductor.

Los lugares donde se produce el desove (dados los escasos conocimientos existentes sobre los territorios donde acuden a desovar), en el mar Caribe norte (Puerto Rico e Islas Vírgenes) y Bahamas, parecen concentrar peces que van a desovar durante el verano, trasladándose a las aguas cálidas de la zona desde las áreas tróficas en la costa nordeste de Estados Unidos, el Golfo de México y el sur del mar Caribe; una vez realizada la puesta, los peces retroceden hacia las áreas tróficas. La recolección de larvas y peces juveniles en torno a los parajes de desove y a lo largo del camino hacia/desde las mismas (Bahamas, Jamaica), ayudan a corroborar el comportamiento reproductor de los peces adultos que van a desovar en el Atlántico central oeste. Sin embargo, se sabe muy poco sobre su comportamiento reproductor en otras zonas del Atlántico.

Los conocimientos acerca del comportamiento vertical de la aguja azul se han sugerido a partir de estudios PAT y PSAT. (Goodyear 2003; Goodyear *et al.* 2006; Kerstetter *et al.* 2003; Saito *et al.* 2004, véase “Preferencias de hábitat”).

3.k. Mortalidad natural

No se dispone de estimaciones fiables de tasas de mortalidad natural. Los datos de marcado son insuficientes para poder realizar ese esfuerzo. El cálculo de M a partir de parámetros de crecimiento es limitado, dado que éstos no han sido calculados. La mortalidad natural basada en la longevidad estimada oscilaría entre 0.15 y 0.30, pero reflejaría sólo la mortalidad total, a menos que no se produzca actividad pesquera alguna. No obstante, basándose en el tamaño del cuerpo, comportamiento y fisiología, las estimaciones de peces adultos serían probablemente mucho menores (Anón. 1994, 1998).

En el estudio de Goodyear y Prager (2001), se obtuvo una estimación de $Z=0.36/\text{año}$ a partir de los trabajos de Wilson *et al.* (1991) que, acoplada a las estimaciones del modelo de producción excedente de F de la evaluación de stock de ICCAT para aguja azul, promediaba 0.31/año, dando una estimación de $M=0.05/\text{año}$. No obstante, las estimaciones de F absoluta a partir de modelos de producción excedente son, con frecuencia, altamente imprecisas, (Prager, 1994) y basándose en consideraciones de orden biológico, los autores estimaron que era irrealmente alta.

3.l. Factores de conversión

Las bases de datos y análisis de ICCAT utilizan una serie de fórmulas para realizar conversiones entre diferentes tipos de medidas. En el caso de la aguja azul, las relaciones se muestran en la **Tabla 3** (véase también “Relación talla-peso”)

Tabla 3. Factores de conversión para la aguja azul (TL: Longitud total; PAL: Longitud pectoral-ano; PFL: Pectoral-longitud a la horquilla; PDL: Longitud pectoral-segunda dorsal; EOFL: Órbita ocular-longitud a la horquilla; DFL: Dorsal-longitud a la horquilla; DWT: Canal).

Ecuación	Sexo	N	Rango de talla (cm)	Referencia
$LJFL = -3.563 + TL \times 0.784$	Hembra	69	250-490	Prager <i>et al.</i> (1995)
$LJFL = 19.182 + TL \times 0.691$	Macho	153	200-330	
$LJFL = 2.000 + TL \times 0.763$	Sexos combinados	258	30-500	
$LJFL = 19.464 + PAL \times 2.707$	Hembra	123	34-120	
$LJFL = 93.600 + PAL \times 1.600$	Macho	249	35-90	
$LJFL = 61.656 + PAL \times 2.156$	Sexos combinados	453	30-120	
$LJFL = 9.725 + PFL \times 1.252$	Hembra	243	80-270	
$LJFL = 14.651 + PFL \times 1.209$	Macho	387	100-220	
$LJFL = 7.696 + PFL \times 1.261$	Sexos combinados	732	65-280	
$LJFL = 17.419 + PDL \times 1.726$	Hembra	140	85-190	
$LJFL = 36.500 + PDL \times 1.500$	Macho	276	66-150	
$LJFL = 9.836 + PDL \times 1.772$	Sexos combinados	482	60-190	
$LJFL = 10.000 + EOFL \times 1.091$	Hembra	113	130-300	
$LJFL = 9.095 + EOFL \times 1.095$	Macho	104	135-210	
$LJFL = 8.887 + EOFL \times 1.096$	Sexos combinados	250	120-300	
$LJFL = 10.254 + DFL \times 1.198$	Hembra	115	125-280	
$LJFL = 4.302 + DFL \times 1.231$	Macho	125	115-200	
$LJFL = 7.152 + DFL \times 1.212$	Sexos combinados	271	100-280	
$DWT = 1.20 \times RWT$	Sexos combinados	-	-	Manual ICCAT 1990

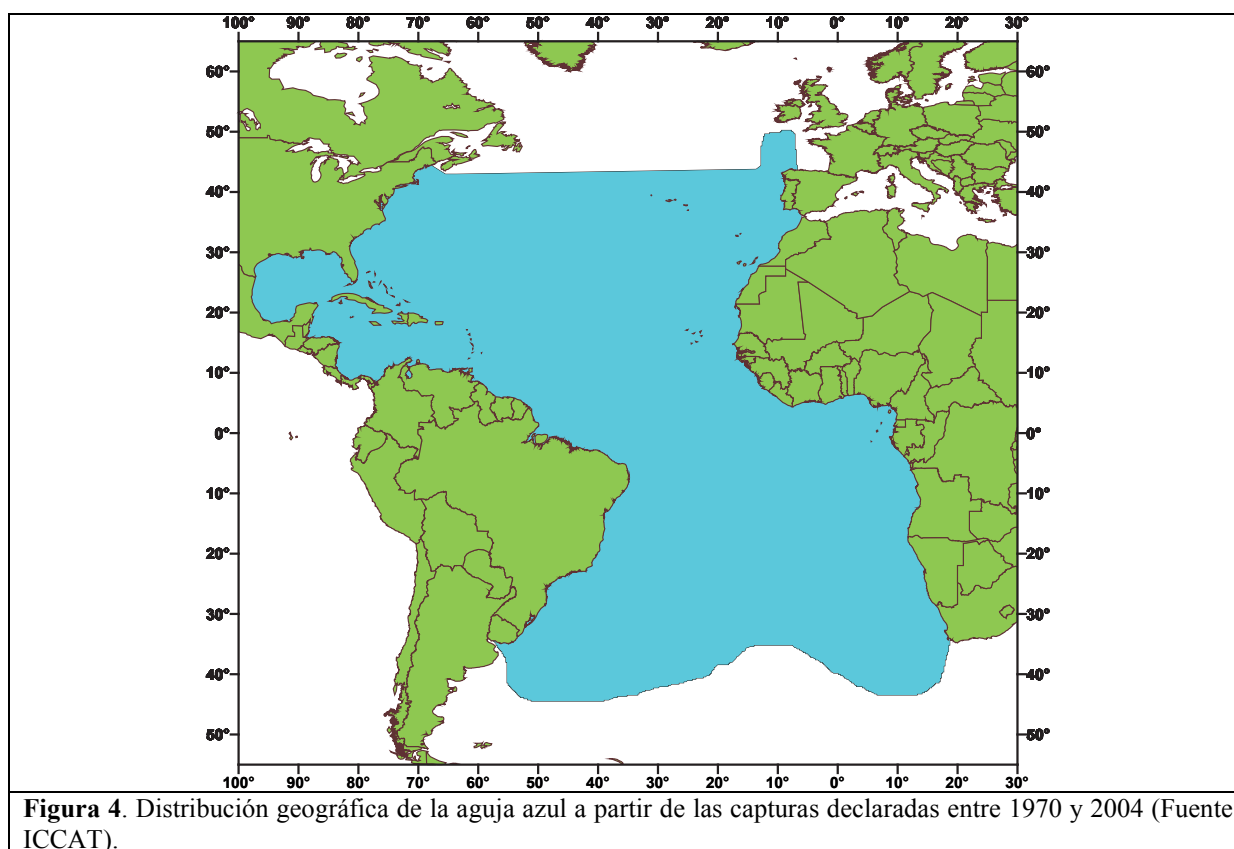
4. Distribución y explotación

4.a. Distribución geográfica

La aguja azul se encuentra ampliamente distribuida en aguas subtropicales y tropicales del océano Atlántico y, ocasionalmente, en aguas templadas atlánticas. Los límites geográficos están comprendidos entre 50°N y 45°S, pero la especie es menos abundante en aguas del Atlántico central este y Atlántico central sur (**Figura 4**).

Hay presencia de adultos (>150 cm LJFL) en aguas templadas, subtropicales y tropicales, mientras que los juveniles de aguja azul (<100 cm LJFL) se encuentran en aguas tropicales. En el Atlántico, las clases de edad de mayor talla (>200 cm LJFL) pueden estar asociadas a extensiones de agua más frescas, mientras que los individuos de menor talla tienden a aparecer en estratos más cálidos.

En el Atlántico occidental, existen importantes concentraciones en la costa sudeste de Estados Unidos, Golfo de México, Norte y Este del mar Caribe, Oeste de la zona ecuatorial, y a lo largo de la costa de Brasil hasta 30°S. En el Atlántico este, hay importantes concentraciones en el Golfo de Guinea y áreas adyacentes. También surgen grandes concentraciones a lo ancho del Atlántico ecuatorial.



4.b. Poblaciones/Estructura de stock

En el océano Atlántico, se considera un solo stock a efectos de ordenación.

Originalmente, ICCAT reconocía dos stocks separados en la latitud 5°N. El límite del stock se basaba en la distribución de la captura, el desplazamiento estacional de las zonas de desove al norte y sur de 5°N, y en la observación de que ningún pez marcado al norte de 5°N había sido capturado al sur de esa latitud.

En años recientes, detallados análisis genéticos que utilizaban marcadores mitocondriales y nucleares no han mostrado evidencias de una estructura de stock basada en la genética en el ámbito del Atlántico, y los análisis de muestras al norte y sur de 5°N no revelaron una heterogeneidad significativa (Graves y McDowell, 2003). Por tanto, ICCAT considera la existencia de un solo stock de aguja azul en todo el Atlántico (Anón. 2001).

4.c. Descripción de las pesquerías: captura y esfuerzo

Los marlines son en primer lugar el objetivo de las pesquerías deportivas y de recreo en todo el mundo, y la aguja azul es uno de los premios más altos. Sin embargo, existen algunas pesquerías locales y artesanales dirigidas a los marlines, en particular en la costa oeste de África, islas del Caribe, y las regiones costeras de América Central y América del Sur. No hay grandes pesquerías comerciales que persigan aguja azul atlántica; con todo, los marlines (incluyendo la aguja azul) se obtienen como captura fortuita de las pesquerías de palangre y cerco en el océano Atlántico.

Las capturas de aguja azul se concentran principalmente en las zonas tropicales (**Figura 5**). La captura fortuita de las flotas de palangre supone una media del 80% de la captura total estimada (Anón. 2006a). La captura fortuita con cerco se desarrolla principalmente en el Golfo de Guinea. Las pesquerías artesanales y locales utilizan en primer lugar redes de enmalle a la deriva en superficie (Arocha, 2006), pero en años recientes algunas islas del Caribe han introducido el empleo de palangres de superficie sujetos a boyas ancladas que actúan como dispositivos de concentración de peces (DCP) (Reynal *et al.* 2006). Las pesquerías deportivas y recreativas se encuentran concentradas en la costa Este atlántica de Estados Unidos y en las islas del Caribe. En América del Sur, las pesquerías deportivas están presentes frente a Venezuela y Brasil. En el Atlántico este, las principales pesquerías recreativas de aguja azul se encuentran en las islas de Madeira y Cabo Verde (Harvey 2002).

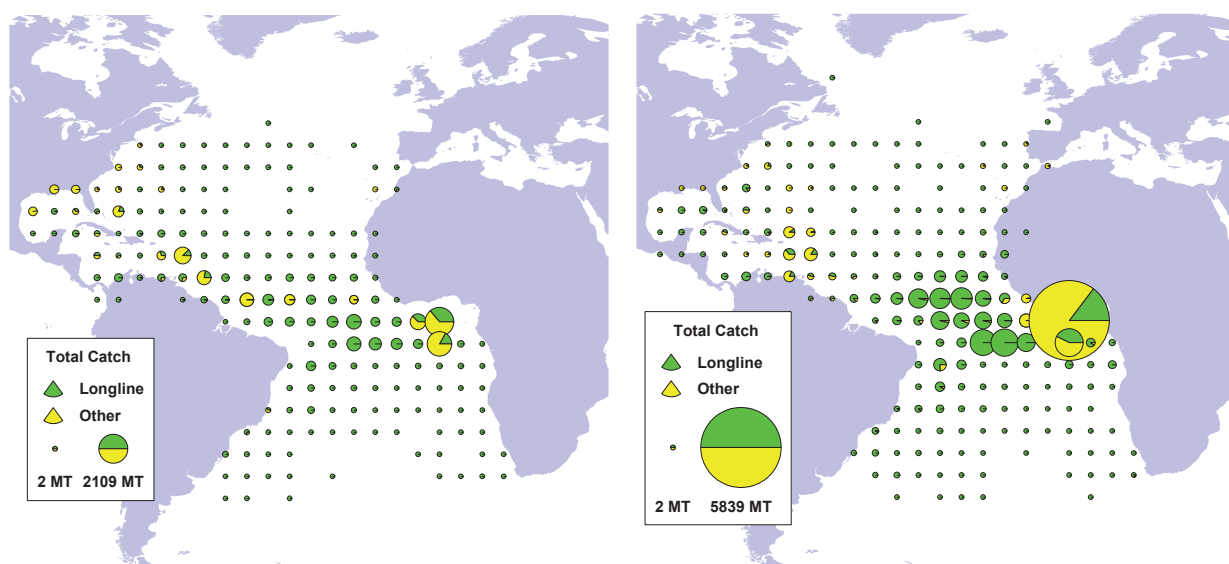


Figura 5. La distribución de las capturas de aguja azul en el océano Atlántico para 1980-1989 (izq.) y 1990-1999 (dcha.) desglosada por artes de pesca principales, palangre y otros.

La captura total de aguja azul se incrementó rápidamente con la introducción de las flotas de palangre en 1956, alcanzándose las capturas más altas a principios de los años 60, con capturas estimadas superiores a 900 t en 1963.

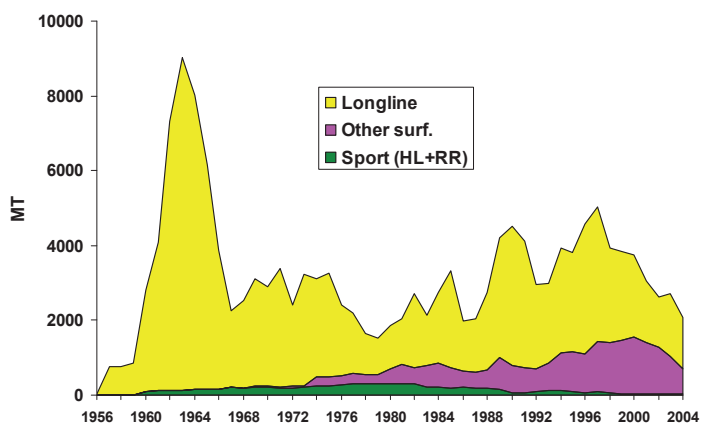


Figura 6. Capturas totales estimadas de aguja azul por artes principales 1956 -2004.

En 1967 las capturas cayeron por debajo de 3.000 t y permanecieron entre 2000 y 3000 t hasta finales de los 80. En 1995-97, ascendieron a 5.000 t, y desde entonces han descendido a unas 2.500 t (**Figura 6**). Dado que los marlines no constituyen una especie-objetivo, las estimaciones de captura de aguja azul por las flotas palangreras son dudosas, y probablemente están subestimadas (Anón. 2006a). Además, en años recientes y debido a las regulaciones de ordenación, la mayor parte de la captura fortuita de aguja azul se liberada o es descartada al mar (Anón. 2006b) lo que, en combinación con la escasa cobertura por observadores, merma aún más la capacidad de obtener

estimaciones fiables de la captura de marlines. Las capturas de las pesquerías artesanales costeras, principalmente de redes de enmalle, se han incrementado en años recientes, aunque también podrían reflejar una mejor información en vez de un aumento en la captura, en particular de la costa occidental de África e islas del Caribe (N'goran *et al.* 2001; Arocha 2006). Las capturas de los pescadores deportivos muestran un declive, desde las 300 t a comienzos de los años 80, a las menos de 50 t en 2000. Este descenso se debe en parte a un giro dado por las pesquerías de recreo a favor de la captura-liberación de aguja azul. La captura se dividió de forma casi igual entre el Atlántico norte y el Atlántico sur hasta los años 90, cuando las capturas se incrementaron hasta el 70% de la captura total (Anón. 2006a).

4.d. Captura por clases de talla

No hay estimaciones sobre la captura por clases de edad para la aguja azul. La distribución por tallas de captura (LJFL) por arte principal muestra que las pesquerías de palangre capturan ejemplares de menor tamaño (115 a 295 cm con 95% de percentil, con una media de 195 cm) en comparación con las pesquerías de recreo (165 a 355 cm con 95% de percentil, con una media de 235 cm) (**Figura 7**). No obstante, el muestreo por tallas de las redes de enmalle se limita a unos pocos años (1997-1999). En cuanto a las pesquerías de palangre, la talla media de los ejemplares de aguja azul capturados ha descendido con los años, de 210 cm (años 70) a 190 cm (años 90).

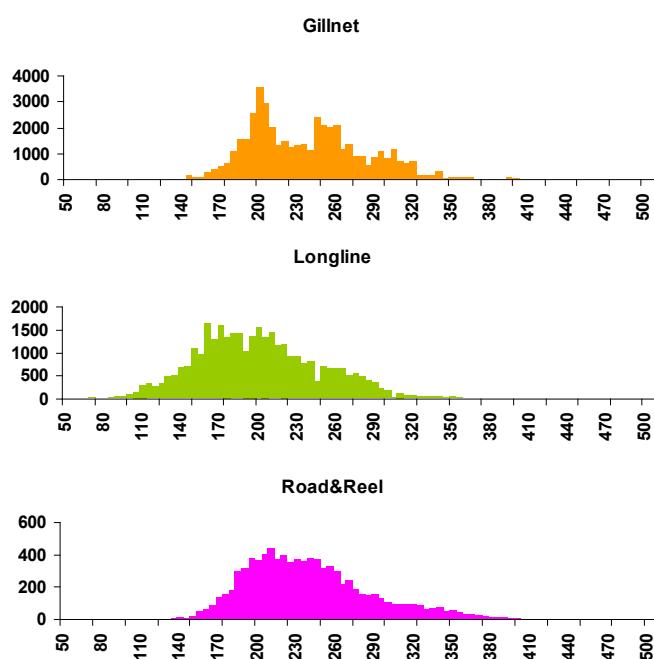


Figura 7. Distribución de frecuencia de tallas (cm LJFL) de aguja azul por arte principal.

5. Bibliografía

- ANON. 1994. Report of the Second ICCAT Billfish Workshop. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 41: 587.
- ANON. 1998. Report of the Third ICCAT Billfish Workshop. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 47: 352.
- ANON. 2001. Report of the Fourth ICCAT Billfish Workshop. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 53: 375.
- ANON. 2006. Report of the Data Preparatory Meeting for the 2006 Billfish Assessment (Natal-RN), Brazil. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 59: 1-123.
- ANON. 2006b. Report of the 2006 ICCAT Billfish Stock Assessment. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(5): 1431-1546 (2007).
- AMORIM, A.F., C.A. Arfeli, J. N. Antero-Silva, L. Fagundes, F. E. S.Costa, R. Assumpção. 1998. Blue marlin (*Makaira nigricans*) and White marlin (*Tetrapturus albidus*) Caught off the Brazilian Coast. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 47: 163-184.

- AROCHA, F. 2006. Los peces de la familia Istiophoridae capturados por las flotas de Venezuela: Aspectos biológicos, pesquerías y gestión pesquera. Trabajo de ascenso para profesor asociado presentado en la Universidad de Oriente, 141 p.
- AROCHA, F. and L. Marciano. 2006. Life history characteristics of *Makaira nigricans*, *Tetrapturus albidus*, and *Istiophorus albicans* from the eastern Caribbean Sea and adjacent waters. Pgs. 587-597 In J. Nielsen, J. Dodson, K. Friedland, T. Hamon, N. Hughes, J. Musick and E. Verspoor, Eds. Proceedings of the Fourth World Fisheries Congress: Reconciling Fisheries with Conservation. Amer. Fish. Soc. Symp. 49, Bethesda, Maryland.
- BARTLETT, M.R. and R.L. Haedrich. 1968. Nuestron nets and South Atlantic larval blue marlin (*Makaira nigricans*). Copeia 1968: 469-474.
- BLOCK, B.A. 1986. Structure of the brain and eye heater tissue in marlins, sailfish, spearfish. J. Morphol., 190: 169-189.
- BRILL, R.W. 1996. Selective advantages conferred by the high performance physiology of tunas, billfishes, and dolphin fish. Comp. Biochem. Physiol., 113: 3-15.
- CALDWELL, D.K. 1962. Postlarvae of the blue marlin, *Makaira nigricans*, from off Jamaica. Los Angeles Contributions in Science, Number 53: 1-11.
- DE SYLVA, D. and P.R. Breder. 1997. Reproduction, gonad histology, and spawning cycles of north Atlantic billfishes (*Istiophoridae*). Bull. Mar. Sci., 60(3): 668-697.
- DREW, K., D.J. Die and F. Arocha. 2005. Current efforts to develop an age and growth model of blue marlin (*Makaira nigricans*) and white marlin (*Tetrapturus albidus*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 59(1): 274-281.
- ERDMAN, D.S. 1968. Spawning cycle, sex ration, and weights of blue marlin off Puerto Rico and the Virgin Islands. Trans. Am. Fish. Soc. 97(2): 131-137.
- FRITSCHES, K.A., N.J. Marshall and E.J. Warrant. 2003. Retinal specializations in the blue marlin: eyes designed for sensitivity for low light levels. Mar. Freshwater Res., 54: 333-341.
- GARCIA DE LOS SALMONES, R., O. Infante and J.J. Alio. 1989. Reproducción y alimentación del pez vela, de la aguja blanca y de la aguja azul en la region central de Venezuela. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 30: 436-439.
- GEHRINGER, J.W. 1956. Observations of the development of the Atlantic sailfish *Istiophorus americanus* (Cuvier), with notes of an unidentified species of istiophorid. Fish. Bull. 57: 139-171.
- GRAVES, J.E., B.E. Luckhurst and E.D. Prince. 2002. An evaluation of pop-up satellite tags for estimating postrelease survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) from recreational fishery. Fish Bull. 100: 134-142.
- GRAVES, J.E. and J.R. McDowell. 2003. Stock structure of the world's istiophorid billfishes: a genetic perspective. Mar. Freshwater Res., 54: 287-298.
- GOODYEAR, C.P. 2003. Spatio-temporal distribution of longline catch per unit effort, sea surface temperature and Atlantic marlin. Mar. Freshwater Res., 54(4) 409-417.
- GOODYEAR, C.P. and F. Arocha. 2001. Size composition of blue and white marlin taken in selected fisheries in the western North Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 53: 249-257.
- GOODYEAR, C.P., and M.H. Prager. 2001. Fitting surplus-production models with missing catch data using ASPIC: evaluation with simulated data on Atlantic blue marlin. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 53: 146-163.
- GOODYEAR, C.P., Luo, J., Prince, E.D., Serafy, J. E. 2006. Temperature-depth habitat utilization of blue marlin monitored with PSAT tags in the context of simulation modeling of pelagic longline CPUE. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 59: 224-237.
- HARVEY, G. 2002. Portraits from the deep. World Publications, Winter Park FL (USA). 208 pp.
- HILL, K.T., C.M. Cailliet, and R. L. Radtke. 1989. A comparative analysis of growth zones in four calcified structures of Pacific blue marlin, *Makaira nigricans*. Fish Bull. 87: 829-843.
- HOLLAND, K. 2003. A perspective on billfish biological research and recommendations for the future. Mar. Freshwater Res., 54: 343-348.
- HORODYSKY, A.Z., D. Kerstetter, R.J. Latour and J.E. Graves. 2005. Habitat utilization and vertical movements of white marlin (*Tetrapturus albidus*) released from commercial and recreational fishing gears in

- the western North Atlantic Ocean: inferences from short-duration pop-up satellites tags (PSATs). SCRS/2005/034.
- IDRISI, N., T. Capo, S. Luthy and J. Seraphy. 2002. Behaviour, oxygen consumption and survival of stressed juvenile sailfish (*Istiophorus platypterus*) in captivity. Mar. fresh. Behav. Physical. 36: 51-57.
- JUNIOR, T.V., C.M. Vooren and R.P. Lessa. 2004. Feeding habits of four species of Istiophoridae (Pisces: Perciformes) from northeastern Brazil. Environ. Biol. Fish. 70: 293-304.
- KERSTETTER, D.W., B.E. Luckhurst, E. D. Prince and J.E. Graves. 2003. Use of pop-up satellite archival tags to demonstrate survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) released from pelagic longline gear. Fish. Bull. 101: 939-948.
- LUCKHURST B.E., E.D. Prince, D.G. Snodgrass, E. B. Brothers and J. K. Llopiz. 2006. Evidence of blue marlin (*Makaira nigricans*) spawning in Bermuda waters and elevated mercury levels in large specimens. Bull. Mar. Sci. 79: 691-704.
- LUTHY, S.A. 2004. Billfish larvae of the Straits of Florida. PhD Thesis presented at the University of Miami, 112 p.
- LUTHY, S.A., R.K. Cowen, J.E. Serafy and J.R. McDowell. 2005. Toward identification of larval sailfish (*Istiophorus platypterus*), white marlin (*Tetrapturus albidus*), and blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Atlantic Ocean. Fish. Bull. 103: 588-600.
- MATHER, F.J., A.C. Jones and G.L. Beardsley. 1972. Migration and distribution of white marlin and blue marlin in the Atlantic Ocean. Fish. Bull. 70: 283-298.
- NAKAMURA, I. 1985. An annotated and illustrated catalogue of marine sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. FAO Species Catalogue Vol.5. Billfishes of the World. FAO Fish. Synop. No.125: 65pp.
- N'GORAN, Y.N., J.B. Amon-Kothias, y F.X. Bard. 2001. Captures d'Istiophorides (voilier *Istiophorus albicans*, marlin bleu *Makaira nigricans*, marlin blanc *Tetrapturus albidus*) et effort de pêche des filets maillants dérivants operant en Côte d'Ivoire. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 53: 272-280.
- ORTIZ, M., E.D. Prince, J.E. Serafy, D.B. Holts, K.B. Dary, J.G. Pepperell, M.B. Lowry and J.C. Holdsworth. 2003. Global overview of the major constituent-based billfish tagging programs and their results since 1954. Mar. Freshwater Res., 54: 489-507.
- PRAGER, M.H. 1994. A suite of extensions to a nonequilibrium surplus-production model. Fish. Bull., 92: 374-389.
- PRAGER M.H., D.W. Lee and E.D. Prince. 1994. Length and weight conversion equations for Atlantic blue marlin, white marlin, and sailfish from the North Atlantic. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 41: 325-330.
- PRAGER M.H., D.W. Lee and E.D. Prince. 1995. Empirical length and weight conversion equations for blue marlin, white marlin, and sailfish from the North Atlantic. Bull. Mar. Sci., 56: 201-210.
- PRINCE, E.D. and D.W. Lee. 1989. Development of length regressions for Atlantic Istiophoridae. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 30: 364-374.
- PRINCE, E.D., D.W. Lee, C.A. Wilson and J.M. Dean. 1984. Progress in estimating age of blue marlin, *Makaira nigricans*, and white marlin, *Tetrapturus albidus*, from the western Atlantic Ocean, Caribbean Sea, and Gulf of Mexico. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 20: 435-447.
- PRINCE, E.D., D.W. Lee, J.R. Zweifel and E. B. Brothers. 1991. Estimating age and growth of young Atlantic Blue Marlin *Makaira nigricans* from otolith microstructure. Fish. Bull. 89: 441-459.
- PRINCE, E., R. Cowen, E. Orbesen, S. Luthy, J. Llopiz, D. Richardson and J. Serafy. 2005. Movement and spawning of white marlin (*Tetrapturus albidus*) and blue marlin (*Makaira nigricans*) off Punta Cana, Dominican Republic. Fish. Bull. 103: 659-669.
- PRINCE, E.D. and C.P. Goodyear. 2006. Hypoxia-based habitat compression of tropical pelagic fish. Fish. Oceanogr., doi:10.1111/j.1365-2419.2006.oehold999.x.
- REYNALD, L., A. Monthieux, J. Chantrel, A. Lagin, J.J. Rivoalen and M.H. Norbert. 2006. Premiers elements sur la biologie et la peche du marlin bleu (*Makaira nigricans*) autour des DCP ancrés en Martinique. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 59: 303-314.
- ROBINS, C.R. and G.C. Ray. 1986. A Field Guide to Atlantic Coast Fishes of North America. Houghton Mifflin: Boston.

- SAITO, H., Y. Takeuchi and K. Yokawa. 2004. Vertical distribution of Atlantic blue marlin obtained from pop-up archival tags in the tropical Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56: 201-211.
- SATO, K., K. Yokawa, H. Saito, H. Matsunaga, H. Okamoto, Y. Uozumi. 2004. Preliminary stomach contents analysis of pelagic fish collected by Shoyo-Maru 2002 research cruise in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56: 1096-1114.
- SPONAUGLE, S., K.L. denit, S.A. Luthy, J. E. Serafy. 2005. Growth variation in larval *Makaira nigricans*. J. Fish Biol., 66:822-835.
- TRAVASSOS, P, C. Martins, P. Pinheiro, F. Hazin. 2006. Preliminary results on reproductive biology of blue marlin, *Makaira nigricans* (Lacépède, 1803) in the tropical West Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(5): 1636-1642.
- UEYANAGI, S., S. Kikawa, M. Uto and Y. Nishikawa. 1970. Distribution, spawning, and relative abundance of billfishes in the Atlantic Ocean. Bull. Far. Seas Fisheries Research Laboratory 3: 15-45.
- WILSON, C.A., J.M. Dean, E.D. Prince, and D.W. Lee. 1991. An examination of sexual dimorphism in Atlantic and Pacific blue marlin using body weight, sagittae weight, and age estimates. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 151: 209-225