

# Análisis espacio-temporal de la captura incidental de picudos por la pesquería cerquera venezolana de atún en el Pacífico oriental

## Spatial-temporal analysis of the billfish incidental catch by the venezuelan tuna purse-seine fishery in the eastern Pacific

Nora Eslava Vargas,<sup>1</sup> Juan Guillermo Vaca-Rodríguez<sup>2</sup> y Héctor López<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente (UDO), Boca del Río, Boca del Río, Isla de Margarita, 6301. Venezuela

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México, y Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines (PNAAPD), Ensenada, 22860. México

<sup>3</sup>Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Paseo los Ilustres. Urb. Valle Abajo, Caracas, 1040. Venezuela  
e-mail: juangvaca@uabc.edu.mx

---

Eslava Vargas N., J. G. Vaca-Rodríguez y H. López. 2013. Análisis espacio-temporal de la captura incidental de picudos por la pesquería cerquera venezolana de atún en el Pacífico oriental. *Hidrobiológica* 23 (1): 60-72.

### RESUMEN

Se realizó un análisis de la pesquería venezolana de atún con cerco que opera en el océano Pacífico oriental, con el objetivo de determinar la distribución espacio temporal de la captura incidental de picudos. Se utilizó la serie histórica de datos de la captura incidental de picudos y el esfuerzo de 1995 a 2006 proporcionados por el Programa Nacional de Observadores de Venezuela. El esfuerzo de pesca se expresó en número de lances y la captura en número de organismos. Los picudos representaron 0.4% de la captura incidental y estuvieron agrupados en dos familias: Xiphiidae (pez espada) e Isthioforidae (marlines y pez vela). La captura no mostró un patrón de distribución anual bien definido, siendo los años 1998, 2000 y 2003 los que presentaron los valores más altos de todo el período. El promedio de la captura anual mostró diferencias estadísticas significativas. Las capturas más altas se observaron en la Zona 3, comprendida desde el litoral de Centroamérica, al oeste, hasta 120° O, entre los paralelos 5° N y 20° N. Se comprobó que existen diferencias significativas entre zonas. El mayor porcentaje de captura incidental de picudos provino de lances realizados sobre mamíferos (55%), seguida sobre brisas (29%) y, finalmente sobre objetos flotantes (16%). La comparación estadística estableció que existe diferencia significativa de la captura media entre estos tres indicadores de pesca. Los organismos se capturaron principalmente desde los 26.5 °C hasta los 30.5 °C de temperatura superficial del mar. El 88% de los picudos capturados fueron grandes (>150 cm).

**Palabras claves:** Especies asociadas, pesquerías, esfuerzo de pesca, pesca incidental.

### ABSTRACT

The Venezuelan eastern Pacific tuna purse-seine fishery was analyzed to determine the spatial and temporal distribution of billfish's incidental catch. The Venezuelan National Observer Program data-base was used, including the incidental catch and fishing effort from 1995 to 2006. Effort was expressed in number of sets and catch in number of organisms. Billfishes represented only 0.4% of the total incidental catch, and were grouped in two families: Xiphiidae (swordfish) and Isthioforidae (marlins and sailfish). The mean incidental catch did not show a well defined annual distribution pattern, with the highest values registered in 1998, 2000 and 2003, with significant statistical differences among

years. The highest catches were observed in Zone 3, ranging from the central American coasts to 120° W, between 5 and 20° N. Significant statistical differences were found among zones. The highest percentage of billfish incidental catch was registered with marine mammal sets (55%), followed by school-sets (29%) and lastly log-sets (16%). With significant statistical differences among these three types of sets. Billfishes were mainly incidentally caught from 26.5 to 30.5 °C of sea surface temperature. Most billfishes caught incidentally were big (>150 cm) (88%).

**Key words:** Associated species, fishery, fishing effort, incidental catch.

## INTRODUCCIÓN

Los picudos son peces óseos pertenecientes a las familias Istiophoridae y Xiphiidae. Son especies epipelágicas y oceánicas altamente migratorias que habitan aguas tropicales y templadas, y estacionalmente aguas frías de todos los océanos. La primera familia, incluye a 11 especies entre marlines, peces de trompa corta y el pez vela (*Istiophorus platypterus*, Shaw, 1792) y, la segunda, incluye sólo al pez espada (*Xiphias gladius*, Linnaeus, 1758). La característica principal de los picudos es que su mandíbula superior se prolonga más allá de la inferior, formando un rostrum que es plano y en forma de espada (pez espada), redondeado o en forma de pico (istiofóridos).

Generalmente se encuentran confinados por arriba de la termoclina, pero pueden encontrarse a grandes profundidades (800 m) (Nakamura, 1985). Este mismo autor indica que estas especies se distribuyen latitudinalmente desde los 45° N hasta los 35° S. Pueden alcanzar hasta 500 cm de longitud total (LT), como el marlín negro (*Makayra indica*, ahora *Istiompax indica*, Cuvier, 1832) y el marlín azul (*M. nigricans*, Lacepede, 1802), quienes se considera son entre los peces más grandes del mundo (Sosa-Nishizaki, 1998).

Hanamoto (1974) y Sakagawa (1989) mencionan que los picudos tienden a concentrarse en áreas donde el alimento es abundante, generalmente a lo largo de zonas de frente donde convergen masas de agua o corrientes oceánicas formando turbulencias y gradientes de temperatura y salinidad.

Sosa-Nishizaki (1998) indica que los picudos son muy apreciados como alimento por la excelente calidad de su carne, y su alto índice de carne utilizable con respecto a su peso corporal.

Squire y Au (1990) anotan que las mayores capturas de estas especies provienen de las pesquerías palangreras (de línea) de atún de países como Japón, China (Taiwán) y Corea, donde son capturadas como pesca incidental. Sin embargo, en algunas áreas como en México, el pez espada, el marlín rayado (*Tetrapturus audax*, ahora *Kajikia audax*, Philippi, 1887) y el pez vela, son el objetivo principal de la pesca palangrera, debido a sus altas tasas de captura.

La pesca de picudos con caña es considerada por muchos pescadores como el más grande de los deportes marinos (Talbot & Wares, 1975). Según la CIAT (2006), la mayor captura inciden-

tal o dirigida de picudos en el Océano Pacífico Oriental (OPO), es aportada por las flotas de cerco y de línea, respectivamente; mientras que la flota cañera y varias pesquerías deportivas y artesanales representan sólo una pequeña fracción de las capturas totales.

De las seis especies de picudos identificadas y capturadas por la flota atunera cerquera venezolana, sólo el pez espada se encuentra en la Lista Roja como evaluado, pero los datos son insuficientes para estimar su grado de extinción (UICN, 2001).

Usando datos del comienzo de la explotación de grandes predadores en cuatro ecosistemas costeros (peces demersales: Gadidae, Pleuronictidae, Rajidae y otras especies), y nueve oceánicos (Scombridae: *Thunnus* spp., Istiophoridae y Xiphiidae: *Xiphias gladius*), Myers y Worm (2003) señalaron que las pesquerías típicamente industrializadas redujeron la biomasa de la comunidad en 80% durante los 15 años de explotación. Usando una aproximación meta-analítica, estimaron que la biomasa de los grandes predadores hoy en día, es aproximadamente del 10% de los niveles pre-industriales.

Desde 1995 hasta 2006, la flota atunera cerquera venezolana capturó un total de 2,323,843 organismos de manera incidental. La pesca incidental estuvo constituida por peces óseos y peces cartilaginosos, así como por invertebrados. El mayor porcentaje estuvo representado por peces pequeños, y en menor proporción por picudos (0.4%) y el grupo mantas y rayas (0.4%). Sin embargo, a pesar del bajo número capturado, se consideró importante realizar un estudio de estas especies que están ubicadas en la cúspide de la pirámide de alimentación. Por lo cual, el objetivo fue analizar la variabilidad espacio-temporal de los picudos capturados por la flota atunera cerquera venezolana en el OPO, en los tres tipos de lances y el efecto de la temperatura superficial del mar (TSM) en su variabilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se consideró como área de estudio los lugares de pesca del OPO, donde opera la flota atunera cerquera venezolana desde 1995 hasta 2006. El OPO se define como la zona entre el litoral del continente Americano (Norte, Centro y Sudamérica) a la longitud 150° O, de 50° N a 50° S, modificado por la CIAT el 12 de junio de 2007 (Fig. 1). El OPO se caracteriza por tener una termoclina (capa que

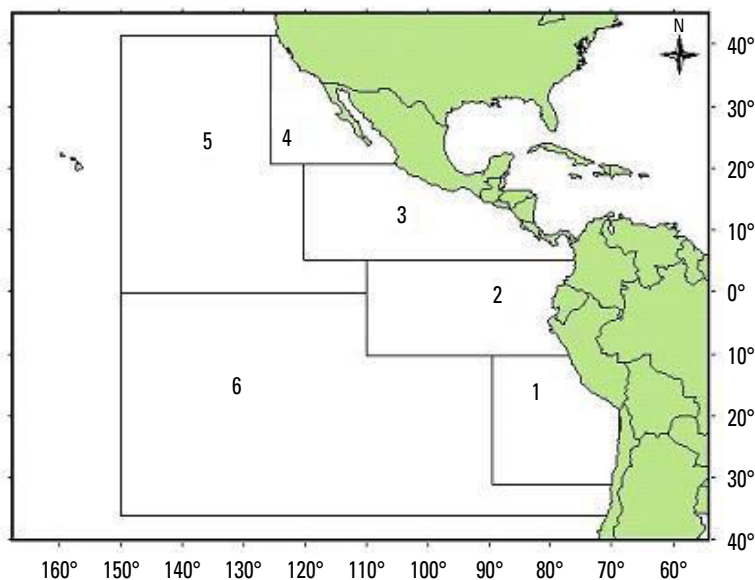


Figura 1. Sectorización del océano Pacífico oriental (OPO), según el acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (CIAT, 2007). Los números corresponden a las zonas de pesca donde se realizaron capturas incidentales de picudos.

separa la zona mezclada de la superficie con la zona fría profunda, rica en nutrientes) poco profunda (CIAT, 2002).

Dentro del OPO se encuentra una zona más costera denominada Área de Regulación de la Comisión para el atún aleta amarilla (ARCAA) (CIAT, 2002), que se subdividió en 4 zonas pequeñas para los procesos estadísticos del presente trabajo, y en 2 zonas más grandes para el resto del océano Pacífico, hasta el meridiano 150° O. Los límites geográficos de las 6 zonas se señalan en la Tabla 1.

Tabla 1. Límites geográficos de las 6 zonas utilizadas en el estudio, que incluyen 4 dentro del Área de Regulación de la Comisión para el Atún Aleta Amarilla (ARCAA) (CIAT, 2002), y dos fuera de ella.

| Zona | Límites geográficos   |
|------|---|
| 1    | Desde el litoral de Sudamérica hasta 90° O, entre los paralelos 30° S y 10° S               |
| 2    | Desde el litoral de Sudamérica hasta 110° O, entre los paralelos 10° S y 5° N               |
| 3    | Desde el litoral de Centroamérica hasta 120° O, entre los paralelos 5° N y 20° N            |
| 4    | Desde el litoral de Baja California hasta 125° O, entre los paralelos 20° N y 40° N         |
| 5    | Fuera del ARCAA, a partir de la línea del Ecuador hacia el norte y hasta la longitud 150° O |
| 6    | Fuera del ARCAA, a partir de la línea del Ecuador hacia el sur y hasta la longitud 150° O.  |

La base de datos empleada cubre el período 1995-2006 y fue proporcionada por el Programa Nacional de Observadores de Venezuela (PNOV). Esta institución es la encargada de recopilar la información, mediante observadores a bordo de las embarcaciones atuneras venezolanas que operan en aguas del OPO (PNOV, 2006). La información correspondió al 100% de los viajes de pesca de dichas embarcaciones y contiene: datos del lance pesquero, fecha (año-mes-día) y hora de lance, área geográfica (zonas) y tipo de lance (sobre brisas, sobre mamíferos y sobre objetos flotantes); número y talla de picudos capturados; y temperatura superficial del mar (TSM).

De esta información se extrajo el total de picudos capturados por año, por mes, por zona de pesca y por tipo de lance; así como la talla. El esfuerzo utilizado correspondió al número de lances.

Se realizó un análisis espacio temporal de las capturas. Para determinar si había diferencia significativa entre años (interanual), entre meses (intermensual), entre zonas y entre los tipos de lance, las capturas se examinaron mediante análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis (H), debido a que los datos no presentaron una distribución normal (test de Shapiro-Wilks W), ni sus varianzas resultaron homocedásticas (test de Barlett).

Asimismo, se realizó la relación entre la temperatura superficial del mar (TSM) y el número de organismos capturados.

Finalmente, se determinó la composición de la captura según talla por año, por tipo de pesca y por zona de pesca. Se agruparon según la escala propuesta por la CIAT: Pequeños (<90 cm), Medianos (90-150 cm) y Grandes (>150 cm).

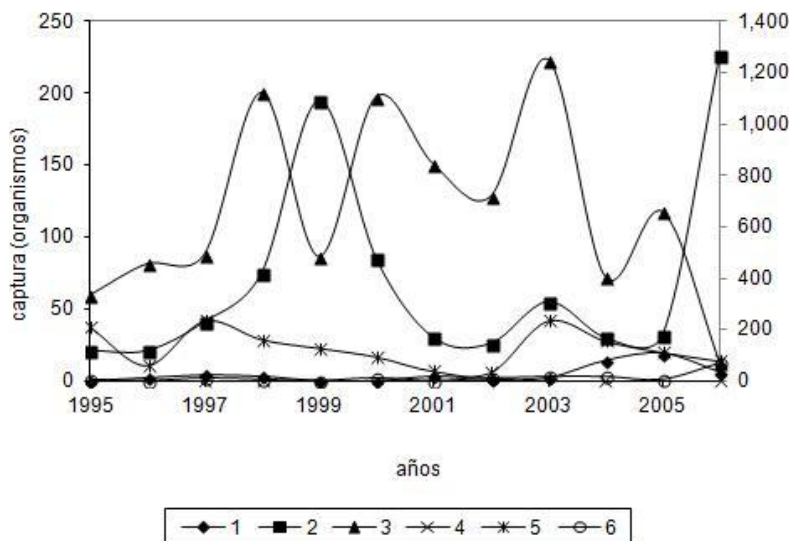


Figura 2. Evolución anual de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) de la flota atunera por zona de pesca del OPO (1, 2, 3, 4, 5 y 6) durante 1995-2006. El eje vertical derecho corresponde a la zona 3.

Tabla 2. Clasificación de los picudos capturados de manera incidental por la flota venezolana en el Océano Pacífico Oriental.

| Familia        | Género              | Especie con autoridad  | Nombre vulgar       |
|----------------|---------------------|--|---------------------|
| Isthiophoridae | <i>Isthiophirus</i> | <i>I. platypterus</i> (Shaw, 1792)                               | Pez vela            |
|                | <i>Makaira</i>      | <i>M. nigricans</i> Lacepède, 1802                               | Marlín aguja azul   |
|                |                     | <i>M. ssp</i>  | Marlines            |
|                | <i>Istiompax</i>    | <i>Istiompax indica</i> Cuvier, 1832 (antes <i>M. Indica</i> )   | Marlín aguja negra  |
|                | <i>Tetrapturus</i>  | <i>T. angustirostris</i> (Tanaka, 1915)                          | Marlín trompa corta |
|                | <i>Kajikia</i>      | <i>K. audax</i> Philippi, 1887 (antes <i>Tetrapturus audax</i> ) | Marlín rayado       |
| Xiphiidae      | <i>Xiphias</i>      | <i>X. gladius</i> (Linnaeus, 1758)                               | Pez espada          |

Tabla 3. Total de captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) por especie o grupo no identificado en relación con el tipo de lance efectuado por la flota atunera cerquera venezolana en el OPO durante el período 1995-2006.

| Especie                | Lance sobre brisas | Lance sobre mamíferos marinos | Lances sobre objetos flotantes | Total |
|------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------|
| Picudo no identificado | 34                 | 23                            | 8                              | 65    |
| Marlín aguja azul      | 51                 | 198                           | 238                            | 487   |
| Marlín aguja negra     | 220                | 449                           | 389                            | 1058  |
| Marlín no identificado | 46                 | 164                           | 95                             | 305   |
| Marlín rayado          | 91                 | 283                           | 318                            | 692   |
| Marlín trompa corta    | 5                  | 27                            | 4                              | 36    |
| Pez espada             | 22                 | 56                            | 25                             | 103   |
| Pez vela               | 2220               | 3796                          | 364                            | 6380  |
| Total                  | 2689               | 4996                          | 1441                           | 9126  |

## RESULTADOS

Los picudos capturados de manera incidental por la flota venezolana estuvieron agrupados en dos familias (Tabla 2), con un registro de un total de 9126 picudos (Tabla 3), de los cuales el pez vela fue el más representativo (69.91%).

Al separar por especies la cantidad de picudos capturados de manera incidental, por indicador de pesca, por zona y por año, se obtuvo una cantidad poco representativa en cada grupo, por

lo que se decidió considerar para el análisis a todos los picudos de manera conjunta.

En el análisis espacio temporal de las capturas se observó que los picudos fueron capturados en todos los años y en todas las zonas de estudio, a excepción de la Zona 4, en donde no fueron capturados. La zona 3 presentó el mayor volumen de capturas, en todos los años, excepto en 2006, cuando en la zona 2 se capturó el mayor número de individuos (Fig. 2).

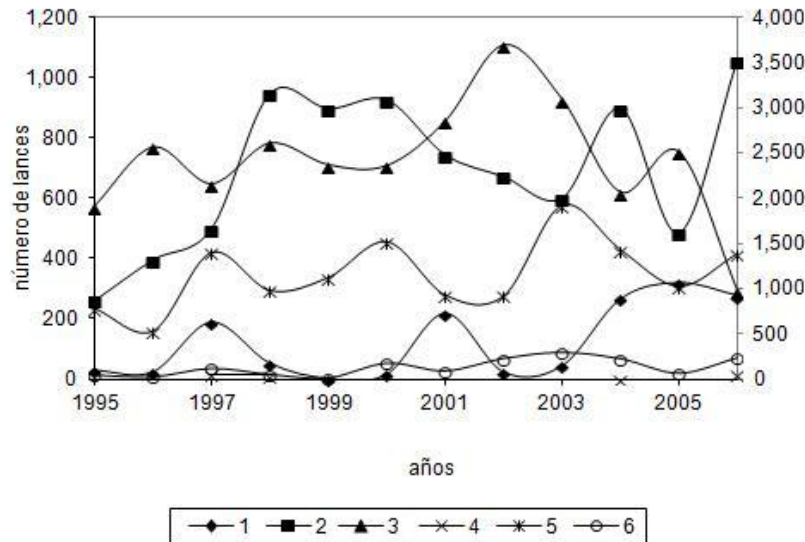


Figura 3. Evolución anual del esfuerzo de pesca (Núm. de lances) en las diferentes zonas de pesca de OPO (1, 2, 3, 4, 5 y 6) realizado por la flota atunera cerquera venezolana de 1995 a 2006. El eje vertical derecho corresponde a la zona 3.

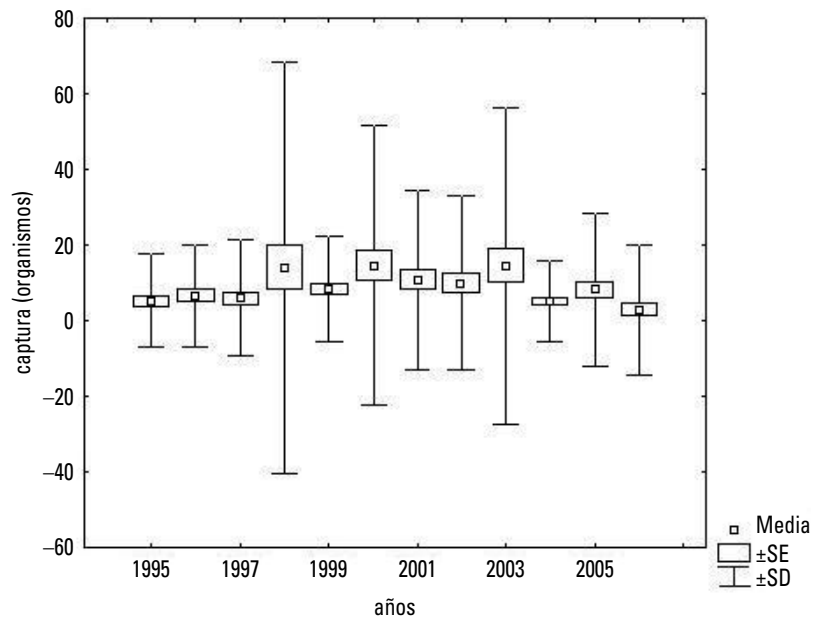


Figura 4. Variación de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) en el periodo de 1995 a 2006 por la flota atunera cerquera venezolana en el OPO.

La captura de picudos tendió a aumentar anualmente, desde 1995 hasta 2003, a excepción de 1999, 2001 y 2002, cuando disminuyó, al igual que en los años 2004 y 2006. Las capturas de los años 1998, 2000 y 2003 representaron los valores más altos de toda la temporada. El aporte anual de las otras zonas de pesca fue bajo, con capturas relativamente altas en la Zona 2 en los años de 1999 y 2006 (Fig. 2). En la figura 3 se puede observar que el esfuerzo anual realizado por la flota venezolana por zona, no presentó un modelo claro de variación; sin embargo cabe destacar que el mayor esfuerzo se desplegó en la zona 3. La evolución anual de la captura y el esfuerzo aplicado, la mayor de las veces no tuvieron relación.

La captura anual mostró diferencias estadísticas significativas, siendo los años 1998 y 2004 los que presentaron las capturas con mayor y menor variabilidad, respectivamente ( $H_{(11,1047)} = 47.75 p < 0.05$ ) (Fig. 4).

Se comprobó que existen diferencias significativas de la captura promedio de picudos entre las distintas zonas ( $H_{(5,1047)} = 281.47 p < 0.05$ ). Las capturas mostraron la mayor variación en la Zona 3, y la menor en la Zona 6 (Fig. 5).

El mayor porcentaje de captura incidental de picudos provino de los lances realizados sobre mamíferos marinos, seguida de aquellos sobre brisas y, finalmente, sobre objetos flotantes (Fig. 6). Se comprobó que existe diferencia significativa de la captura entre los indicadores de pesca ( $H_{(2,1047)} = 13.79 p < 0.05$ ); donde las capturas asociadas a brisas presentaron la mayor variación, y la menor sobre objetos flotantes (Fig. 7).

Las capturas mensuales de los picudos durante el período evaluado variaron ampliamente a través del tiempo, obteniendo-

se una curva bimodal, con modas en los meses de abril y septiembre. En ambos casos, la captura más alta, con valores muy semejantes, correspondieron a los meses de abril, mayo y septiembre. El mínimo valor mensual se detectó en diciembre (Fig. 8). Estas diferencias entre meses fueron corroboradas por el análisis de Kruskal-Wallis ( $H_{(11,1047)} = 28.26 p < 0.05$ ). Además se evidenció que los meses más y menos variables fueron septiembre y diciembre, respectivamente (Fig. 9).

Por otra parte, en cuanto a la relación entre la captura incidental y la temperatura superficial del mar, los picudos fueron capturados de forma incidental por la flota atunera cerquera venezolana en el OPO, desde los 19.5 °C hasta los 32.5 °C de TSM, y con capturas nulas en los 18.5 °C y 33.5 °C. La captura más alta se registró a los 28.5 °C, y la más baja a los 19.5 °C (Fig. 10).

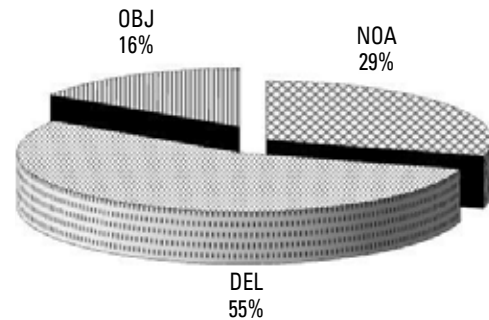


Figura 6. Frecuencia relativa de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) en el OPO durante 1995 a 2006 por indicador de pesca por la flota atunera cerquera venezolana (NOA: sobre brisas; DEL: sobre mamíferos y OBJ: sobre objetos flotantes).

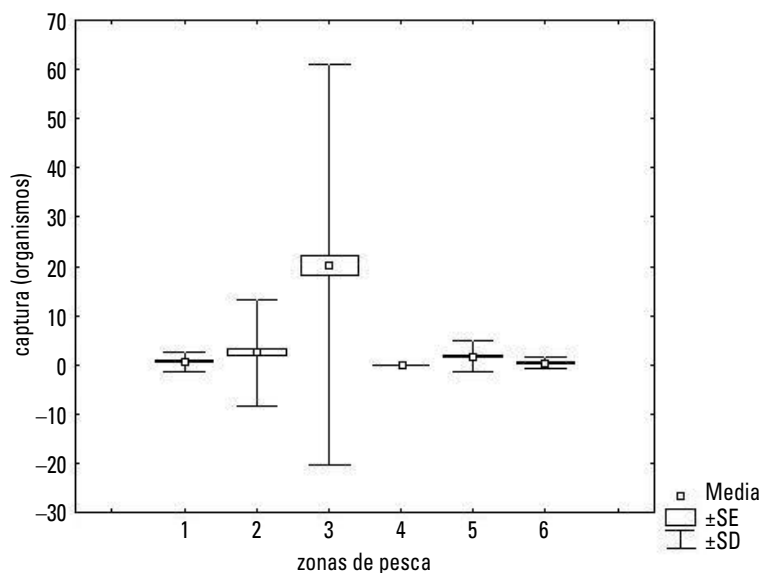


Figura 5. Variación de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) por zona de pesca del OPO durante 1995-2006 por la flota cerquera venezolana.

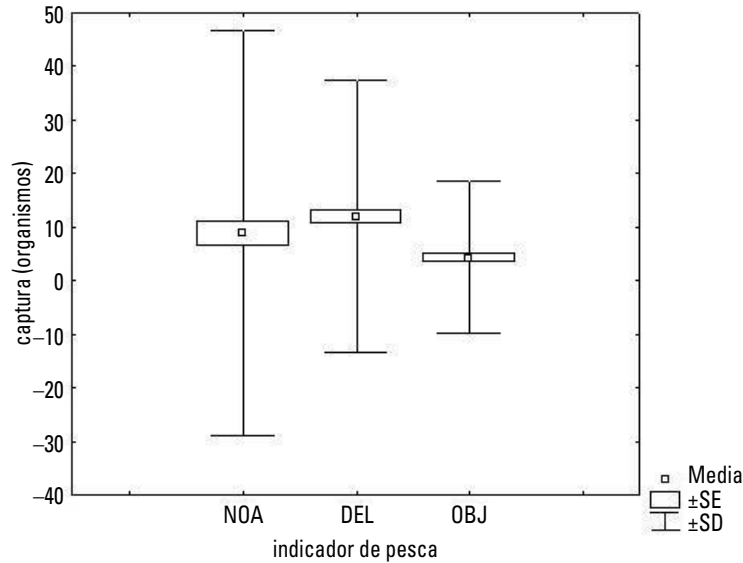


Figura 7. Variación de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos en el OPO durante 1995-2006 (Isthiophoridae y Xiphidae) por indicador de pesca por la flota atunera cerquera venezolana (NOA: sobre brisas, DEL: sobre mamíferos y OBJ: sobre objetos flotantes).

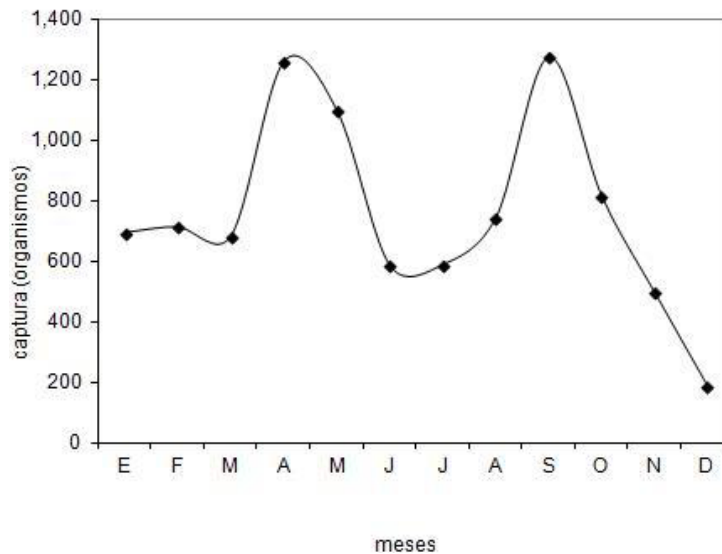


Figura 8. Evolución mensual de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) en el OPO durante 1995-2006 por la flota atunera cerquera venezolana.

La composición de la captura de picudos por talla permitió establecer que 88% tuvieron tallas grandes (>150 cm), 11% talla mediana (90-150 cm) y 1% talla pequeña (<90 cm).

El patrón de variación anual fue distinto para cada talla. Los de mayores dimensiones prevalecieron sobre los medianos y los pequeños, con variaciones a través de los diferentes años. Los pequeños fueron capturados en cantidades muy bajas (8 organismos promedio por año). Las máximas cantidades de picudos grandes se obtuvieron de 1998 a 2003, y la captura mínima ob-

tenida en 1995, fue similar a la de 2006. Los picudos medianos lograron capturas superiores desde el 2000 hasta el 2003 y la menor captura se registró en el 2006. En la mayoría de los años, los picudos pequeños fueron poco capturados a excepción de 1997 y 2001, años en que los que se reportaron las mayores capturas (Fig. 11).

Se determinó que en el período 1995-2006, las tres tallas de picudos se encontraron en los tres tipos de lance. Sin embargo, los organismos grandes y medianos (estos últimos en menor can-

tividad que los primeros) fueron más capturados cuando se pescaron sobre delfines. Los organismos pequeños se presentaron con un leve predominio de las capturas sobre brisas (Fig. 12).

La observación de la captura incidental de picudos por talla según zona de pesca, mostró que los valores más altos de organismos de los tres grupos de talla se registraron en la Zona 3. Excluyendo los valores nulos, las capturas más bajas de los

organismos pequeños se confinaron a la zona 2, mientras que de los picudos medianos y grandes a la Zona 6. En la Zona 4 no se reportaron capturas (Tabla 4).

### DISCUSIÓN

Las mayores capturas de picudos registradas en la Zona 3 estuvieron asociadas al alto esfuerzo desarrollado por la flota en

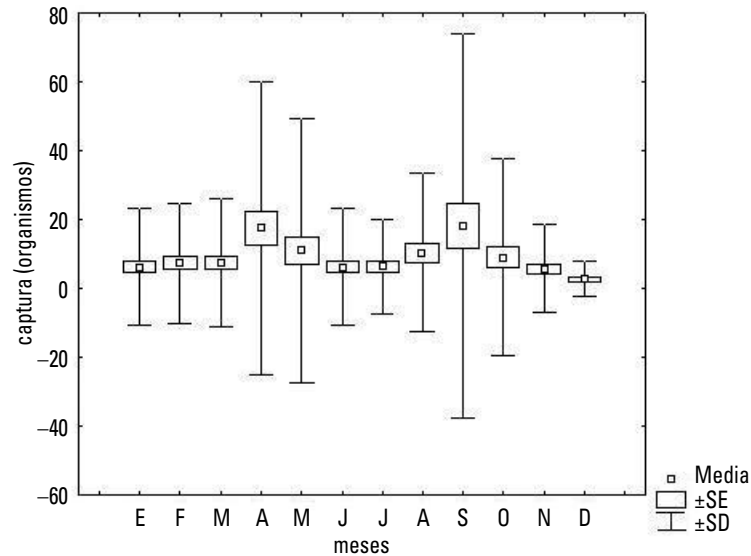


Figura 9. Variación de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) por mes en el OPO durante 1995 a 2006 por la flota atunera cerquera venezolana en el océano Pacífico oriental, de 1995 a 2006.

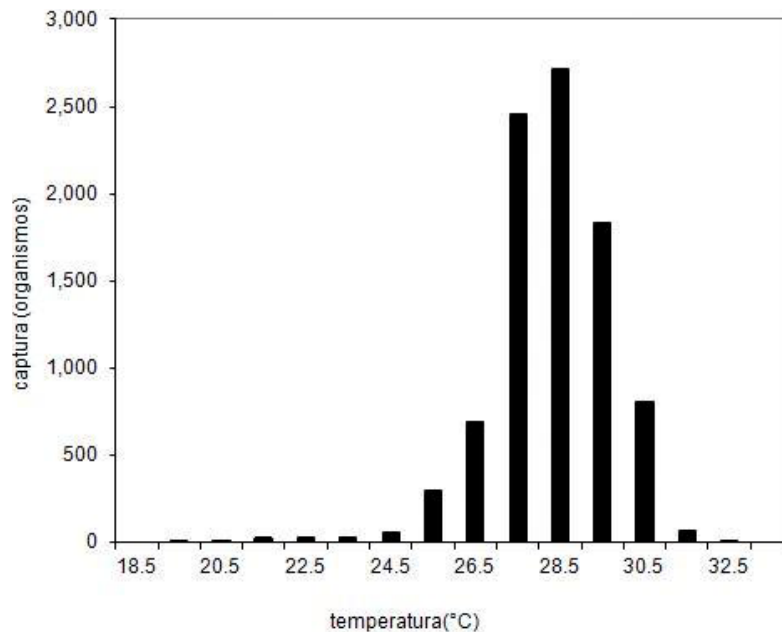


Figura 10. Captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) en el OPO durante 1995-2006 por la flota atunera cerquera venezolana con respecto a la temperatura superficial del mar (°C).



esta área (29,150 lances), en los cuales predominó el número de lances asociados a delfines (25,710); así como también fue en esta zona donde se obtuvo la mayor captura de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* Bonnaterre, 1788, especie objetivo de la flota. Es importante señalar que para todo el período considerado la flota venezolana realizó en el OPO 43,668 lances. Estos resultados son similares a los encontrados por Martínez-Rincón *et al.* (2009), quienes señalaron que la flota mexicana atunera cerquera que opera en el OPO, también realizó el mayor número de lances a lo largo de los 10° N, entre los 115° O y los 130° O, aproximadamente, al igual que la flota cerquera mundial (Hall *et al.*, 1999). Santana-Hernández *et al.* (2009) señalan que esta área del Pacífico centro oriental se caracteriza por la estacionalidad de la presencia de aguas templadas o cálidas que se forman por la Corriente de California, la Corriente Costera de Costa Rica, la Corriente Norecuatorial y la Contra Corriente Norecuatorial, las cuales generan una zona de alta productividad que favorece el desarrollo de las pesquerías.

Además de los efectos de las corrientes antes mencionadas, se combinan otros factores meteorológicos y oceanográficos locales o regionales que propician la formación de surgencias, convergencias o divergencias, que favorecen la riqueza y diversidad de especies en la respectiva zona de influencia (Mann & Lazier, 1996). La combinación de los factores mencionados, con sus cambios periódicos y estacionales, determinan la agrupación de especies que son afines a ella. Fiedler (1992) y Fiedler *et al.* (1992) anotaron que esta área se caracteriza por estar influenciada por la masa de agua tropical y por presentar termoclinas someras, entre

50 m y 150 m, así como poca variabilidad estacional en cuanto a la TSM, lo que favorece la agregación tanto de mamíferos marinos como de peces. Asimismo, Bocanegra-Castillo (2007), señala que el área comprendida entre 0° y 10° N se caracteriza por presentar una alta diversidad de presas para depredadores topes tales como tiburones, atunes, dorados y picudos, los cuales depredan principalmente sobre peces pequeños, crustáceos y calamares. Hanamoto (1974) menciona que los picudos tienden a agregarse en áreas donde el alimento es abundante, generalmente a lo largo de las zonas de frentes oceánicos, donde las corrientes oceánicas o masas de agua confluyen para formar turbulencias y gradientes marcados de salinidad y temperatura.

Las fluctuaciones anuales de la captura de picudos observadas en este estudio, pueden atribuirse a la dinámica migratoria o de agregación con los cardúmenes de atún, tal como lo sugieren Fréon y Misund (1999), quienes indican que el ciclo de vida de muchas especies, en particular las que son altamente migratorias, está estrechamente relacionado con las condiciones ambientales que afectan su disponibilidad y vulnerabilidad. El comportamiento anual de la captura de picudos puede estar parcialmente determinada por la disponibilidad de alimento, el que a su vez puede obedecer los eventos de El Niño (Solano-Sare *et al.*, 2008).

El patrón de variación mensual de la captura de picudos encontrada en el presente estudio, con valores máximos en abril, mayo y septiembre fue semejante a la del pez espada adulto en el océano Atlántico (Mourato *et al.*, 2010), pero en este caso el primer valor se ubicó en marzo. Hall *et al.* (1999), señalan que la zona ecuatorial (0° a 10°) es muy productiva como consecuencias de

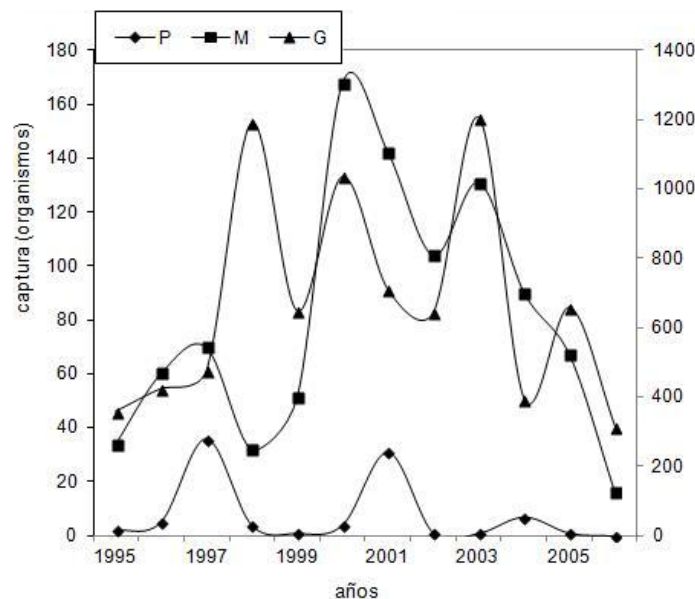


Figura 11. Evolución anual de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Istiophoridae y Xiphidae) por talla (P: Pequeña < 90 cm; M: Mediana 90-150 cm y G: Grande > 150 cm) realizada por la flota atunera cerquera venezolana en el OPO de 1995 a 2006. El eje vertical derecho corresponde a la talla grande.

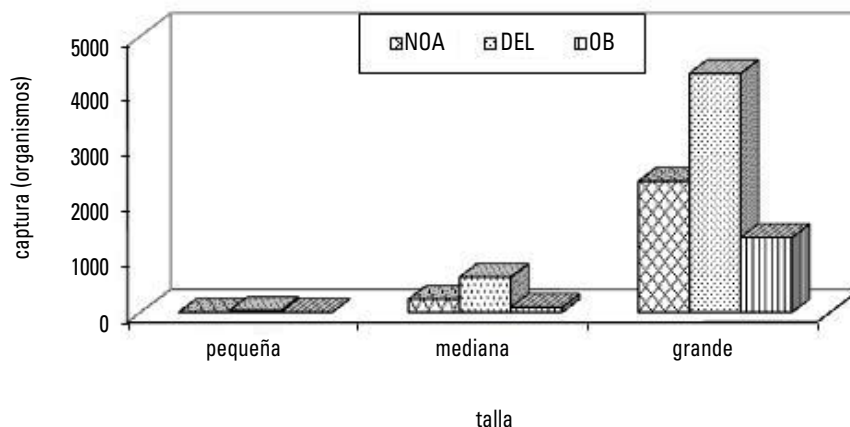


Figura 12. Frecuencia de la captura incidental (Núm. organismos) de picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) por talla (P: Pequeña < 90 cm; M: Mediana 90-150 cm y G: Grande >150 cm), en relación a distintos indicadores de pesca por la flota atunera cerquera venezolana en el OPO durante 1995-2006 (NOA: sobre brisas; DEL: sobre mamíferos y OBJ: sobre objetos flotantes).

Tabla 4. Total de captura incidental (Núm. organismos) del picudos (Isthiophoridae y Xiphidae) por talla según zona de pesca de la flota atunera cerquera venezolana en el OPO durante el período 1995-2006 (Pequeños: < 90 cm; Medianos: 90-150 cm y Grandes: >150 cm).

| Talla   | Zona del OPO |     |      |   |     |    |
|---------|--------------|-----|------|---|-----|----|
|         | 1            | 2   | 3    | 4 | 5   | 6  |
| Pequeña | 0            | 1   | 86   | 0 | 6   | 0  |
| Mediana | 8            | 41  | 880  | 0 | 37  | 1  |
| Grande  | 46           | 796 | 6955 | 0 | 234 | 27 |

la surgencia generada por los vientos alisios; la máxima producción de fitoplancton ocurre en marzo y abril, sugiriendo que en esta zona altamente productiva encuentran abundante alimento los peces que migran a través de ella. Las capturas mensuales más altas de picudos registradas pudieran ser una consecuencia de la alta productividad al final del primer trimestre y comienzos del segundo, si se considera el tiempo desfasado de las cadenas tróficas. Según Mourato *et al.* (2010), la profundidad de la capa de mezcla, que indica la parte superior de la termoclina, es una característica importante que puede afectar directamente la vulnerabilidad, capturabilidad y abundancia local del pez vela y otros istiofóridos; ya que Mourato *et al.* (2010) determinaron que en el Atlántico oriental tropical, la abundancia del pez vela varía temporalmente en relación con el enfriamiento del agua superficial por la intensificación estacional del proceso de surgencia. Ueyanagi *et al.* (1970), mencionan que la temperatura superficial del mar, la profundidad de la capa de mezcla, la concentración de clorofila y la batimetría, están asociadas con la abundancia de peces de picos.

Los bajos valores de picudos capturados con lances efectuados sobre objetos flotantes hacen suponer que son especies raras, tal como lo señala Solana-Sansores (2001a). Por estar presentes en 10% de los lances sobre objetos realizados por la flota atunera cerquera mexicana, son clasificados como especies solitarias o que forman grupos pequeños.

Igualmente se encontraron tendencias similares, por indicador de pesca en la captura incidental de picudos en el OPO con la pesquería cerquera mundial en el período 1993-2004 (CIAT, 2005) y en los años de 2005 y 2007 (CIAT, 2006; CIAT, 2008); así como en la flota atunera cerquera mexicana (Vaca-Rodríguez & Dreyfus-León, 2002).

Gómez-Muñoz *et al.* (1992) refieren que existe una relación TSM y la frecuencia de lances realizados sobre atún asociado a delfines, siendo éstos más frecuentes a TSM de 28 °C, en tanto que los lances sin delfín (brisas y objetos flotantes) se realizan en su mayoría a 23 °C. Los autores sugieren que tal asociación parece depender del gradiente y profundidad de la termoclina, siendo la TSM un buen indicador de estas dos variables.

Es importante recordar que la mayor captura de picudos estuvo representada por el pez espada, especie que, junto con el atún, está en el grupo de peces que prefieren aguas cálidas, donde la temperatura supera los 15 °C (González-Mandujano, 1989). Según Kerstetter *et al.* (2003), el pez vela pasa la mayor parte del tiempo en la capa de mezcla y prefiere aguas con temperaturas entre 25 °C y 30 °C, tal como se ha comprobado en otros estudios basados en etiquetas móviles de satélite (PSAT) y telemetría ultrasónica. Asimismo, Nakamura (1985) menciona que en varias partes del mundo el patrón migratorio del pez vela se confina a la isoterma superficial de 28 °C. Se sugiere que otros istiofóridos,

tales como el marlin blanco, *Kajikia albida*, Poel, 1860 (Horodysky *et al.* 2007), y el marlin azul, *Makaira nigricans* (Goodyear *et al.* 2008), tienen preferencia por aguas más templadas y superficiales del océano Atlántico. Por consiguiente, la profundidad de la capa de mezcla, que marca la parte superior de la termoclina, es una característica importante que puede afectar directamente la vulnerabilidad, capturabilidad y abundancia local del pez vela y otros istiofóridos, tal como lo señalan Mourato *et al.* (2010), que se asocian con los cardúmenes de atún en tales circunstancias.

Al analizar la composición de la captura incidental de picudos, según la talla, se encontró que hubo un mayor porcentaje de organismos grandes, un porcentaje inferior de medianos y un mínimo porcentaje de pequeños. Los picudos medianos y grandes procedieron, principalmente, de los cardúmenes de atún asociados a delfines; mientras que los pequeños estuvieron más representados en las capturas sobre cardúmenes libres o no asociados (brisas); las tres tallas fueron abundantes en la Zona 3. En todos los años, tanto en los valores totales, como por tipo de indicador de pesca, prevalecieron los picudos de talla grande, resultado que coincidió con lo establecido por Kume y Joseph (1969) y Prince y Goodyear (2006) para el pez espada en el Pacífico, quienes mencionan que los organismos de tallas grandes se encuentran en el lado oriental de dicho océano y también con lo encontrado por Mourato *et al.* (2010) en el Atlántico Sur. Lo anterior hace suponer que se capturaron organismos adultos sexualmente maduros.

Mourato *et al.* (2010) sugieren que la diferencia en la distribución de tallas del pez vela en ambos lados del Atlántico Sur, podría estar relacionado con su ciclo de vida y movimientos migratorios, los cuales, a su vez, posiblemente se asocian con las diversas condiciones oceanográficas que afectan las preferencias de hábitat de organismos jóvenes y adultos de forma diferente. Sin embargo, Prince y Goodyear (2006) creen que el mayor tamaño de los peces vela del Atlántico oriental y del Pacífico oriental, es una posible consecuencia de la reducción de hábitat por hipoxia, lo cual incrementa las oportunidades de captura de los individuos que se encuentran concentrados en un nivel superficial somero, junto con sus presas.

La predominancia de la talla grande de los picudos asociados con delfines, hace suponer que se asocian con atunes y delfines de tallas similares para protegerse de depredadores como tiburones y orcas (González-Mandujano, 1989). Solana-Sansores (2001b) menciona que la captura de los picudos por la flota atunera cerquera en el OPO sobre objetos flotantes, estuvo constituida por organismos adultos. La predominancia de picudos grandes en la captura incidental de la flota atunera cerquera venezolana en el OPO, induce a pensar que se están capturando mayormente organismos adultos, por lo que al parecer no hay riesgo de la sustentabilidad de dicho recurso pesquero, esto de acuerdo a lo reportado por Froese y Pauly (1998), quienes señalan que las tallas encontradas corresponden a individuos adultos.

Según CIAT (2008) las condiciones medioambientales afectan los ecosistemas marinos, así como la dinámica y captura de atunes y picudos, y por ende la actividad de los pescadores. Los picudos son organismos pelágicos durante todos los estadios de su vida, y los factores físicos que afectan las porciones del océano Pacífico tropical y subtropical, pueden tener efectos importantes en su distribución y abundancia. Se cree que las condiciones ambientales causan variaciones considerables en el reclutamiento de los atunes y picudos. Las TSM cálidas o frías causan que estos peces se desplacen a un hábitat más favorable.

Finalmente, para poder realizar un análisis considerando las especies particulares, se recomienda que en un futuro el análisis se pueda realizar con la información de toda la flota internacional, que cuenta con mayor número de registros y detalle de la captura incidental, y no solamente con la información de la flota venezolana.

## AGRADECIMIENTOS

A Carlos Giménez de la Fundación para la pesca sostenida y responsable de túnidos (FUNDATUN) y a Manuel Correa y Alvin Delgado, del Programa Nacional de Observadores de Venezuela (PNOV), por facilitar los datos de la flota atunera cerquera venezolana. A Nancy Tablante, Juan Pablo Gassman, David López y Xiomara Gutiérrez del Instituto Socialista de Pesca y Acuicultura (INSOPECA), por la información facilitada. Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta (UDONE), por el cofinanciamiento de la presente investigación. A la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Ensenada, México por hacer posible la estancia en dicha institución.

## REFERENCIAS

- BOCANEGRA-CASTILLO, N. 2007. Relaciones tróficas de los peces pelágicos asociados a la pesquería del atún en el océano pacífico oriental. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN, México. 178 p.
- CIAT (COMISIÓN INTER-AMERICANA DEL ATÚN TROPICAL). 2002. *Informe Anual de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (datos de 2001)*. La Jolla, California, EUA. 148 p.
- CIAT (COMISIÓN INTER-AMERICANA DEL ATÚN TROPICAL). 2005. *Informe de la Situación de la Pesquería. N° 3. Los atunes y peces picudos en el Océano Pacífico Oriental en 2004*. La Jolla, California, EUA. 119 p.
- CIAT (COMISIÓN INTER-AMERICANA DEL ATÚN TROPICAL). 2006. Inter-American Tropical Tuna Commission. *Grupo de Trabajo para revisar evaluaciones de stocks, 7ma reunión, en La Jolla, California (EUA), del 15 al 19 de Mayo de 2006* Documento SAR-7-13. 23 p.
- CIAT (COMISIÓN INTER-AMERICANA DEL ATÚN TROPICAL). 2007. *Mapa OPO*. Disponible en línea: <http://www.iattc.org/EPOmapSPN.htm> (consulta del 28 de enero de 2008).

- CIAT (COMISIÓN INTER-AMERICANA DEL ATÚN TROPICAL). 2008. *Informe de la Situación de la Pesquería. N° 6. Los atunes y peces de pico en el Océano Pacífico Oriental en 2005*. La Jolla, California, EUA. 140 p.
- FIEDLER, P. C. 1992. *Seasonal Climatology and Variability of Eastern Tropical Pacific Surface Waters*. NOAA Technical Report NMFS 109. US Department of Commerce. 65 p.
- FIEDLER, P. C., F. P. CHAVEZ, D. W. BEHRINGER & S. B. REILLY. 1992. Physical and biological effects of Los Niños in the eastern tropical Pacific, 1986- 1989. *Deep-sea Research* 39 (2): 199-219.
- FRÉON, P. & O. A. MISUND. 1999. *Dynamics of Pelagic Fish Distribution and Behaviour: Effects on Fisheries and Stock Assessment*. 1st ed. Blackwell Science, Oxford. 348 p.
- FROESE, R. & D. PAULY. 1998. *Fishbase 98: Concepts, Design and Data Sources*. ICLARM, Philippines, 293 p.
- GÓMEZ-MUÑOZ, V. M., S. ORTEGA-GARCÍA & A. GÓMEZ-GALLARDO. 1992. Relationship between sea surface temperatures and dolphin associated fishing activities by Mexican tuna fleet. *NAGA-ICLARM* 15 (1): 24-25.
- GONZÁLEZ-MANDUJANO, J. A. 1989. Programas de investigación sobre atún-delfín en el Océano Pacífico Oriental. Tesis de Licenciatura. UNAM, México. 299 p.
- GOODYEAR, C. P., J. LUO, E. D. PRINCE, J. P. HOOLIHAN, D. SNODGRASS, E. S. ORBESEN & J. E. SERAFY. 2008. Vertical habitat use of Atlantic blue marlin *Makaira nigricans*: Interaction with pelagic longline gear. *Marine Ecology Program Series* 365: 233-245.
- HALL, M. A., C. LENNERT-CODY, M. GARCÍA & P. ARENAS. 1999. *Characteristics of floating objects and their attractiveness for tunas*. In: Scott, M. D., W. Bayliff, C. E. Lennert-Cody & K. M. Shaefer (Eds.). *Proceedings International Workshop on the Ecology and Fisheries for Tunas Associated with Floating Objects*, pp. 396-446.
- HANAMOTO, E. 1974. *Fishery-oceanographic studies of striped marlin, *Tetrapturus audax*, in the waters off Baja California. I. Fishing conditions in relation to the termocline*. Revised Contribution Papers, Proceedings International Billfish Symposium., U. S. Dep. Commer., NOAA Technical Report NMFS SSRF-675. pp. 302-308
- HORODYSKY, A. Z., D. W. KERSTETTER, R. J. LATOUR, & J. E. GRAVES. 2007. 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 archival satellite tags. *Fisheries Oceanography* 16: 240-256.
- KERSTETTER, D. W., B. E. LUCKHURST, E. D. PRINCE & J. E. GRAVES. 2003. Use of pop-up satellite archival tags to demonstrate survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) released from pelagic longline gear. *Fisheries Bulletin* 101: 939-948.
- KUME, S. & J. JOSEPH. 1969. Size composition and sexual maturity of billfish caught by the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the Pacific ocean east of 130 °W. *Bulletin Far Seas Fisheries Research Laboratories* 2: 115-162.
- MANN, K. H. & J. R. N. LAZIER. 1996. *Dynamics of marine ecosystems. Biological-Physical interactions in the oceans*. 2<sup>da</sup> Ed. Blackwell Science, Inc. 394 p.
- MARTÍNEZ-RINCÓN, R. O., S. ORTEGA-GARCÍA & J. G. VACA-RODRÍGUEZ. 2009. Incidental catch dolphinfish (*Coryphaena* spp.) reported by the Mexican tuna purse seiners in the Eastern Pacific Ocean. *Fisheries Research* 96: 296-302.
- MYERS, R. A. & B. WORM. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423: 280-283.
- MOURATO, B. L., H. G. HAZIN, C. WOR, P. TRAVASSOS, C. A. ARFELLI, A. F. AMORIM & F. H. V. HAZIN. 2010. Efectos ambientales y espaciales en la distribución de tallas del pez vela en el Océano Atlántico. *Ciencias Marinas* 36 (3): 225-236.
- NAKAMURA, I. 1985. *Billfishes of the World. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date*. FAO Species Catalogue. VOL. 5. FAO Fisheries Synopsis 5 (125). 65 p.
- PNOV (PROGRAMA NACIONAL DE OBSERVADORES DE VENEZUELA). 2006. *Manual de Campo*. Cumaná, Venezuela. 128 p.
- PRINCE, E. D. & C. P., GOODYEAR. 2006. Hypoxia-based habitat compression of tropical pelagic fish. *Fisheries Oceanography* 15: 451-464.
- SAKAGAWA, G. T. 1989. Trends in fisheries for swordfish in the Pacific Ocean. In: Stroud, R. H. (Ed.). *Proceedings Second International Billfish Symposium*, Kailua-Kona, Hawaii, 1-5 August 1988. Fisheries and Stocks Synopses, Data Need and Management, pp. 61-79.
- SANTANA-HERNÁNDEZ, H., J. J. VALDEZ-FLORES & I. M. GÓMEZ-HUMARÁN. 2009. Distribución espacial y temporal de las especies que conforman la captura objetivo e incidental, obtenida por barcos palangreros de altura en el Pacífico Mexicano: 1983-2002. *Ciencia Pesquera* 17 (2): 87-96.
- SOLANA-SANSORES, R. 2001a. Los objetos flotantes del Pacífico Oriental: formas, distribución espacial y cambios temporales. *Ciencias Marinas* 27 (3): 423-443.
- SOLANA-SANSORES, R. 2001b. Patrones espaciales de las especies epipelágicas capturadas incidentalmente en la pesca del atún sobre objetos flotantes en el Océano Pacífico Oriental. *Ciencias Marinas* 27 (3): 445-479.
- SOLANO-SARE, A., A. TRESIERRA-AGUILAR, V. GARCÍA-NOLASCO, T. DIOSES, C. SÁNCHEZ & C. WOSNITZA-MENDO. 2008. *Biología y pesquería del perico (*Coryphaena hippurus*)*. Instituto del Mar del Perú. 23 p.
- SOSA-NISHIZAKI, O. 1998. Revisión histórica del manejo de los picudos en el Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas* 24 (1): 95-111.
- SQUIRE, J. L. & D. W. K. AU. 1990. *Striped marlin in the North Pacific: A case of local depletion and core area management*. In: Stroud, R. H. (Ed.).

- Proceedings Second International Billfish Symposium*, Kailua-Kona, Hawaii, 1-5 August 1988. Part 2, Contribution Papers, pp. 199-214.
- TALBOT, G. B. & P. G. WARES. 1975. Fishery for Pacific billfish of the southern California and Mexico, 1903-1969. *Transactions American Fisheries Society* 104 (1):1-12.
- UICN (UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA). 2001. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 p.
- UEYANAGI, S., M. KIKAWA, M. UTO & Y. NISHIKAWA. 1970. Distribution, spawning and relative abundance of billfishes in the Atlantic Ocean. *Bulletin Far Seas Fisheries Research Laboratory* 3: 15-55.
- VACA-RODRÍGUEZ, J. G. & M. J. DREYFUS-LEÓN. 2002. A first approach to the management of the incidental catch of the eastern Pacific Mexican tuna fleet. *Hidrobiológica* 12 (1):47-60.

*Recibido:* 31 de agosto del 2012.

*Aceptado:* 2 de enero del 2013.