

BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y PESQUERÍA DE LA BARRACUDA *Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792) (Pisces: Perciformes: Sphyraenidae) EN LA ISLA DE SAN ANDRES Y LOS CAYOS BOLIVAR Y ALBUQUERQUE, CARIBE COLOMBIANO.

HEINS CLAYTON BENT HOOKER

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA  
SAN ANDRÉS ISLA, COLOMBIA

2006

BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y PESQUERÍA DE LA BARRACUDA *Sphyraena*  
*Barracuda* (Walbaum, 1792) (Pisces: Perciformes: Sphyraenidae) EN LA ISLA DE  
SAN ANDRES Y LOS CAYOS BOLÍVAR Y ALBUQUERQUE, CARIBE  
COLOMBIANO.

HEINS CLAYTON BENT HOOKER

Tesis de grado para optar al título de Biólogo Marino.

DIRECTOR

ERICK CASTRO GONZALEZ

Biólogo Marino. M.Sc. Biología Marina.

Universidad Nacional De Colombia.

Asesor

CLINTON POMARE JAMES

Biólogo Marino. Cand. M.Sc.

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA

SAN ANDRÉS ISLA, COLOMBIA

2006

Nota de aceptación.

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

\_\_\_\_\_

Firma del presidente del jurado

\_\_\_\_\_

Firma del jurado

\_\_\_\_\_

Firma del jurado

\_\_\_\_\_

A Dios Padre, creador de todos los recursos naturales existentes;

A mis Padres Dewey Bent y Brenda Hooker,  
Hermanos Randy y Edwin, Familiares y Amigos.

Bienaventurado el hombre que halla sabiduría,  
Y que obtiene inteligencia;  
Porque su ganancia es mejor que la ganancia de la plata,  
Y sus frutos más que el oro fino.

**Proverbios 3:13 y 14.**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios padre, por darme la vida y poder haber culminar este primer paso en tal maravillosa carrera. A mis padres, hermanos, familiares y amigos, por el apoyo prestado durante estos años de estudio.

A la Secretaría de Agricultura y Pesca de la Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, por haberme otorgado el apoyo financiero, técnico y logístico para realizar este trabajo de grado.

A la Universidad Jorge Tadeo Lozano, sus profesores y colaboradores por ayudar en mi formación profesional, por su valiosa colaboración en la primera fase de este estudio, en el préstamo de equipos, biblioteca y laboratorios.

A la sede San Andrés de la Universidad Nacional de Colombia, por el préstamo de equipos, biblioteca y laboratorios.

Al M.Sc en Biología Marina Erick Castro González, por la orientación, sugerencias y dirección del trabajo.

Al M.Sc en Biología Marina Clinton Pomare James, por la oportunidad de trabajo y asesoría en la tesis.

A la Bióloga Marina Marcela Grijalva Bendeck, por la orientación, colaboración, inducción, etc., durante la primera fase del trabajo (seminario de investigación).

**THANK YOU TEACHER.**

A la Doctora Adriana Santos Martínez y el M.Sc Jairo Medina de la Universidad Nacional sede San Andrés, por la colaboración prestada.

Al Doctor Carlos Barreto, por la orientación y asesoría en el análisis de datos en el capítulo de crecimiento.

A los empleados de la secretaría de Agricultura y pesca, por todo el apoyo prestado en los muestreos, recolección de muestras y ánimos en el largo proceso del trabajo de grado.

Al Secretario de Agricultura y Pesca Richard Francis Beltrán, por su colaboración y apoyo en la continuidad de este proyecto.

A los pescadores artesanales de la isla de San Andrés en la recolección de muestras; sin su ayuda este sueño no hubiera sido posible.

A Gianna Howard y Heilly Nelson por la colaboración en la recolección y almacenamiento de las muestras.

Por último y no menos importante a mis amigos Alfredo y Omar Abril, Carlos Ballesteros, Mayra Muñoz "Nataly", Juan Felipe Gonzalez "Felo", Julio Quintero "Julito", Maria Paula Sanabria, compañeros de estudio y demás amigos.

**TO ALL OF YOU A HEART FULL OF THANKS.**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	<u>12</u>
<u>2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO</u>	<u>15</u>
<u>2.1 GENERALIDADES</u>	<u>15</u>
<u>2.2 OCEANOGRAFÍA Y CLIMA</u>	<u>16</u>
<u>3. METODOLOGÍA</u>	<u>18</u>
<u>3.1 COMPONENTE BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO</u>	<u>18</u>
<u>3.1.1 Hábitos tróficos</u>	<u>18</u>
<u>3.1.2 El crecimiento.</u>	<u>20</u>
<u>3.2.3 Aspectos reproductivos</u>	<u>23</u>
<u>3.2 COMPONENTE PESQUERO</u>	<u>25</u>
<u>3.2.1 Descripción general de la pesquería.</u>	<u>25</u>
<u>3.2.2 Régimen de pesca de la Barracuda</u>	<u>26</u>
<u>3.2.3 Grado de explotación y condición de la pesquería de la</u> <u>Barracuda a partir del análisis de frecuencia de talla</u>	<u>26</u>
<u>4. RESULTADOS</u>	<u>28</u>
<u>4.1 COMPONENTE BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO</u>	<u>28</u>
<u>4.1.1 Hábitos tróficos</u>	<u>28</u>
<u>4.1.2 El crecimiento</u>	<u>33</u>
<u>4.1.3 Aspectos reproductivos</u>	<u>34</u>
<u>4.2 COMPONENTE PESQUERO</u>	<u>39</u>
<u>4.2.1 Descripción general de la pesquería</u>	<u>39</u>
<u>4.2.2 Régimen de pesca de la Barracuda</u>	<u>43</u>
<u>4.2.3 Grado de explotación y condición de la pesquería de la</u> <u>Barracuda a partir del análisis de frecuencia de talla</u>	<u>48</u>
<u>5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</u>	<u>51</u>
<u>5.1 COMPONENTE BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO</u>	<u>51</u>



<u>5.1.1 Hábitos tróficos</u>	<u>51</u>
<u>5.1.2 El crecimiento</u>	<u>52</u>
<u>5.1.3 Aspectos reproductivos</u>	<u>53</u>
<u>5.2 PESCA Y CONDICIÓN DE LA BARRACUDA</u>	<u>55</u>
<u>5.2.1 Régimen de pesca de la Barracuda</u>	<u>55</u>
<u>5.2.2 Condición de la Barracuda</u>	<u>57</u>
<u>6. CONCLUSIONES</u>	<u>60</u>
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	<u>61</u>
<u>8. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>63</u>
<u>ANEXOS</u>	

## LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de la dieta de la barracuda discriminada por área de pesca.	29
Tabla 2. Composición de la dieta (g) de la barracuda discriminada por área de pesca, para los ítems alimentarios correspondientes a peces.	30
Tabla 3. Índices de contribución a la dieta (%W, %F y %N) e importancia relativa (IIR) estimados para los diferentes ítems que componen la dieta de <i>Sphyraena barracuda</i> discriminada por áreas de pesca.	..... ...32
Tabla 4. Parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Berthalanffy estimados por el <i>software</i> FiSAT y la herramienta L – F disponible en la publicación FishBase.	33
Tabla 5. Distribución de embarcaciones artesanales por sectores de desembarque en la isla de San Andrés durante el año 2005.	39
Tabla 6. Composición de la captura artesanal obtenida por medio del arte de pesca “línea de mano” durante el 2005, discriminada por área de pesca.	40
Tabla 7. Producto capturado (kg) durante el 2005 por embarcaciones de pesca artesanal que emplean como técnica de pesca principal el buceo a pulmón libre en la isla de San Andrés.	41
Tabla 8. Composición de la captura artesanal obtenida por medio de la	

técnica de pesca “buceo libre” durante el 2005, discriminada por área de pesca.	42
Tabla 9. Captura de barracuda durante el 2005, discriminada por arte de pesca.	43
Tabla 10. Frecuencia de ocurrencia ( <b>FO</b> ) de la barracuda según la técnica de extracción empleada en la pesquería artesanal de la isla de San Andrés durante 2005 (n= 3921 faenas).	44
Tabla 11. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) total y para la barracuda durante el 2005, discriminada por técnica de pesca.	46
Tabla 12. Captura por unidad de esfuerzo (kg/pescador-día) de la barracuda en el 2005 discriminada por técnica de pesca.	47
Tabla 13. CPUE (kg/pescador-día) de barracuda a lo largo de 2005 discriminada por área y técnica de pesca.	47
Tabla 14. Estimativos de las variables que definen el estado de la pesquería de la Barracuda.	50
Tabla 15. Parámetros de crecimiento estimado para varias localidades reportados en la publicación electrónica Fish base.	53

## LISTADO DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Se indica en el recuadro rojo el área central de estudio. (Modificado de Blanco (2003).	15
Figura 2. Grado de repleción de los estómagos analizados de la ... barracuda.	28
Figura 3. Estado de digestión de los estómagos analizados de la .. barracuda.	28
Figura 4. Escalamiento multidimensional (MDS) de las variaciones del IIR . en los estómagos de la barracuda en las diferentes áreas de pesca.	31
Figura 5. Longitud total ( <b>Lt</b> ) y el peso eviscerado ( <b>W</b> ) en función de la edad de la barracuda, estimada mediante la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy.	34
Figura 6. Proporción de sexos de la Barracuda en función de la longitud total.	35
Figura 7. Fecundidad ( <b>F<sub>A</sub></b> ) de hembras de barracuda en función de la longitud total ( <b>Lt</b> ).	36
Figura 8. Forma y coloración de los ovocitos de hembras de barracuda en estados de maduración III, IV y V.	37

Figura 9. Cambios en los estados de madurez sexual de hembras de <i>Sphyraena barracuda</i> en San Andrés y los Cayos Bolívar y Albuquerque.	38
Figura 10. Cambios en los estados de madurez sexual de machos de <i>Sphyraena barracuda</i> en San Andrés y los Cayos Bolívar y Albuquerque	38
Figura 11. Contribución porcentual de la barracuda a las capturas totales realizadas en cada área de pesca durante el 2005.	43
Figura 12. Variación espacial y temporal de las capturas de barracuda durante el 2005.	44
Figura 13. Esfuerzo pesquero artesanal durante 2005 discriminado por técnicas de pesca que pueden de capturar barracuda.	45
Figura 14. Esfuerzo pesquero artesanal a lo largo de 2005, discriminado por técnicas de pesca que pueden de capturar barracuda.	46
Figura 15. Frecuencia de tallas de barracudas en la pesca artesanal con línea de mano durante el 2005, discriminada por área de pesca.	48
Figura 16. Frecuencias de tallas de barracudas capturadas por la pesquería artesanal con línea de mano durante el 2004 y 2005, expresadas en número de individuos y biomasa. Se indica la talla media de madurez sexual ( <b>Lm</b> ) y la óptima de explotación ( <b>Lopt</b> ).	49
Figura 17. Desembarques de barracuda (%) reportados en la pesquería artesanal de la isla de San Andrés discriminados por áreas de pesca.	57

## RESUMEN

Se realizaron muestreos durante mayo del 2004 hasta marzo del 2006 en la isla de San Andrés, cayos Bolívar y Albuquerque, utilizando un número de ejemplares de *Sphyraena barracuda* que varía según los análisis empleados.

El primero es el biológico, demostrando que es principalmente un predador facultativo que se alimenta de peces dependiendo del hábitat donde se encuentre. Presenta crecimiento Alométrico negativo, crecen muy rápido en su juventud, pero demoran muchos años en alcanzar la longitud asintótica. La talla media de madurez sexual está entre los 65.4 y 66.7 cm (sexos combinados y separados) en aproximadamente 4 años; no se presentan diferencias significativas en la proporción de sexos, su fecundidad está entre los 66 280 y 1 301 472 huevos con diámetros entre los 5 y 39 micras; se observó desove para hembras en agosto y en machos se puede dar durante todo el año.

El segundo análisis fue el pesquero, demostrando que la especie ocupa el cuarto lugar dentro del régimen de capturas en la isla durante el año 2005, donde cayo Bolívar es el área de mayor aporte y los meses de Diciembre y Enero los de mayor contribución; la línea de mano es el arte que más ejemplares se captura. El esfuerzo pesquero fue mayor en los bancos alrededor de la isla de San Andrés con la técnica de línea fusionada de trolling y media agua. La captura por unidad de esfuerzo estimada demuestra que hay diferencias significativas entre los artes de línea en cayos Bolívar y San Andrés; a escala temporal solo la técnica fusionada trolling y media agua presentó diferencias significativas, debido a las capturas altas en enero.

Como estrategia pesquera propuesta para la especie se pueden obtener mejores rendimientos de la captura del stock si se extraen peces con tallas cercanas al **Lopt**, para no capturar juveniles en orden de dejarlos realizar su crecimiento y potencial reproductivo, y adultos viejos para obtener beneficio de su alta fecundidad y buenos genes, pero con mesura, para no acabar con el recurso.

## INTRODUCCIÓN

Las 20 especies de la familia Sphyraenidae conocidas a nivel mundial se ubican en el género *Sphyraena*. En el Caribe colombiano se encuentran registradas tres de ellas: *S. barracuda*, *S. guachancho* y *S. picudilla* (Rey y Acero, 2002). La especie objeto de esta investigación fue la gran barracuda, *S. barracuda*, que se distribuye en todo el mundo en aguas someras tropicales y subtropicales (Cervigón, 1993), en diferentes hábitats tales como los ecosistemas de manglar, praderas de pastos marinos, lagunas arrecifales y mar abierto, donde es uno de los más grandes predadores debido a que se alimentan principalmente de peces, cefalópodos y algunos crustáceos (Nagelkerken *et al.*, 2002).

*S. barracuda* es la especie más estudiada dentro de la familia Sphyraenidae, debido probablemente a que es la de mayor explotación comercial. En el Gran Caribe varios autores han realizado investigaciones sobre la especie, destacándose la realizada por De Sylva (1963), quien hace un importante aporte sobre su biología y ecología. Otros investigadores han estudiado temas específicos, como los hábitos tróficos (Schmidt, 1989; Pattengill *et al.*, 1997), los parámetros de crecimiento (Schmidt, 1989) y los aspectos reproductivos (Paterson, 1998).

En el Caribe colombiano se cuenta con poca información sobre la biología y ecología de la especie, sólo Victoria (1987) estudia a fondo algunos aspectos biológicos de la barracuda en el área de Santa Marta, y Ochoa (2003) caracteriza los hábitos tróficos de algunos juveniles de barracudas asociados al ecosistema de manglar en la isla de San Andrés.

La barracuda es objeto de explotación pesquera en varias localidades del Caribe, y ha sido reportada como una especie importante en las pesquerías comerciales de la Florida y el Golfo de México (De Sylva, 1963; Raymond & Millar, 2001;

Nagelkerken *et al.* 2002; Potter & Motta, 2004), Puerto Rico, Bahamas y Bermuda (Weidner *et al.*, 2001), Quinatana Roo, México (Medina, 2002), Bahía Cochinos, Honduras (Guzmán y Jácome 1998), y en las pesquerías recreativas de Saint Croix y Saint Thomas (Mateo, 2002) y las Antillas Holandesas (Weidner *et al.*, 2001).

Para el Caribe colombiano la información estadística sobre la explotación de barracuda no es del todo fiable, y la que existe indica que la producción artesanal no es grande (más bien pobre) aumentando entre 1994 y 1997 de 2.8 a 22.5 ton, descendiendo luego en 1999 a tan sólo 5.7 (Barreto *et al.* 1995; Barreto y Turriago, 1995; Barreto y Mosquera, 1999). Las zonas de mayor producción son Santa Marta (Manjarres *et al.*, 1993), la Guajira (Alvarez-Leon, 2002) y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Pomare, 1999; Medina, 2004).

En el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina no se han realizado estudios focalizados a la pesquería de la especie, pero se cuenta con estadísticas recientes sobre su contribución a las capturas artesanales. En la isla de San Andrés, Grandas (2002) y Castro (2005) sostienen que las capturas artesanales están compuestas por más de 60 especies, donde la barracuda ocupa el quinto lugar en importancia con cerca del 10% de lo desembarcado, mientras que en Providencia aporta el 7%, y es el tercer pez más capturado (Medina, 2004); resultado que viene reflejado por el colapso en las grandes capturas de chernas y pargos durante los últimos años.

Teniendo en cuenta la importancia que actualmente tiene *S. barracuda* en la pesquería artesanal de la isla de San Andrés y la escasa información disponible sobre su biológica y ecología, la Secretaria de Agricultura y Pesca en el marco del proyecto “Conocimiento, evaluación y monitoreo de los recursos pesqueros en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina”, la priorizó como una



especie clave de estudio y brindó el soporte logístico y financiero para la realización de esta investigación.

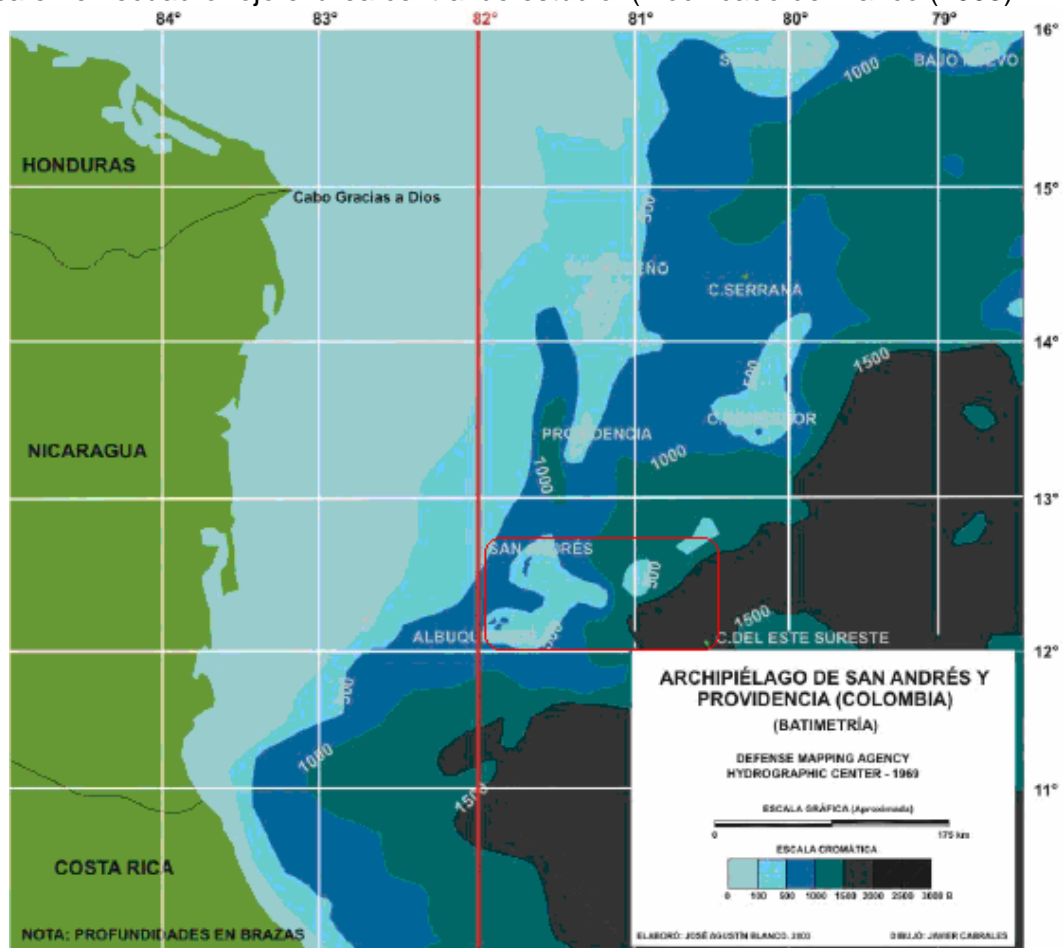
El estudio se hizo como requisito para optar al título de de Biólogo Marino en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, y tuvo como objetivo principal aportar información sobre la biología, ecología y pesquería de la especie, mediante el desarrollo de los siguientes objetivos específicos: 1) Caracterizar los hábitos tróficos; 2) Estimar los parámetros de crecimiento, 3) Evaluar aspectos reproductivos y 4) Describir el estado de la pesquería artesanal.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 GENERALIDADES

El área central de investigación corresponde a la isla de San Andrés y los Cayos Bolívar y Albuquerque (figura 1), que integran en conjunto un área marina protegida de uso múltiple denominada “*Southern MPA*”. La zona hace parte del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, de jurisdicción Colombiana, y que fue declarado en el 2001 por la UNESCO como Reserva de la Biosfera Seaflower.

Figura 1. Localización del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Se indica en el recuadro rojo el área central de estudio. (Modificado de Blanco (2003).



La isla de San Andrés es la de mayor extensión, localizada entre los 12° 28' - 12° 37' Latitud N y 81° 39' - 81° 45' Longitud O; presenta un contorno alargado en sentido NNE-SSE, con una longitud de 27 km<sup>2</sup> (Mow *et al.*, 2003). Soporta una población aproximada de 60 000 habitantes (DANE, 2001), y tiene como principales actividades económicas el turismo y el comercio, y en menor escala la ganadería de subsistencia, la agricultura y la pesca (Mow *et al.*, 2003).

Los cayos Bolívar, también conocidos como East South East Cays, se encuentran ubicados entre los 12° 22' - 12° 28' Latitud N y 81° 25' - 81° 31' Longitud O, distanciados 29 km. de San Andrés. Constituyen un bajo coralino y arenoso de 10 km de longitud, de forma alargada y ligeramente arqueada, con su concavidad hacia el este, donde emergen cuatro cayos que en conjunto ocupan una superficie de 0.18 km<sup>2</sup> (IGAC, 1986).

Los cayos Alburquerque, denominados South South West Cays, se encuentran localizados entre los 12° 08' - 12° 10' Latitud N y 81° 49' - 81° 54' Longitud O, situados a aproximadamente 40 km de San Andrés. Se presentan dentro de un conjunto coralino redondeado de 20 km de perímetro, su diámetro tiene algo más de 8 km y el arrecife periférico de barlovento se extiende por cerca de 6 km, hacia el norte, este y sur este. La porción terrestre de los cayos en su conjunto ocupa una superficie aproximada de 0.77 km<sup>2</sup> (IGAC, 1986).

## **2.2 OCEANOGRAFÍA Y CLIMA**

La plataforma submarina se destaca por tener un borde interior que comienza en la costa, y se prolonga hasta los arrecifes coralinos que lo bordean, conformando una barrera de protección contra el fuerte oleaje. En esta terraza submarina se depositan fragmentos de coral y otros animales que dan origen a las arenas calcáreas; algunos sectores dentro de ella están cubiertos de algas y praderas de fanerógamas.

El borde exterior de la terraza submarina se encuentra a unos 20 m de profundidad, y el talud submarino desciende a todos lados, con declive escarpado, hasta más de un kilómetro de profundidad (IGAC, 1986).

El patrón climático está distribuido en dos periodos marcados, una época seca que va desde febrero a abril, la cual coincide con los vientos de mayor intensidad que influyen en las corrientes marinas circundantes. La segunda época, la lluviosa, comprende los meses desde agosto a noviembre, las precipitaciones comienzan en mayo alcanzando sus máximos en octubre y noviembre (aproximadamente 80% de la lluvia anual), y se prolongan hasta diciembre. Entre estas dos épocas se presentan dos periodos de transición que va uno desde mediados de abril hasta finales de julio y el otro en enero (Díaz *et al.*, 1996).

### 3. METODOLOGÍA

El marco conceptual de la investigación contempló dos componentes: 1) El estudio de algunos aspectos biológicos y ecológicos de la especie y, 2) La evaluación de la pesquería a escala artesanal. En el primero se integran los análisis de los hábitos tróficos, el crecimiento y el estudio de algunos aspectos reproductivos de la especie, mientras que en el segundo se determina la importancia que tiene la barracuda en la pesquería artesanal desarrollada en la isla de San Andrés, incluyendo información relacionada con el régimen espacial y temporal de la captura, el esfuerzo de pesca y la captura por unidad de esfuerzo. Además se evalúa de manera general la condición de la pesquería y se proponen algunas estrategias de manejo.

#### 3.1 COMPONENTE BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO

**3.1.1 Hábitos tróficos.** El estudio se hizo a partir del análisis del contenido estomacal, técnica que permite conocer la dieta de la especie en términos de *ítems* alimentarios, sus variaciones espaciales, cuánto y qué come el organismo, y su velocidad de digestión en condiciones naturales. Cuando se analizan los contenidos estomacales es posible identificar la composición de la dieta dado que aparecen tanto alimento recién ingerido, como restos del mismo que posee partes no digeribles, como exosqueletos de crustáceos, escamas y estructuras óseas de peces (Tresierra y Culquichicón, 1995).

La muestra colectada fue de 118 estómagos de individuos adultos, definidos estos como aquellos con longitud total superior a 45 cm (De Sylva, 1963), capturados por pescadores artesanales entre junio de 2004 y diciembre de 2005. El muestreo fue de tipo estratificado, abarcando tres grandes áreas de pesca, la Isla de San Andrés, los Cayos Bolívar y los Cayos Alburquerque. Cabe precisar que no fue fácil coleccionar los estómagos a partir de los ejemplares capturados por los

pescadores, dado que las barracudas son evisceradas antes de su desembarque, hecho que limitó contar con un mayor número de muestras y una distribución uniforme de las mismas entre las áreas evaluadas.

Cada muestra fue tratada siguiendo las técnicas propuestas por Yañez-Arancibia (1976) y Yañez-Arancibia *et al.*, (1985). *In situ*, cada individuo capturado fue eviscerado para extraer su tracto digestivo, el cual se preservó con formol al 4% neutralizado con tetraborato de sodio (anexo B, fotos 1 - 3). En el laboratorio, cada estómago fue lavado con abundante agua, secado con papel secante y pesado en una balanza analítica (Sartorius BP- 210s).

Posteriormente, los estómagos fueron disectados, se les extrajo su contenido y el mismo se separó por *ítem* alimentario y se pesó (anexo B, foto 4); cada *ítem* fue identificado hasta donde fue posible con la ayuda de claves taxonómicas para peces, crustáceos y moluscos (Cervigón 1993, 1994, 1996; Carpenter 2002). Aquellos *ítems* que no fueron posibles de identificar por encontrarse en un avanzado estado de digestión, se agruparon en dos categorías; la primera denominada “restos de peces”, que hace referencia a escamas, espinas y estructuras óseas que con certeza eran de peces; y la segunda llamada “materia orgánica” correspondiente a alimento totalmente digerido que sólo se pudo pesar cuando se encontraba en estado sólido.

Integrando la información obtenida de todos los estómagos se caracterizó cualitativa y cuantitativamente la dieta de la especie. El análisis cualitativo, incluyó la descripción de la composición de la dieta por *ítem* alimentario (anexo C), el grado de repleción de cada estómago (vacío, casi vacío, casi lleno y lleno) y el estado de digestibilidad (digerido, medio digerido y fresco) (Ochoa, 2003). El análisis cuantitativo determinó los *ítems* alimentarios más importantes en la dieta, mediante la estimación del Índice de Importancia Relativa (IIR) desarrollado por

Pinkas *et al.*, (1971), que integra los índices de importancia numérica (%N), de importancia gravimétrica (%P) y la frecuencia de ocurrencia (%F).

$$\mathbf{IIR = (\%N + \%P) * \%F}$$

- ⇒ **%N**: Expresa la importancia numérica de cada *ítem* alimentario, mediante la ecuación  $\%N = (F_a/F) * 100$ , donde **F<sub>a</sub>** es el número de individuos de la presa **a** en todos los estómagos y **F** es el número de individuos de cualquier presa en todos los estómagos.
- ⇒ **%P**: Determina la biomasa relativa de cada presa en el contenido estomacal, según la ecuación  $\%P = (P_a/P) * 100$ , donde **P<sub>a</sub>** es el peso de todos individuos de la presa **a** en todos los estómagos y **P** es el peso de todos los individuos de cualquier presa en todos los estómagos.
- ⇒ **%F**: Indica la periodicidad de ocurrencia de cierto tipo de alimento en el contenido estomacal, aplicando la ecuación  $\%F = (n_1/n) * 100$ , donde **n<sub>1</sub>** es el número de estómagos donde se presenta la presa **1** y **n** es el número total de estómagos analizados con por lo menos una presa.

El valor obtenido de **IIR** se evalúa mediante una escala empírica, donde valores menores a 20 indican que la presa es accidental, entre 20- 200 que es secundaria, y de 200 - 20.000 corresponde a una presa principal.

Para determinar si se presentan o no diferencias y agrupaciones de *ítems* en la composición de la dieta entre las áreas, se utilizó una análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico MDS, disponible en el *software* Primer 5.

**3.1.2 El Crecimiento.** El análisis comprende la determinación del tipo de crecimiento y la estimación de los parámetros de crecimiento.

➤ **Tipo de crecimiento.** Se hizo en general para sexos combinados a partir de la relación entre la longitud total (**Lt**) y peso eviscerado (**W**) de la barracuda, ajustándola a un modelo de tipo potencial  $W = a \cdot Lt^b$ , donde **a** y **b** son las constantes resultantes de la regresión. Por tratarse de la relación de una variable lineal (**Lt**) con una volumétrica (**W**), el valor **b** tiende a ser igual a 3 cuando el crecimiento es de tipo isométrico, menor de 3 si es de tipo alométrico negativo y mayor cuando el crecimiento es alométrico positivo (Tresierra y Culquichicón, 1995).

Para verificar si **b** era estadísticamente diferente de 3, se empleó la ecuación desarrollada por Sparre y Venema (1997) con un intervalo de confianza del 95%:

$$Sb^2 = (1/n-2) \cdot ((sy/sx)^2 - b^2)$$

Donde:

n: número de individuos

sy: Desvest del peso

sx: Desvest de la talla

b: constante de la regresión talla y peso.

➤ **Parámetros de crecimiento.** Se seleccionó una muestra aleatoria de 1192 individuos capturados por pescadores artesanales de la Asociación mutual de pescadores de la isla de San Andrés (ASOMUTUAL) durante el 2004 y 2005. Cada ejemplar fue medido y pesado.

La estimación de los parámetros de crecimiento se hizo mediante la aplicación de métodos indirectos que permiten convertir las frecuencias de tallas o pesos en composición por edades, basados en la ecuación de crecimiento de Von Berthalanffy, así:



$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Donde:

**L<sub>t</sub>**: Longitud total.

**L<sub>∞</sub>**: Longitud asintótica.

**K**: Coeficiente de crecimiento.

**t<sub>0</sub>**: Parámetro de condición inicial.

**t**: Edad.

Para la estimación de los parámetros **L<sub>∞</sub>** y **K** se emplearon dos rutinas. La primera, disponible en el *software* *FAO ICLARM Stock assesment tool* (FISAT 1.2) en su versión de Windows (Gayanilo *et al.* 2002), permite estimar **L<sub>∞</sub>** aplicando el método gráfico de Powell-Wetherall, asumiendo una población en equilibrio, y calcular **K** utilizando el método no paramétrico de Shepherd.

La segunda rutina, disponible en la *web* como una herramienta de la publicación electrónica FishBase (Froese and Pauly, 2006), posibilita calcular **L<sub>∞</sub>** y **K** con la ayuda de la herramienta “*Length – Frequency analysis wizard Sphyræna barracuda* (L-F)” desarrollada por Froese (2004). El valor de **L<sub>∞</sub>** se estima a partir de la longitud máxima (**L<sub>max</sub>**) conocida para la especie en un área determinada, mediante la ecuación empírica **Log L<sub>∞</sub> = 0.044 + 0.9841 \* log (L<sub>max</sub>)** diseñada por Froese and Binohlan (2000). Por su parte, **K** es estimado por medio de la ecuación **K = -Ln (1 - L<sub>m</sub> / L<sub>∞</sub>) / (t<sub>m</sub>-t<sub>0</sub>)**, donde **L<sub>m</sub>** y **t<sub>m</sub>** corresponden a la talla y edad de primera madurez sexual de la barracuda respectivamente.

Por su parte, el parámetro **t<sub>0</sub>** se calculó mediante la ecuación **Log (-t<sub>0</sub>) = -0.3922-0.2752\*Log L<sub>∞</sub>-1.038\*Log K** propuesta por Pauly (1979).

Para efectos de expresar la edad (**t**) en función de la talla (**L**) se empleó la ecuación de inversa de Von Berthalanffy **t = t<sub>0</sub>- Ln (1-L/L<sub>∞</sub>)/K** con la ayuda de la

herramienta electrónica disponible en FishBase diseñada por Froese and Binohlan, 2000. Los valores de  $L^\infty$  y  $K$  corresponden a los resultantes de la rutina que mayor ajuste tuvo respecto a la bibliografía disponible. La edad también fue expresada en función del peso ( $W$ ), reemplazando en la ecuación anteriormente referida  $L^\infty$  por  $W^\infty$ .

**3.1.3 Aspectos Reproductivos.** El componente incluyó el análisis de la proporción de sexos, la estimación de la talla y edad media de madurez sexual, el cálculo de la fecundidad y la identificación de la época de desove.

➤ **Proporción de sexos.** Se trabajó con una muestra de 106 individuos capturados por pescadores artesanales de la isla de San Andrés en el periodo comprendido entre abril de 2004 y marzo de 2006. El sexaje se hizo mediante observación directa de las gónadas en fresco inmediatamente el pez era eviscerado. Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de machos y hembras, y mediante un una prueba de Chí-cuadrado ( $\chi^2$ ) se probó la hipótesis nula referida a que la proporción tiende a ser 1:1.

➤ **Talla media y edad de madurez sexual.** La caracterización del estado de madurez sólo fue posible hacerla mediante un análisis macroscópico de las gónadas, dado que en la isla de San Andrés no se cuenta con la logística requerida para aplicar técnicas histológicas. Para determinar el estado reproductivo de los 106 individuos muestreados se utilizó la guía propuesta para la especie por De Sylva (1963), que permite clasificar en fresco cada una de las gónadas de acuerdo a su color, tamaño, forma, irrigación sanguínea y los ovocitos apreciables (anexo A).

La talla media de madurez sexual se estimó a partir del modelo matemático empleado por Reyes (1999), que utiliza las frecuencias relativas acumuladas de

machos y hembras en los estados de madurez II, III, IV y V, realizando un ajuste a la curva sigmoidea resultante de la expresión:

$$SL = 1/1 + e^{(S1 - S2 * L)}$$

Donde:

**SL:** Frecuencia relativa acumulada correspondiente a cada marca de clase de talla (L).

**S1:** El intercepto de la regresión lineal entre Ln ((1/SL)-1).

**S2:** La pendiente de la regresión lineal.

**L:** La talla media de madurez calculada mediante el cociente (S1/S2).

Por su parte, el cálculo de la edad media de madurez sexual ( $t_m$ ) se hizo con la ayuda de la herramienta electrónica L - F, aplicando la ecuación inversa de Von Berthalanffy ajustada en función de la longitud de primera madurez ( $L_m$ ), así:  
 $t_m = t_o - \ln(1 - L_m/L^\infty)/K$ .

➤ **Fecundidad.** Fue calculada por el método gravimétrico desarrollado por Laevastu (1971). Se trabajó con una muestra de 10 gónadas de hembras en estados de madurez III y IV (anexo B, foto 5). Cada individuo seleccionado fue medido y pesado, y su gónada una vez retirada del pez fue congelada. En el laboratorio cada gónada fue descongelada, y se le hicieron cortes de tres submuestras en la sección anterior, media y posterior. Cada submuestra fue pesada e introducida en solución Gilson (100 ml de alcohol de 60%, 800 ml de agua, 15 ml de ácido nítrico al 80%, 18 ml de ácido acético glacial y 20 g de cloruro mercuríco) durante 48 horas, periodo durante el cual se agitaba con frecuencia para desprender los ovocitos del tejido del ovario. Posteriormente, los ovocitos fueron pesados y se procedió a su conteo con la ayuda de un estereoscopio. La fecundidad ( $F_A$ ) de una gónada es la resultante del promedio de la obtenida para cada submuestra analizada, aplicando la siguiente ecuación:  
 $F_A = [(n_1 * G/g_1) + (n_2 * G/g_2) + (n_3 * G/g_3)] / 3$  donde  $n_i$  es el número de huevos en la sub.-muestra,  $G$  es el peso total de la gónada y  $g_i$  es el peso de la submuestra  $i$ .

Adicionalmente, se hizo una descripción de los ovocitos en los estados de madurez sexual III, IV y V respecto a su forma, color y diámetro

➤ **Definición de la época desove.** Lastimosamente no se pudo contar para el periodo de estudio con una muestra lo suficientemente significativa para definir con precisión la época de desove. Sin embargo, se hizo una descripción general mediante histogramas que muestran cambios en las frecuencias relativas de los estadios de madurez gonadal de machos y hembras (anexo B, fotos 6 y 7), registrados para algunos meses comprendidos entre abril de 2004 a marzo de 2006, que permitieron detectar algunos eventos de desove.

### **3.2 COMPONENTE PESQUERO**

El componente involucró la descripción general de la pesquería artesanal desarrollada en la isla de San Andrés y la caracterización del régimen de pesca de la barracuda, tomando como fuente de información datos colectados en muestreos realizados a embarcaciones al arribo de sus faenas de pesca, y los registros de zarpes y arribos de actividad diaria de pesca que reposan en la Capitanía de Puerto de la isla.

**3.2.1 Descripción general de la pesquería.** Los datos fueron colectados a lo largo de 2005; en cada muestreo se tomó para cada embarcación información relacionada con la captura total y por especie, el área de pesca, la duración de la faena, el número de pescadores y la fecha. Para estimar la captura total ( $C_t$ ) se utilizó la ecuación  $C_t = C_m * f_e$ , donde  $C_m$  es el total de la captura proveniente de las embarcaciones muestreadas y  $f_e$  es un factor de extrapolación del muestreo que relaciona el número de faenas de pesca muestreadas respecto a la totalidad de las realizadas. De manera similar se hizo el cálculo por especie, área y método de pesca.

**3.2.2 Régimen de pesca de la Barracuda.** Comprendió la estimación espacial y temporal de la captura, el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para la especie durante el 2005, discriminados por el método de pesca. El esfuerzo fue expresado como el número de faenas de pesca realizadas en un periodo de tiempo, entendida la faena como un viaje de ida y vuelta realizado por una embarcación con fines de pesca.

La CPUE fue estandarizada como la cantidad (Kg) de pescado capturado por un pescador en una faena con duración inferior a un día, y corresponde al promedio de la totalidad de las embarcaciones muestreadas. Para establecer la existencia de diferencias entre las áreas de pesca y los meses muestreados se corrieron análisis de varianza en una vía ANOVA, y en aquellos casos donde hubo diferencias significativas se utilizaron pruebas de rangos múltiples de Tuckey LSD al 95% para identificar grupos homogéneos.

**3.2.3 Grado de explotación y condición de la pesquería de la Barracuda a partir del análisis de frecuencia de tallas.** Empleando la herramienta L – F, que permite el cálculo del grado de explotación de la barracuda y da un indicativo de la cantidad que se puede capturar según la estrategia de pesca, se estimó la proporción de individuos que se encontraban por debajo de las tallas de primera madurez (**L<sub>m</sub>**) y óptima de máxima producción (**L<sub>opt</sub>**), y el porcentaje de mega reproductores (> L<sub>opt</sub> + 10%). L<sub>opt</sub> se calculó por medio de la ecuación empírica. **log L<sub>opt</sub> = 1.0421 \* log L<sub>∞</sub> - 0.2742** (Froese & Binohlan, 2000).

La tasa de explotación (**E<sub>x</sub>**), que indica la fracción de individuos de cada cohorte que mueren debido a la pesca, fue calculada mediante la ecuación **E<sub>x</sub> = F<sub>x</sub> / Z**, donde **Z** es la mortalidad total, que integra la natural (**M**) y la ocasionada por la pesca (**F**); el valor **Z** se calculó mediante la ecuación de Beverton & Holt (1956) **Z = K \* (L<sub>∞</sub> - L<sub>med</sub>) / (L<sub>med</sub> - L')**, donde **L<sub>med</sub>** es la longitud media de captura y **L'** es la talla del individuo más pequeño. El valor **M** fue estimado por medio de la

ecuación empírica  $M = 10^{(0.566 - 0.718 * \log L_{\infty} + 0.02 * ^\circ C)}$  (Froese *et al.*, in press) una versión re estimada de la propuesta por Pauly (1980), que analiza set de datos más amplios y provee intervalos de confianza, y  $F$  se obtuvo a partir de la ecuación  $F = Z - M$ .

La tasa anual de reproducción (**alpha**) relaciona de manera inversa la cantidad de individuos maduros (reproductores) de la muestra actual respecto a los potenciales reproductores en un tiempo determinado (**tm**). Se asume que si se construye un histograma de frecuencia de tallas transcurrido un tiempo equivalente a la edad de primera madurez, éste será similar a la forma del de la muestra actual. En consecuencia, la actual frecuencia de tallas puede ser usada para estimar los individuos que en el **tm** serán reproductores por primera vez, siempre y cuando el arte de pesca los capture y no haya cambios en las tecnologías de pesca.

Por último, se calculó la tasa intrínseca de incremento de la población ( $r_{max}$ ), que es un parámetro útil para estimar la capacidad de una especie para soportar una explotación, por medio de la ecuación  $r_{max} = 2 * F_{msy}$ , donde  $F_{msy}$  es la mortalidad por pesca asociada con el rendimiento máximo sostenible (Ricker, 1975), y fue estimado a partir de la expresión  $F_{msy} = M * E_x / (1 - E_x)$ . Además, se calculó el tiempo promedio que tarda la población en duplicarse si no hay pesca (**td**), mediante la función  $td = \ln(2) / r_{max}$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1 COMPONENTE BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO

#### 4.1.1 Hábitos tróficos

➤ **Análisis Cualitativo.** El grado de repleción arrojó que sólo el 58.5% de los estómagos tenían alimento en su interior y otro porcentaje significativo se encontraron casi vacíos (figura. 2). Por su parte, el grado de digestibilidad mostró un predominio de contenido estomacal en estado digerido (figura 3), imposibilitando incluso en la mayoría de los casos la identificación de los *ítems* alimentarios.

Figura 2. Grado de repleción de los estómagos analizados de la barracuda

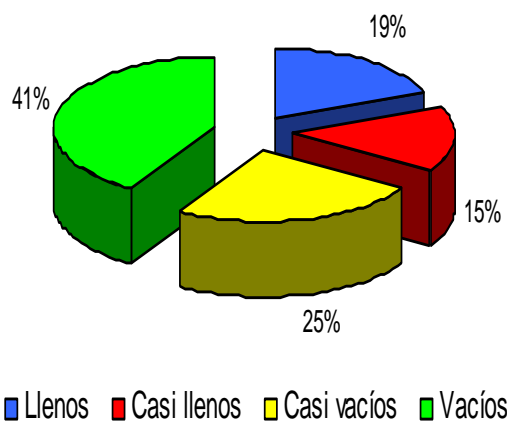
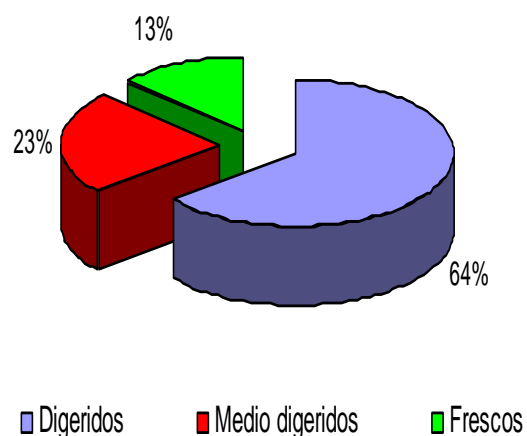


Figura 3. Estado de digestión de los estómagos analizados de la barracuda.



La composición de la dieta de la barracuda estuvo fuertemente dominada en las tres áreas evaluadas por los peces, representados por los *ítems* alimentarios peces y restos de peces que en conjunto contribuyen con el 98.4% del peso total

del contenido estomacal, mientras que los *ítems* invertebrados, materia orgánica y carnada estuvieron bajamente representados (tabla 1).

Tabla 1. Descripción de la dieta de la barracuda discriminada por área de pesca (total estómagos = 69).

Ítem Alimentario		Áreas/Contenido estomacal (g)			Total	%F
		Albuquerque	Bolívar	San Andrés		
<b>Ítems identificados</b>	Peces	476.64	1664.77	491.75	2633.16	44.60
	Invertebrados	2.03	0.04	0.00	2.07	5.25
<b>Ítems no identificados</b>	Materia Orgánica	15.16	6.31	12.98	34.45	18.37
	Restos de peces	146.08	34.27	0.00	180.35	19.68
<b>Carnada</b>		2.98	6.25	0.00	9.23	12.11
<b>Total</b>		<b>639.91</b>	<b>1705.39</b>	<b>504.73</b>	<b>2850.03</b>	<b>100.00</b>

El *ítem* alimentario peces estuvo representado principalmente por especies de hábitos pelágicos pertenecientes a las familias Exocetidae (22.8%), Scombridae (20.1%) y Carangidae (11.5%), donde las especies más importantes fueron *Paraexocoetus hillianus*, *Katsuwonus pelamis* y *Caranx hippos*. El “pez morfotipo1” obtuvo la menor representación y corresponde a una especie que no pudo identificarse (tabla 2).

Por su parte, los invertebrados, que estuvieron bajamente representados, corresponden a los estadios larvales Stomatopoda (1.13 g) y Decápoda (0.9 g) que ocurrieron en Cayo Albuquerque, y al isopodo (0.04 g) que estuvo presente solamente en una barracuda capturada en Cayo Bolívar. En los estómagos de la isla de San Andrés no hubo presencia de invertebrados.



Tabla 2. Composición de la dieta (g) de la barracuda discriminada por área de pesca, para los ítems alimentarios correspondientes a peces.

Ítem Alimentario	Área			Total	%
	Albuquerque	Bolívar	San Andrés		
<b>Clupeidae</b>					
<i>Opistonema oglinum</i>	12.11	0.00	0.00	12.11	0.43
<b>Mugilidae</b>					
<i>Mugil cephalus</i>	0.00	24.81	0.00	24.81	0.88
<b>Belonidae</b>					
<i>Ablennes hians</i>	0.00	0.00	45.86	45.86	1.63
<i>Strongylura marina</i>	0.00	0.00	77.23	77.23	2.74
<b>Exocoetidae</b>					
<i>Cypselurus cianopterus</i>	65.85	0.00	0.00	65.85	2.34
<i>Cypselurus melanurus</i>	0.00	0.00	105.64	105.64	3.75
<i>Paraexocoetus hillianus</i>	46.00	382.33	0.00	428.33	15.22
<b>Serranidae</b>					
<i>Mycteroperca sp.</i>	0.00	51.24	0.00	51.24	1.82
<b>Carangidae</b>					
<i>Caranx hippos</i>	0.00	303.65	0.00	303.65	10.79
<b>Lutjanidae</b>					
<i>Ocyurus Chrysurus</i>	36.13	170.60	0.00	206.73	7.35
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	0.00	44.00	0.00	44.00	1.56
<b>Haemulidae</b>					
<i>Haemulon plumieri</i>	0.00	0.00	121.52	121.52	4.32
<b>Scaridae</b>					
<i>Scarus vetula</i>	0.00	0.00	117.72	117.72	4.18
<i>Sparisoma sp.</i>	0.00	118.58	0.00	118.58	4.21
<b>Acanthuridae</b>					
<i>Acanthurus bahianus</i>	41.92	0	0	41.92	1.49
<i>Acanthurus sp.</i>	0	40	0	40	1.42
<b>Scombridae</b>					
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0	369.35	0	369.4	13.13
<i>thunnus atlanticus</i>	0	70.92	0	70.92	2.52
<i>Thunnus sp.</i>	0	89.29	0	89.29	3.17
<b>Balistidae</b>					
<i>Balistes vetula</i>	11.71	0	0	11.71	0.42
<i>Canthidermis sp.</i>	223.98	0	0	224	7.96
<b>Diodontidae</b>					
<i>Diodon hystrix</i>	30.2	0	23.78	53.98	1.92
<b>Pez morfotipo 1</b>	8.74	0	0	8.74	0.31

➤ **Análisis Cuantitativo.** El IIR mostró diferencias marcadas en la composición de la dieta de la barracuda entre las diferentes áreas de pesca. Por ejemplo, la isla de San Andrés sólo registra presas principales en su dieta y cuatro de las cinco especies de peces que la constituyen no ocurrieron en los cayos Bolívar y Albuquerque. Caso similar se presenta en Cayo Bolívar donde 10 de los 12 *ítems* alimentarios fueron exclusivos para el área, pero sólo tres son presas principales dentro de la dieta. Por su parte, en Cayo Albuquerque dominan las presas secundarias correspondiendo sólo *Canthidermis sp.* y la larva Stomatopoda a presas principales. Así mismo, ocho de los 11 *ítems* alimentarios presentes fueron exclusivos para la zona (tabla 3).

Las diferencias se presentan incluso al interior de las áreas de pesca, como se muestra en la figura 4, donde los contenidos estomacales muestreados se encuentran dispersos en el plano bidimensional sin formar cluster conspicuos.

Figura 4. Escalamiento multidimensional (MDS) de las variaciones del IIR en los estómagos de la barracuda en las diferentes áreas de pesca.

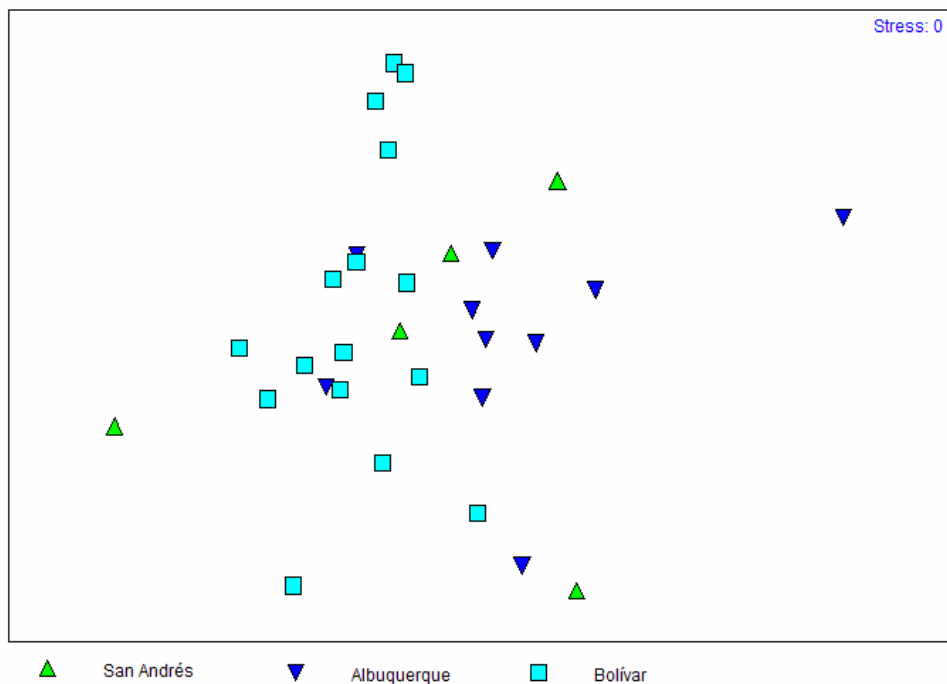


Tabla 3. Índices de contribución a la dieta (%W, %F y %N) e importancia relativa (IIR) estimados para los diferentes ítems que componen la dieta de *Sphyaena barracuda* discriminada por áreas de pesca. Se indica además el tipo de presa (P: las principales, S: secundarias y A: accidentales).

ÍTEM	Área de Captura														
	Albuquerque					Bolívar					San Andrés				
Peces	%W	%F	%N	IIR	Presas	%W	%F	%N	IIR	Presas	%W	%F	%N	IIR	Presas
<i>Opistonema oglinum</i>	2.5	13.3	4.5	94.3	S	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Mugil cephalus</i>	...	...	...	...	...	1.5	5.9	5.6	41.4	S	...	...	...	...	...
<i>Ablennes hians</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	9.3	16.7	16.7	433.2	P
<i>Strongylura marina</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	15.7	16.7	16.7	539.5	P
<i>Cypselurus cianopterus</i>	13.8	6.7	4.5	122.0	S	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Cypselurus melanurus</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	21.5	16.7	16.7	635.8	P
<i>Parauxocoetus hillianus</i>	9.6	6.7	2.3	79.2	S	23.0	11.8	16.7	466.3	P	...	...	...	...	...
<i>Mycteroperca sp.</i>	...	...	...	...	...	3.1	5.9	5.6	50.8	S	...	...	...	...	...
<i>Caranx hippos</i>	...	...	...	...	...	18.2	17.6	16.7	616.0	P	...	...	...	...	...
<i>Ocyurus Chrysurus</i>	7.5	6.7	2.3	65.5	S	10.2	17.6	16.7	475.0	P	...	...	...	...	...
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	...	...	...	...	...	2.6	5.9	5.6	48.2	S	...	...	...	...	...
<i>Haemulon plumieri</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	24.7	16.7	16.7	689.6	P
<i>Scarus vetula</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	23.9	16.7	16.7	676.8	P
<i>Sparisoma sp.</i>	...	...	...	...	...	7.1	5.9	5.6	74.6	S	...	...	...	...	...
<i>Acanthurus bahianus</i>	8.8	6.7	2.3	73.5	S	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Acanthurus sp.</i>	...	...	...	...	...	2.4	5.9	5.6	46.8	S	...	...	...	...	...
<i>Katsuwonus pelamis</i>	...	...	...	...	...	22.2	5.9	5.6	163.2	S	...	...	...	...	...
<i>Thunnus atlanticus</i>	...	...	...	...	...	4.3	5.9	5.6	57.7	S	...	...	...	...	...
<i>Thunnus sp.</i>	...	...	...	...	...	5.4	5.9	5.6	64.2	S	...	...	...	...	...
<i>Balistes vetula</i>	2.4	6.7	11.4	92.1	S	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Canthidermis sp.</i>	46.8	13.3	11.4	775.4	P	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Diodon hystrix</i>	6.3	13.3	4.5	144.7	S	...	...	...	...	...	4.8	16.7	16.7	358.4	P
Pez morfotipo 1	1.8	6.7	2.3	27.3	S	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>INVERTEBRADOS</b>															
<i>Isópoda</i>	...	...	...	...	...	0.0025	5.9	5.6	32.7	S	...	...	...	...	...
<i>Larva Stomatopoda</i>	0.2	13.3	31.8	427.4	P	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>Megalopa Decapoda</i>	0.2	6.7	22.7	152.8	S	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

#### 4.1.2 El crecimiento

➤ **Tipo de crecimiento.** Los parámetros resultantes de la relación entre la longitud total y el peso eviscerado fue de 2,57 +/- 0,00051145. La prueba realizada mediante la ecuación de Sparre y Venema (1997), arrojó que estadísticamente los valores obtenidos de *b* son significativamente menores a 3, indicando que con un intervalo de confianza del 95% la barracuda tiene un crecimiento de tipo alométrico negativo.

➤ **Parámetros de crecimiento.** En la tabla 4 se muestran los parámetros de crecimiento estimados con la ayuda del *software* FiSAT 1.2 y la herramienta *Length –Frequency Analysis Wizard* (L-F), donde se destaca que los valores estimados de **K** y **t<sub>0</sub>** por el primer método no se ajustan a lo reportado para la especie. Por consiguiente, los análisis posteriores se hicieron en base a los obtenidos mediante la herramienta L-F.

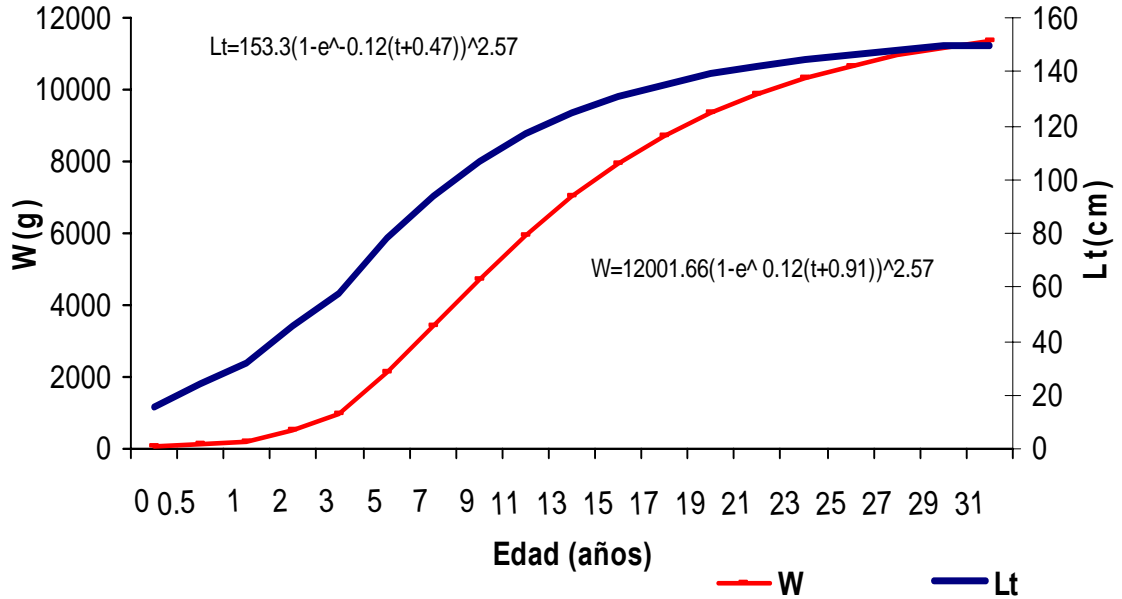
Tabla 4. Parámetros de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy estimados por el *software* FiSAT y la herramienta L – F disponible en la publicación FishBase.

Parámetros	FiSAT 1.2	L - F
<b>L<sub>oo</sub></b>	150.1	153.3
<b>L<sub>max</sub></b>	150	150
<b>K</b>	0.23	0.12
<b>t<sub>0</sub></b>	-0.47	-0.91
<b>T<sub>max</sub></b>	31.33	31.08

*t<sub>0</sub>* y *t<sub>max</sub>* fueron calculados mediante la ecuación de Pauly (1979) y Froese and Binohlan(2000).

La ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy utilizada para expresar la longitud en función de la edad mostró que en las barracudas jóvenes aumentan de talla muy rápido, y estabilizan su crecimiento al alcanzar aproximadamente 140 cm, correspondiente a una edad de 21 años. Un comportamiento similar se observa cuando se expresa en peso, donde se estabiliza al llegar a los 10 672.71g y una edad de 25 años (figura 5).

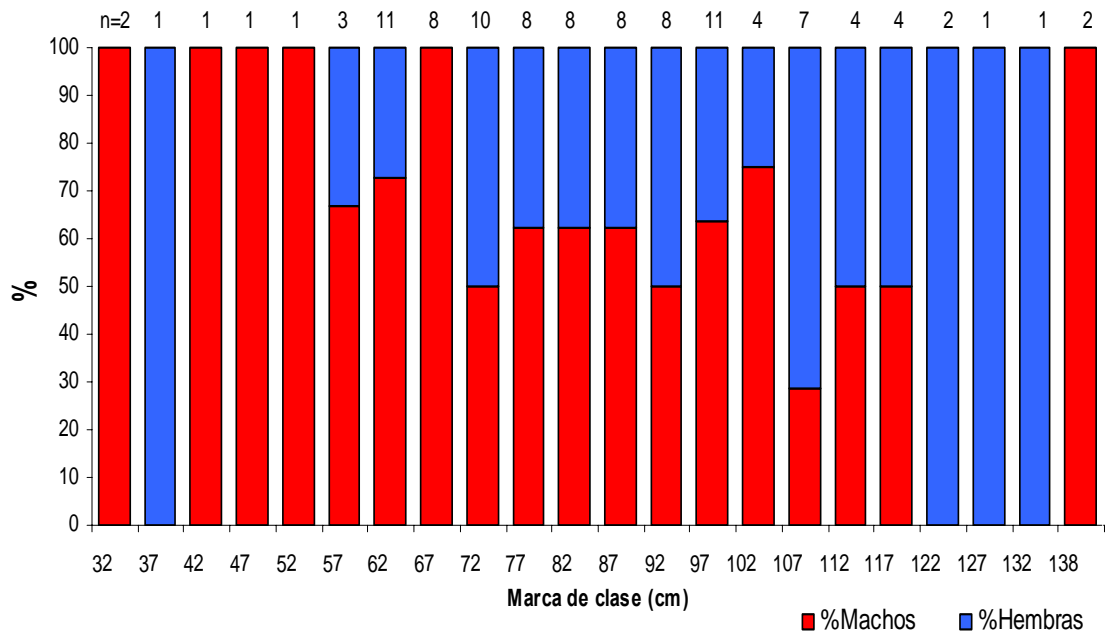
Figura 5. Longitud total (**Lt**) y el peso eviscerado (**W**) en función de la edad de la barracuda, estimada mediante la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy.



#### 4.1.3 Aspectos reproductivos.

➤ **Proporción de sexos.** Los machos estuvieron mayoritariamente representados aportando el 61.32% de los individuos muestreados. Sin embargo, la prueba  $\chi^2$  arrojó que la proporción entre machos y hembras no presenta diferencias estadísticamente significativas, por lo cual se puede afirmar que la relación tiende a ser 1:1. No obstante, diferencias en la proporción entre machos y hembras fueron observadas en función de la talla, pero lastimosamente el bajo número de muestras en muchas marcas de clase no permite ser concluyentes estadísticamente. En la figura 6 se puede apreciar que los machos fueron claramente dominantes en las marcas de clase inferiores a los 117 cm, mientras que las hembras empiezan aumentar su contribución a partir de los 72 cm, alcanzando incluso a tener una mayor representación que los machos entre 122 y 132cm.

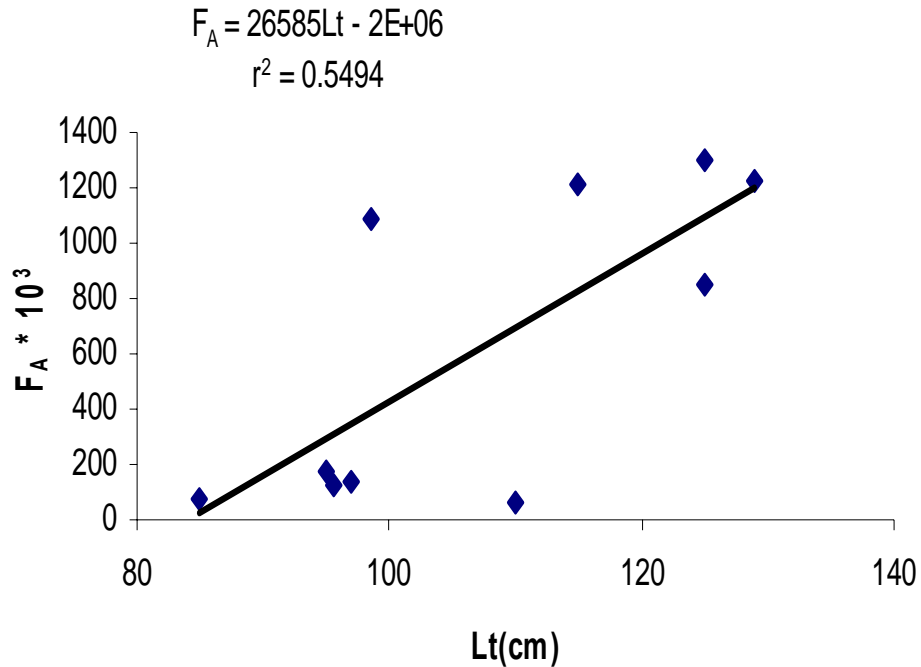
Figura 6. Proporción de sexos de la Barracuda en función de la longitud total.



➤ **Talla y edad de madurez sexual.** La talla media de madurez sexual de la barracuda fue estimada en 66.7 cm para los sexos combinados, 66.3 cm para los machos y 65.4 cm para las hembras. Por su parte la edad de madurez sexual fue calculada en 4.5 años para los sexos combinados y los machos, y en 4.0 años para las hembras.

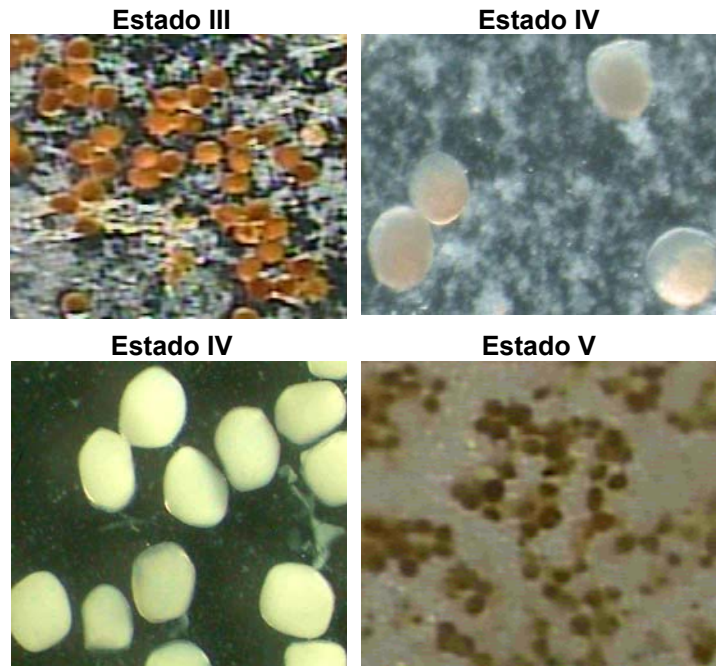
➤ **Fecundidad.** Una hembra de 125 cm de longitud total y 7500 g de peso eviscerado presentó la fecundidad más alta (1 301.472 huevos), mientras que la más baja fue de 66.280 huevos, estimada para un individuo de 110 cm y 5750 g. Sin embargo, al correlacionar la longitud respecto a la fecundidad se obtuvo un bajo ajuste a un modelo lineal arrojando un valor de  $r^2 = 0.55$  (figura 7).

Figura 7. Fecundidad ( $F_A$ ) de hembras de barracuda en función de la longitud total ( $Lt$ ).



Los ovocitos por lo general fueron redondos y su diámetro osciló entre 6 y 45  $\mu\text{m}$ . Los más grandes se presentaron en el estadio IV con diámetros entre 25 y 45  $\mu\text{m}$ , y eran de color blanco translúcido, mientras que en el estadio V tuvieron entre 10 y 39  $\mu\text{m}$  y su color era rojo dado que la gónada se encontraba ensangrentada. Los ovocitos más pequeños corresponden al estadio III con huevos entre 6 y 39  $\mu\text{m}$  de color pardo (figura 8).

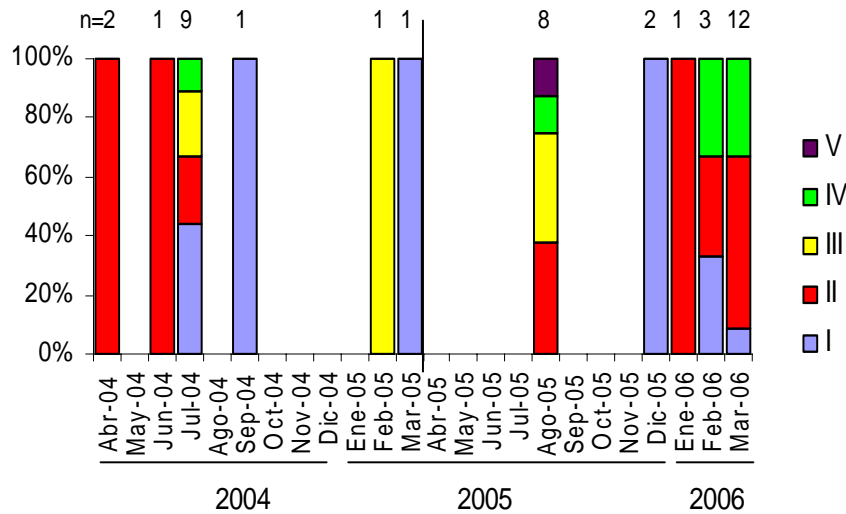
Figura 8. Forma y coloración de los ovocitos de hembras de barracuda en estados de maduración III, IV y V.



➤ **Época de desove.** La discontinuidad en la obtención de muestras durante el periodo de estudio y el bajo número de gónadas examinadas (41 hembras y 65 machos) dificultó notablemente la identificación de eventos reproductivos, y por ende la definición de la época de desove. Por ejemplo, en las hembras, a pesar de que el 24.4% de las gónadas muestreadas estaban en estados avanzados del proceso reproductivo, sólo se pudo identificar desove (estado V) en un individuo proveniente de Cayo Albuquerque en agosto de 2005, aunque nueve estaban listas para el desove (estado IV), tres en julio de 2004, una en agosto de 2005, y en el 2006, una en febrero y cuatro en marzo (figura 9).

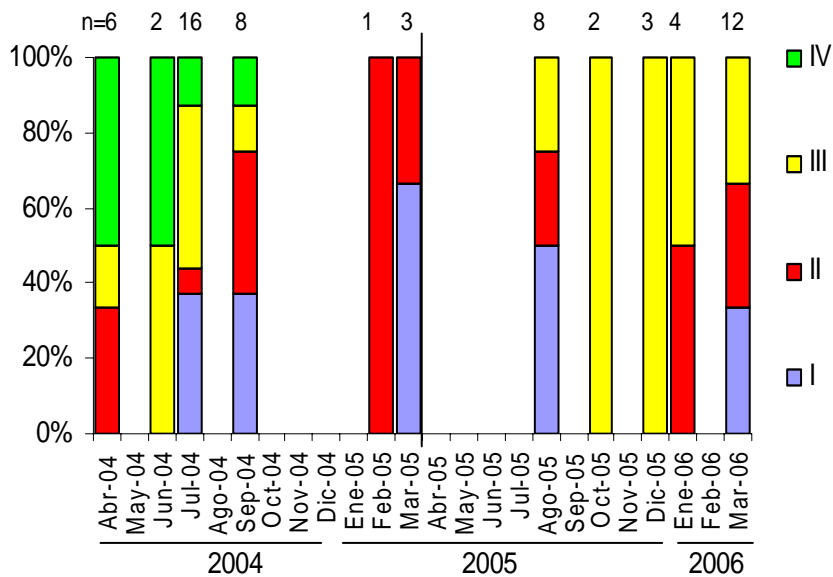


Figura 9. Cambios en los estados de madurez sexual de hembras de la barracuda en San Andrés y los Cayos Bolívar y Albuquerque.



Por su parte, los machos registraron una mayor proporción de gónadas en estados avanzados de reproducción (44.6%), con desove (estado IV) en abril, junio, julio y septiembre de 2004. Así mismo, se encontraron gónadas listas para el desove (estado III) casi en la totalidad de los meses muestreados con excepción de febrero y marzo de 2005 (figura 10).

Figura 10. Cambios en los estados de madurez sexual de machos de la barracuda en San Andrés y los Cayos Bolívar y Albuquerque.



## 4.2 COMPONENTE PESQUERO

**4.2.1 Descripción general de la pesquería.** En la isla de San Andrés durante el periodo de estudio operaron 106 embarcaciones artesanales dotadas en su mayoría (94,3%) con motor fuera de borda a gasolina, distribuidas por centro de desembarque así (tabla 5):

Tabla 5. Distribución de embarcaciones artesanales por sectores de desembarque en la isla de San Andrés durante el año 2005.

<b>Sector de desembarque</b>	<b>Número de embarcaciones</b>
Asomutual	44
Avenida Newball	16
San Luís	40
Cove Sea Side	6
<b>Total</b>	<b>106</b>

La pesquería no está dirigida exclusivamente a la extracción de la barracuda y por el contrario, se capturan gran variedad de especies. Los artes y técnicas de pesca utilizados son la línea de mano y el reel que son comúnmente empleados por 65 embarcaciones que se dedican a la captura de peces pelágicos y demersales, mientras que las 41 motonaves restantes dirigen su esfuerzo, además de la captura de peces, al caracol de pala y la langosta espinosa, y emplean como arte de pesca principal el arpón y como técnica el buceo libre, y como arte secundario líneas de mano.

La pesca con línea de mano es la de mayor importancia en cuanto al esfuerzo, y es además, la que más barracudas captura. En total se estimó para el 2005 una captura de 149 865 Kg compuesta por 55 especies de peces (tabla 6). El esfuerzo estimado fue de 3598 faenas de pesca, la mayoría con duración inferior a un día (92.1%). No obstante, el volumen capturado debe ser un poco mayor, dado que el estimado no incluye las faenas realizadas en el meridiano 82, y algunas hechas alrededor de la isla de San Andrés por pescadores que desembarcan en sectores diferentes a Asomutual.

Tabla 6. Composición de la captura artesanal obtenida por medio del arte de pesca “línea de mano” durante el 2005, discriminada por área de pesca.

Especie	Área				Total (kg)
	Albuquerque	Bolívar	Far Bank	San Andrés	
<i>Thunnus atlanticus</i>	493	22075	176	20665	43409
<i>Ocyurus chrysurus</i>	4485	5784	25	4988	15282
<i>Canthidermis sufflamen</i>	838	8522	173	5744	15277
<i>Acanthocybium solandri</i>	1569	7309	0	5046	13924
<i>Sphyrnaea barracuda</i>	2337	7438	0	3558	13334
<i>Elegatis bipinnulata</i>	1070	6879	142	2627	10718
<i>Coryphaena hippurus</i>	38	2495	0	2934	5467
<i>Katsuwonus pelamis</i>	121	2992	73	1961	5148
<i>Lutjanus vivannus</i>	226	418	2741	859	4243
<i>Etelis oculatus</i>	0	98	1377	1140	2615
<i>Balistes vetula</i>	123	1149	21	539	1833
<i>Caranx latus</i>	382	649	0	457	1488
<i>Makayra nigricans</i>	0	1463	0	0	1463
<i>Lutjanus jocu</i>	104	619	0	665	1388
<i>Mycteroperca bonaci</i>	311	717	0	224	1252
<i>Tiburón</i>	125	681	0	356	1163
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	0	163	102	769	1034
<i>Pristipomoides macrophthalmus</i>	40	42	518	278	878
<i>Thunnus albacares</i>	0	777	0	90	867
<i>Mycteroperca venenosa</i>	0	414	0	368	782
<i>Scomberomus cavalla</i>	92	382	0	176	650
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	309	0	340	649
<i>Caranx lugubris</i>	75	165	29	357	627
<i>Seriola sp.</i>	0	184	176	140	499
<i>Lutjanus purpureus</i>	0	161	159	157	476
<i>Lutjanus analis</i>	0	301	0	142	443
<i>Caranx hippos</i>	52	260	0	130	442
<i>Haemulon flavolineatum</i>	0	36	0	326	362
<i>Epinephelus guttatus</i>	50	217	0	75	343
<i>Seriola rivoliana</i>	50	79	0	190	320
<i>Haemulon plumieri</i>	21	23	0	274	318
<i>Haemulon album</i>	75	113	0	113	301
Otros	0	159	0	140	299
<i>Kyphosus sp.</i>	0	142	0	130	272
<i>Sparisoma viride</i>	29	209	0	29	267
<i>Lachnolaimus maximus</i>	0	0	0	236	236
<i>Calamus sp.</i>	21	127	0	84	232
<i>Lutjanus buccanella</i>	42	0	42	136	219
<i>Caranx ruber</i>	15	88	0	86	188
<i>Cephalopholis fulvus</i>	0	138	0	27	165
<i>Lutjanus apodus</i>	50	75	0	25	150
<i>Epinephelus morio</i>	134	0	0	0	134
<i>Apsilus dentatus</i>	0	78	0	51	130
<i>Thunnus obesus</i>	0	0	0	123	123
<i>Caranx bartholomaei</i>	23	25	0	69	117
<i>Epinephelus striatus</i>	0	36	0	79	115
<i>Mycteroperca tigris</i>	0	33	0	63	96
<i>Calamus bajonado</i>	23	0	0	10	33
<i>Scarus coeruleus</i>	0	25	0	0	25
<i>Lutjanus synagris</i>	0	17	0	0	17
<i>Scarus vetula</i>	0	0	0	13	13
<i>Seriola fasciata</i>	0	13	0	0	13
<i>Caranx crysos</i>	0	0	0	11	11
<i>Cheilopogon melanurus</i>	0	6	0	0	6
<i>Scarus sp.</i>	0	0	0	6	6
<i>Eucinostomus sp.</i>	0	0	0	4	4
<b>Total</b>	<b>13016</b>	<b>74087</b>	<b>5754</b>	<b>57008</b>	<b>149865</b>

Por su parte, los volúmenes de productos pesqueros capturados por las embarcaciones que emplean como técnica de pesca principal el buceo se estimaron en 21 458 kg de producto pesquero, donde el 66.8% corresponde a los peces y lo restante a carne de caracol y cola de langosta espinosa (tabla 7).

Tabla 7. Producto capturado (kg) durante el 2005 por embarcaciones de pesca artesanal que emplean como técnica de pesca principal el buceo a pulmón libre en la isla de San Andrés.

Producto	Sitio de Desembarque				Total
	Asomutual	Av. Newball	Cove	San Luís	
Caracol	479	108	1481	2116	4184
Langosta	111	100	418	2317	2946
Pescado	5520	1736	2421	4651	14 328
<b>Total</b>	<b>6109</b>	<b>1945</b>	<b>4319</b>	<b>9085</b>	<b>21 458</b>

Dentro del grupo de los peces se capturaron un total de 52 especies, perteneciente a 15 familias, donde la más importante en número de especies fue Lutjanidae y Balistidae. La especie más capturada fue *Lutjanus jocu* que aportó el 20.4% de las capturas, seguida de *S. barracuda* con 7.7% y *Haemulon album* con 7.2%. El área de mayor producción fue Cayo Bolívar, que contribuye con el 44%, y la de menor San Andrés con 17% (tabla 8).

El esfuerzo anual para la técnica fue de 323 faenas, la mayoría con duración de varios días (84.8%), por lo general entre tres y seis. La zona más visitada por los pescadores (buzos) artesanales fueron los bancos alrededor de la isla de San Andrés (18 faenas), anotando que la misma es preferida por los pescadores del sector de la Asomutual, mientras que los del Cove y San Luís prefieren pescar en cayos Albuquerque y los de la Av. Newball en cayos Bolívar.

Tabla 8. Composición de la captura artesanal en kg obtenida por medio de la técnica de pesca “buceo libre” durante el 2005, discriminada por área de pesca.

Especie	Área			Total
	Albuquerque	Bolívar	San Andrés	
<i>Lutjanus jocu</i>	741	1742	436	2919
<i>Sphyræna barracuda</i>	590	281	225	1096
<i>Haemulon album</i>	364	556	116	1035
<i>Mycteroperca bonaci</i>	603	307	12	922
<i>Balistes vetula</i>	571	237	109	916
<i>Lachnolaimus maximus</i>	255	425	195	875
<i>Ocyurus chrysurus</i>	270	504	2	776
<i>Canthidermis sufflamen</i>	192	327	78	597
<i>Lutjanus apodus</i>	183	142	149	474
<i>Caranx bartholomæi</i>	279	168	0	447
<i>Mycteroperca venenosa</i>	345	14	86	446
<i>Epinephelus itajara</i>	252	164	8	424
<i>Caranx latus</i>	168	191	34	392
<i>Thunnus atlanticus</i>	44	281	62	387
<i>Lutjanus vivannus</i>	163	110	6	278
<i>Kyphosus sectatrix</i>	63	60	129	252
<i>Sparisoma viride</i>	0	7	205	212
<i>Lutjanus purpureus</i>	87	124	0	211
<i>Scarus vetula</i>	24	28	150	203
<i>Scarus coeruleus</i>	0	74	62	136
<i>Haemulon plumieri</i>	47	81	0	128
<i>Acanthocybium solandri</i>	0	0	127	127
<i>Lutjanus analis</i>	0	66	45	111
<i>Epinephelus guttatus</i>	74	20	3	97
<i>Etelis oculatus</i>	0	75	16	91
<i>Lutjanus bucanella</i>	0	81	0	81
<i>Coryphaena hippurus</i>	0	73	0	73
<i>Scomberomorus cavalla</i>	73	0	0	73
<i>Epinephelus striatus</i>	57	4	9	70
<i>Elegatis bipinnulata</i>	8	12	43	63
<i>Caranx hippos</i>	10	43	8	61
<i>Calamus bajonado</i>	4	41	10	55
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	0	41	6	47
<i>Caranx lugubris</i>	42	0	0	42
<i>Scarus sp.</i>	0	0	39	39
<i>Katsuwonus pelamis</i>	24	0	0	24
<i>Apsilus dentatus</i>	0	0	22	22
<i>Lutjanus sinagris</i>	0	0	21	21
<i>Cephalopholis cruentatus</i>	10	0	6	16
<i>Gymnothorax funebris</i>	0	0	16	16
<i>Tiburón</i>	0	14	0	14
<i>Mycteroperca sp.</i>	0	0	10	10
<i>Mycteroperca tygris</i>	0	10	0	10
<i>Caranx ruber</i>	6	0	0	6
<i>Caranx sp.</i>	0	0	6	6
<i>Epinephelus fulvus</i>	0	5	0	5
<i>Eucinostomus sp.</i>	0	0	4	4
<i>Haemulon flavolineatum</i>	0	0	3	3
<i>Pristipomoides macrophthalmus</i>	0	0	3	3
<i>Seriola sp.</i>	3	0	0	3
<i>Anisotremus virginicus</i>	2	0	0	2
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0	0	2	2
<b>Total</b>	<b>5555</b>	<b>6309</b>	<b>2464</b>	<b>14328</b>

#### 4.2.2 Régimen de pesca de la barracuda

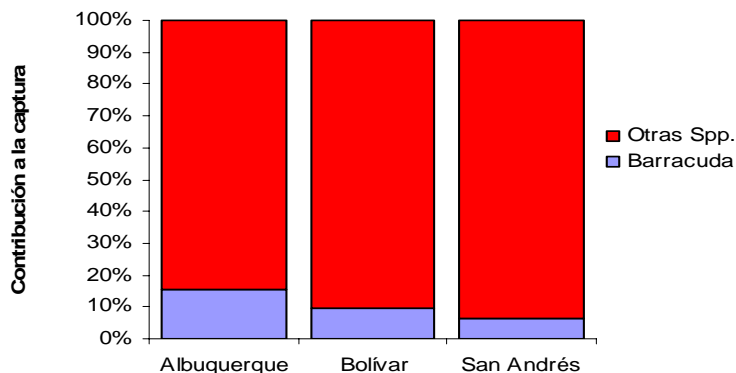
➤ **Captura.** En el 2005 la pesquería artesanal de la isla de San Andrés capturó aproximadamente 14 429 kg de barracuda, y la pesca desarrollada con línea de mano aportó el 93.2%. La barracuda ocupó el cuarto lugar en importancia con el 8.8% del total de peces capturados, sólo superada por *T. atlanticus* (26.7%), *O. chrysurus* (9.8%) y *C. sufflamen* (9.7%).

En el ámbito espacial las mayores capturas se registraron en cayo Bolívar, que contribuyó con el 53.3% del total de la barracuda explotada por la pesquería artesanal (tabla 9). Sin embargo, en cuanto a la contribución porcentual a la captura el mayor valor se registró en Cayo Albuquerque, donde la barracuda representó el 19.9% de los peces capturados (figura 11).

Tabla 9. Captura de barracuda durante el 2005, discriminada por arte de pesca.

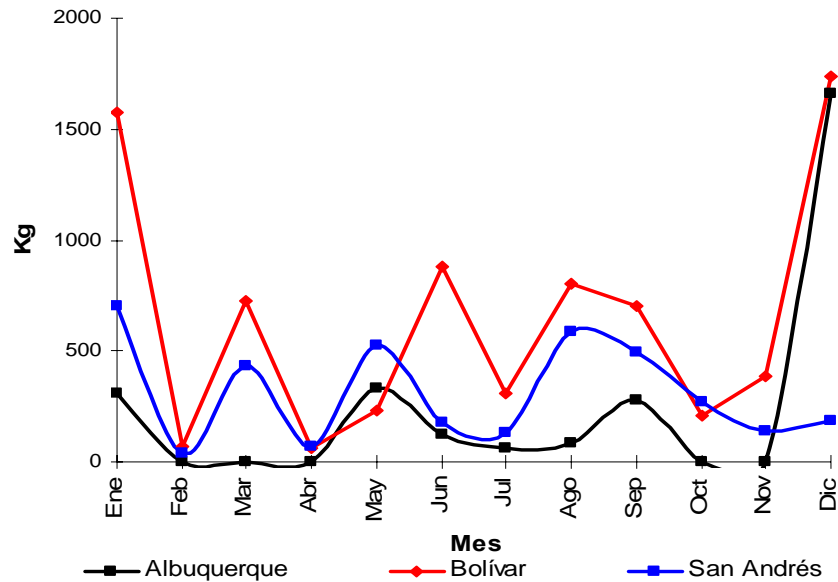
Área	Buzos	Líneas	Total
Albuquerque	590	2337	2927
Bolívar	281	7438	7719
San Andrés	225	3558	3783
<b>Total</b>	<b>1096</b>	<b>13 333</b>	<b>14 429</b>

Figura 11. Contribución porcentual de la barracuda a las capturas totales realizadas en cada área de pesca durante el 2005.



A escala temporal se observó un patrón similar en las capturas de barracuda a lo largo del año en las tres áreas de pesca evaluadas, mostrando picos de mayor producción en los meses de enero y diciembre, intermedios en marzo, agosto y septiembre, y los más bajos en febrero, abril, octubre y noviembre (figura 12).

Figura 12. Variación espacial y temporal de las capturas de barracuda durante el 2005.



➤ **Esfuerzo pesquero.** Resultó complicado determinar el régimen de esfuerzo que recayó sobre la barracuda, dado que la pesquería no está dirigida exclusivamente a la misma, y su frecuencia de captura se ve además influenciada por la técnica de pesca empleada. Por ejemplo, en el caso de las artes de línea sólo se puede pescar cuando se emplean las técnicas *trolling* y/o pesca a media agua, mientras que cuando se pesca a profundidad el esfuerzo se ejerce sobre ambientes donde no habita la especie (> 100 m).

Consistente con lo anterior, hubo la probabilidad de capturar barracuda en el 95% de las 3921 faenas (línea y buzos) realizadas a lo largo del año, pero la especie sólo fue capturada en el 33.9% de las efectuadas con artes de línea y el 11.4% de las de buzos (tabla 10).

Tabla 10. Frecuencia de ocurrencia (FO) de la barracuda según la técnica de extracción empleada en la pesquería artesanal de la isla de San Andrés durante 2005 (n= 3921 faenas).

Técnica/faena		FO (%)
Artes de Línea	Profundidad	0.0
	Media agua y Profundidad	0.0
	Trolling	29.6
	Trolling, Media agua y Profundidad	68.9
	Trolling y Profundidad	19.7
	Trolling y Media agua	42.2
Buzos		11.4

Considerando exclusivamente las faenas en donde hubo probabilidad de capturar barracuda, se estableció que la isla de San Andrés y el Cayo Bolívar soportaron el mayor esfuerzo de pesca (figura 13), y que los meses de mayor presión fueron agosto y mayo, y los de menos febrero, abril, octubre y noviembre (figura 14).

Figura 13. Esfuerzo pesquero artesanal durante 2005 discriminado por técnicas de pesca que pueden de capturar barracuda.

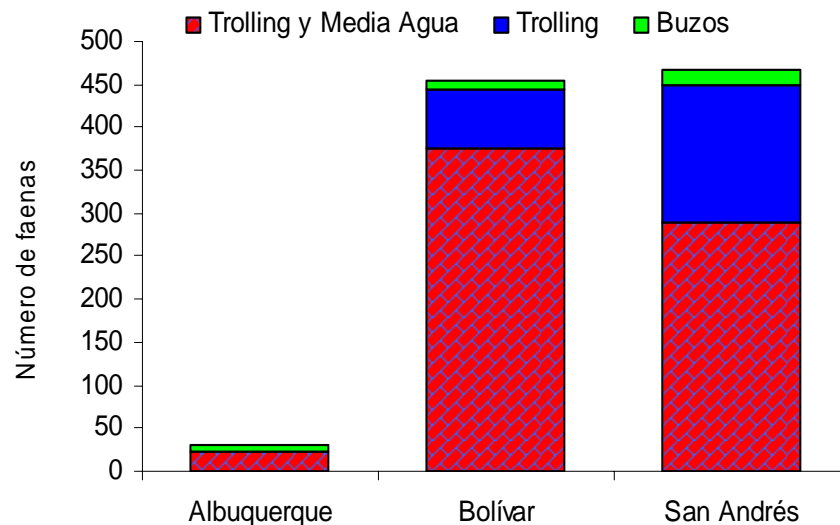
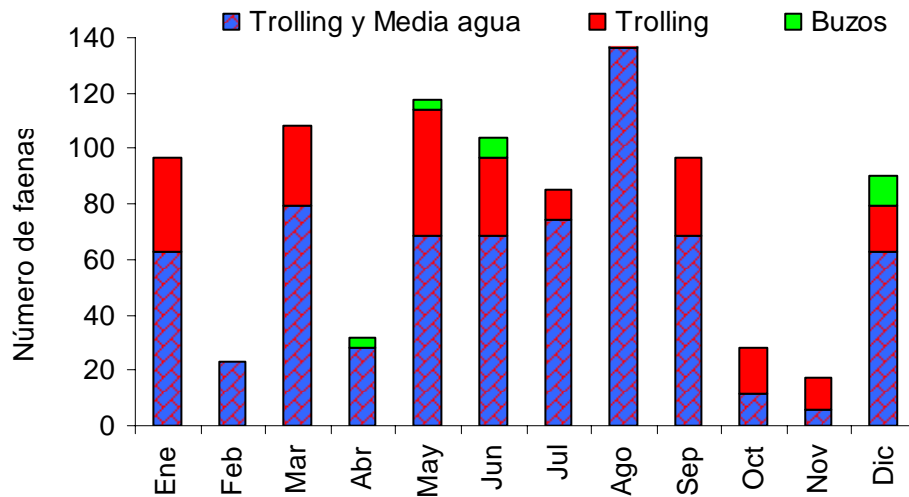




Figura 14. Esfuerzo pesquero artesanal a lo largo de 2005, discriminado por técnicas de pesca que pueden de capturar barracuda.



➤ **Captura por unidad de esfuerzo pesquero (CPUE).** Al igual que el esfuerzo, la CPUE estuvo influenciada por la técnica de pesca empleada, y mostró para el periodo de muestreo diferencias estadísticamente significativas (ANOVA  $p= 0.002$ ), relacionadas con valores más altos de CPUE en las faenas de pesca donde se integraron las técnicas de *trolling* y media agua (tabla 11).

Tabla 11. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) total y para la barracuda durante el 2005, discriminada por técnica de pesca.

Técnica de pesca	CPUE total de peces (kg/pescador-día)		CPUE barracuda (kg/pescador-día)	
	Promedio	d.s	promedio	d.s
<i>Trolling</i>	13.49	12.72	0.91	1.96
Trolling y Media agua	15.99	11.31	1.49	3.03
Buzos	9.37	12.42	0.48	1.34

En la tabla 12 se muestran los valores de CPUE de barracuda obtenidos para cada área discriminados por técnica de pesca, donde se aprecia la existencia de

diferencias significativas para las técnicas *trolling* y *trolling* y media agua, consistentes con menores CPUE en la isla de San Andrés.

Tabla 12. Captura por unidad de esfuerzo (kg/pescador-día) de la barracuda en el 2005 discriminada por técnica de pesca.

Técnicas de pesca	Área de pesca						Estadístico	
	Albuquerque		Bolívar		San Andrés			
	CPUE	d.s	CPUE	d.s	CPUE	d.s	Test	p
Trolling	---	---	2.08	3.07	0.64	1.5	T-studen	0.0007
Trolling y media agua	3.48	3.11	2.41	3.37	0.88	2.64	Anova	0.0001
Buzos	0.31	0.42	0.34	0.78	0.76	2.09	Anova	0.37

d.s= Desviación estandard, Test= Prueba estadística, p= valor de probabilidad.

Análisis ANOVA temporal corridos de manera separada para cada técnica de pesca y área, arrojaron que a lo largo del año no hubo diferencias significativas en la CPUE de las faenas realizadas con las técnicas *trolling* y buzos, mientras que cuando se integraron las técnicas *trolling* y media agua, se registraron diferencias estadísticas para la isla de San Andrés, consistentes con una mayor CPUE durante el mes de enero en contraste con el resto del año (tabla 13).

Tabla 13. Análisis temporal de la CPUE (kg/pescador-día) de la barracuda a lo largo de 2005 discriminada por área y técnica de pesca.

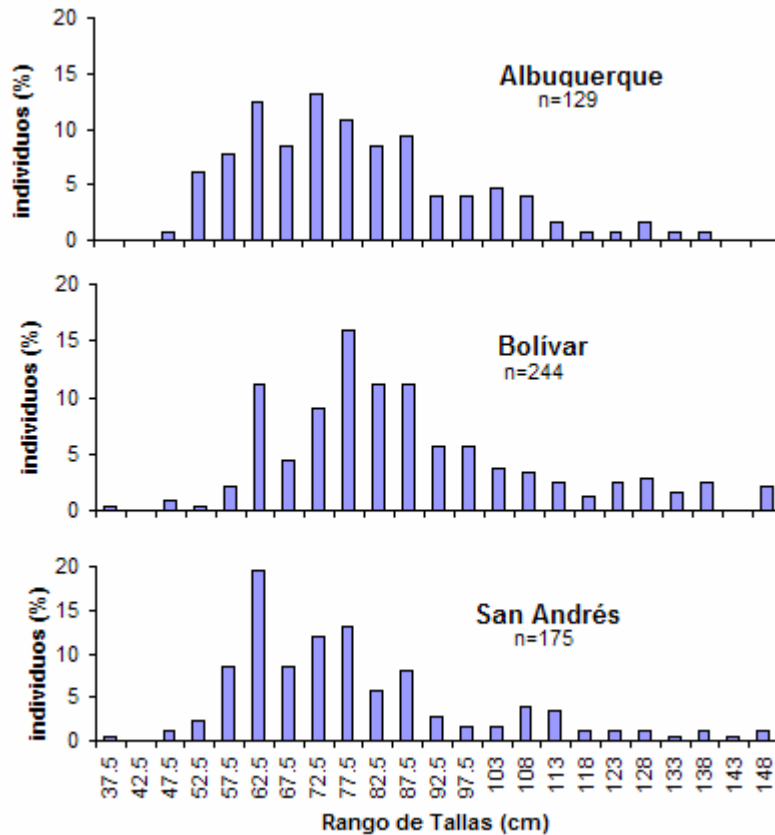
Mes	Albuquerque		Bolívar			San Andrés		
	TM	B	T	TM	B	T	TM	B
Enero	-----	-----	11	3.42	-----	0.75	4.98	-----
Febrero	-----	-----	-----	1.37	-----	0	0.19	-----
Marzo	0	-----	2.27	2.09	-----	0.75	1.56	5.5
Abril	-----	0	0	0.4	0	0	0.71	0.81
Mayo	2.67	0.41	0.25	1.12	0.05	1.09	0.74	0.07
Junio	-----	0.28	3.89	3.86	0.54	0.64	0.37	0.41
Julio	-----	0.5	0	1.29	1.14	0.44	0.18	0
Agosto	-----	0.29	0	2.13	0	0.17	1.34	1.44
Septiembre	5.65	0.21	-----	3.02	0.1	1.72	0.18	0
Octubre	-----	-----	0	0	1	2.03	0.29	0
Noviembre	-----	-----	2.5	0	0.13	0.23	0.36	0
Diciembre	-----	0.6	3.09	4.78	1.16	0	0.8	1
<b>Anova (P-valor)</b>	<b>0.48</b>	<b>0.83</b>	<b>0.06</b>	<b>0.22</b>	<b>0.41</b>	<b>0.11</b>	<b>0.0003</b>	<b>0.16</b>

T= *trolling*, TM= *Trolling* y media agua, B= Buzos, ---(No hubo faena de pesca)

### 4.2.3 Grado explotación y condición de la pesquería de la barracuda a partir del análisis de frecuencia de tallas

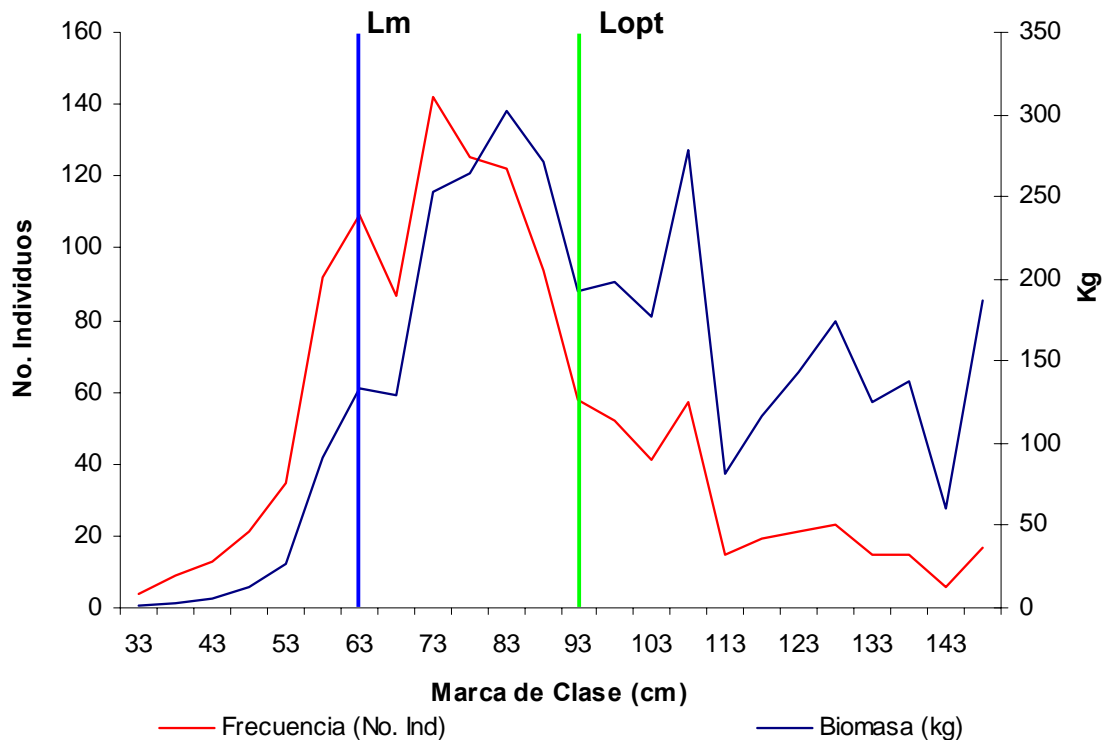
➤ **Frecuencia de tallas.** Las tallas de las barracudas capturadas con línea de mano oscilaron entre 37 y 150 cm longitud total. En la figura 15 se muestra la frecuencia de tallas obtenida para cada área de pesca. La mayor presión de pesca recae para los Cayos Albuquerque y Bolívar sobre individuos con tallas entre 60 y 89 cm representados por 62.8 y 62.7% del total de barracudas capturadas, mientras que en la isla de San Andrés, el intervalo de talla de mayor captura estuvo comprendido entre 55 y 79 cm con el 61.7%.

Figura 15. Frecuencia de tallas de barracudas en la pesca artesanal con línea de mano durante el 2005, discriminada por área de pesca.



➤ **Estado de la pesquería.** En la figura 16 se muestra la frecuencia de tallas y pesos de las barracudas extraídas, indicando la talla media de madurez sexual (**Lm**) calculada en 65.4 cm y la óptima de explotación (**Lopt**) estimada en 96.5 cm. La talla media de captura fue de 83.4 cm y la marca de clase que mayor aporte hizo a la captura fue 83 cm. Además, se observa que el 76.3% de los individuos muestreados son maduros y el 10.9% corresponde a mega-reproductores, mientras que la fracción de individuos cercana a la **Lopt** (+/- 10%) fue 25.3%.

Figura 16. Frecuencias de tallas de barracudas capturadas por la pesquería artesanal con línea de mano durante el 2004 y 2005, expresadas en número de individuos y biomasa. Se indica la talla media de madurez sexual (**Lm**) y la óptima de explotación (**Lopt**)



A partir del Análisis L-F se estimó para el stock de barracuda una mortalidad total (**Z**) de 0.26, donde la natural (**M**) fue 0.22 y la de pesca (**F**) 0.04. La tasa de explotación (**E<sub>x</sub>**) fue de 0.14, que indica que el 14% de cada generación de individuos de la muestra muere debido a la pesca. En la tabla 14 se muestran los estimados de la tasas anual de reproducción (**alpha**) e intrínseca de incremento

poblacional ( $r_{\max}$ ), el tiempo en que se duplica la población (**td**), la mortalidad pesquera asociada con un rendimiento máximo sostenible ( $F_{\text{msy}}$ ) y la resiliencia a la presión de pesca.

Tabla 14. Estimativos de indicadores del estado de la pesquería de barracuda realizada por pescadores artesanal de la isla de San Andrés con línea de mano durante el 2004 y 2005.

<b>Indicador</b>	<b>Estimado</b>
<b>Alpha</b>	0.41 (años)
$r_{\max}$	0.11 (1/años)
<b>td</b>	6.6 (años)
$F_{\text{msy}}$	0.05 (1/años)
<b>Resiliencia</b>	Baja

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 COMPONENTE BIOLÓGICO Y ECOLÓGICO

**5.1.1 Hábitos tróficos.** De los individuos muestreados un alto porcentaje de los estómagos estaban vacíos, resultado que coincide con lo reportado por De Sylva (1963), Randall (1967) y Schmidt (1989). No se sabe con certeza cual es la explicación a este fenómeno y aunque por lo general, se atribuye a la regurgitación del alimento cuando los individuos son capturados con artes de línea y anzuelo, al igual que De Sylva (1963) no se encontró evidencia al respecto en este estudio.

Los peces aportaron casi la totalidad del peso de la dieta de la barracuda (98%) y constituyen según el IIR gran parte de las presas principales en la dieta, lo que corrobora el hábito piscívoro reportado por Ochoa (2003) para juveniles asociados a ecosistemas de manglar en la isla de San Andrés. Resultados similares, registraron De Sylva (1963) en las Bahamas y Florida, Randall (1967) en West Indies, Puerto Rico y Florida, Victoria (1987) para el continente colombiano (Santa Marta), Schmidt (1989) en el Everglades Park (Florida), Cervigón (1993) en el Archipiélago los Roques (Venezuela) y Pattengill *et.al*, (1997) para el Golfo de México. Por su parte, los invertebrados tuvieron baja representatividad e incluso su ocurrencia puede ser incidental, ya que los mismos hacen parte de la dieta de algunas especies consumidas por la barracuda.

A pesar de que la dieta de la barracuda muestra una alta preferencia por los peces, no se especializa en determinadas especies. De hecho, se observaron marcadas diferencias en la composición del alimento entre las áreas de pesca muestreadas, que permite inferir que la barracuda es un ictiófago oportunista (utiliza peces como principal fuente de energía) que come lo que se encuentre

disponible en el medio, aunque puede presentar algún tipo de selección dependiendo de la profundidad y el tamaño de la presa (Schmidt, 1989). No obstante, muestra preferencias hacia peces de nado rápido superficiales o de profundidades medias (Carangidos y Scombridos) y arrecifales de nado lento (De Sylva, 1963).

**5.1.2 El crecimiento**. La pendiente (valor b) obtenida de la relación longitud total - peso eviscerado para la barracuda arrojó un valor de 2.57, lo que permite clasificarla como una especie con crecimiento de tipo alométrico negativo (Tresierra y Culquichicón, 1995). Resultados similares han sido descritos por De Sylva (1963) en las Bahamas y la Florida, y por Victoria (1987) para el área de Santa Marta. El tipo de crecimiento encontrado es reflejo de que la especie crece más rápido en longitud que en peso, lo que determina que el cuerpo de las barracudas sea alargado y comprimido.

Los parámetros de crecimiento estimados para la barracuda indican, de conformidad con los valores de K, que se trata de una especie de crecimiento lento, dado que la especie requiere muchos años para alcanzar la longitud asintótica (Sparre y Venema, 1997), aunque crece con rapidez en edades tempranas. Consistente con lo reportado por De Sylva (1963), la especie es de larga vida y puede alcanzar aproximadamente 31 años de edad.

Los valores de los parámetros de crecimiento estimados son similares a los obtenidos en otras localidades (tabla 15), lo que permite inferir que la frecuencia de tallas de los organismos muestreados es una buena representación del stock a pesar de no contar con un alto número de individuos de tallas menores debido a la selectividad del arte de pesca.

Tabla 15. Parámetros de crecimiento estimado para varias localidades reportados en la publicación electrónica Fish base.

Parámetros	Autor/Área			
	Pauly (1978)			Esta investigación
	Sur África	Florida (USA) "H"	Florida (USA) "M"	
$L_{\infty}$ (cm)	134	156	178	153
$K$ (1/años)	0.171	0.113	0.009	0.12
$t$ (años)	19.3	26.3	32.1	31
$t_0$ (años)	-0.75	-1.0	-1.19	-0.91
$M$ (1/años)	0.28	0.21	0.18	0.22

H: Hembras, M: Machos.

**5.1.3 Aspectos reproductivos.** La proporción de sexos obtenida fue mayor para los machos (61.32%), aunque de acuerdo a la prueba  $\chi^2$  corrida no fue significativa estadísticamente. Este resultado contrasta con lo descrito por De Sylva (1963) y Victoria (1987), quienes registraron mayores proporciones para las hembras con el 63.4 y 63.8% respectivamente. Sobre el particular, se desconoce los condicionantes que puedan ocasionar una mayor captura de los machos, pero se presume que no son atribuibles a la selectividad del arte de pesca.

La talla y edad media de madurez sexual estimada para la especie (Sexos combinados:  $L_m$  66.7;  $t_m$  4.5 años) fue similar a las descritas por De Sylva (1963) para la Florida y Bahamas, quien sostiene que muchas barracudas no maduran hasta alcanzar los 66.0 cm y cuatro años de edad. Sin embargo, la  $L_m$  fue superior a la descrita por Victoria (1987) para el área de Santa Marta (55 cm), lo que puede estar relacionado con variantes en la metodología utilizada para la determinación del parámetro. Además, se debe considerar que en los peces la  $L_m$  y  $t_m$  son características adaptativas que responden a cambios ambientales e incluso a presiones externas (Figuerola *et al.*, 1999); O'Brien *et al.*, (1993), plantea



la posibilidad de que los cambios en la edad de madurez sean meramente el reflejo de cambios en el crecimiento, mientras que Adams (1980) sostiene que la reducción en el tamaño de una población debido a la presión pesquera puede estar asociada a un incremento de la razón de crecimiento, menor edad de madurez sexual y disminución de la fecundidad.

Respecto a la fecundidad, resulta complicado hacer contraste con otros estudios, dado que la misma, además de las condiciones ambientales y las presiones externas descritas anteriormente, está influenciada por la masa corporal, la edad del pez y la época del año. Inclusive, es difícil hacer comparaciones al interior de este estudio, dado que no hubo una buena regresión entre la fecundidad y la longitud del pez. Por ejemplo, dos peces de una misma longitud (125 cm) tuvieron fecundidades notablemente diferentes (848 550 y 1 301 472 huevos).

A pesar de las limitaciones descritas, al comparar la fecundidad máxima obtenida en este estudio, que fue 1 301 472 huevos para un pez de 125 cm de longitud, con la obtenida en los trabajos realizados por De Sylva (1963) y Victoria (1987), se observa que fue superior al primero (670 000 huevos; Lt 101 cm) e inferior al segundo (1 789 320 huevos; Lt 98.7 cm), lo que podría presumir que la barracuda presenta una mayor fecundidad en aguas tropicales, donde las condiciones meteorológicas son mucho más estables.

En lo concerniente a las características de los ovocitos, se encontró que de manera similar a lo descrito por De Sylva (1963), los ovocitos maduros (estado IV) fueron de color blanco translúcido. Sin embargo, el diámetros de los huevos fue muy inferior (5 a 39  $\mu\text{m}$ ) respecto a lo registrado por el citado autor (14 a 81  $\mu\text{m}$ ). Tales diferencias pueden estar relacionadas con la edad de los peces y el suplemento alimenticio que proporciona el medio ambiente (Nikolsky, 1969).

La determinación de la época de desove estuvo fuertemente limitada por el bajo número de muestras obtenidas a lo largo del periodo de estudio, lo que imposibilita identificar los picos reproductivos para ambos sexos. La descripción realizada sólo permite observar que hubo una mayor actividad reproductiva en los machos, que registran individuos maduros o desovados en la mayor parte de los meses muestreados, lo que es consistente con lo reportado por De Sylva (1963), quien sostiene que los machos se reproducen durante todo el año sin presentar picos marcados de desove. En las hembras, sólo fue posible identificar un individuo recién desovado en agosto de 2005. De Sylva (1963) para Bahamas y Florida, identifica un pico de mayor reproducción en julio, y uno secundario en mayo y septiembre, mientras que Victoria (1987) para el área de Santa Marta encuentra picos de desove en junio y julio, y septiembre y octubre.

## **5.2 PESCA Y CONDICION DE LA BARRACUDA**

**5.2.1 Régimen de pesca de la Barracuda.** Para la isla de San Andrés existen falencias en las estadísticas pesqueras artesanales y particularmente en lo concerniente a los estimativos de los volúmenes totales y por especie desembarcados (Castro, 2005), incluso para la pesquería de buzos no se cuenta con antecedentes. Por consiguiente, resulta mucho más conveniente analizar el estatus que ocupa la barracuda en la pesquería artesanal en términos relativos y de forma exclusiva para el arte línea de mano que contribuye con la mayor parte de las capturas (93.2 %).

Pomare (1999) y Grandas y Castro (2004) sostienen que en la pesquería artesanal de la isla de San Andrés las especies pelágicas han ganado importancia como consecuencia de la sobrepesca de peces demersales (pargos y chernas), pero lastimosamente no se cuenta con información detallada sobre la composición de la captura con anterioridad a los 90s, lo que imposibilita establecer cual ha sido la tendencia histórica en las últimas décadas. Para el caso particular de la barracuda

la información disponible permite inferir que la especie aumentó su contribución en la composición de la captura, pasando de aportar el 2.9% y de ocupar el décimo lugar en importancia en 1992, a alrededor del 9% en los últimos años, donde ha ocupado entre el cuarto y quinto lugar entre más de 50 especies pescadas (tabla 16).

Tabla 16. Estatus de la barracuda (%) en la composición de las capturas de la pesquería artesanal con línea de mano en la isla de San Andrés en los últimos años (1992-2005).

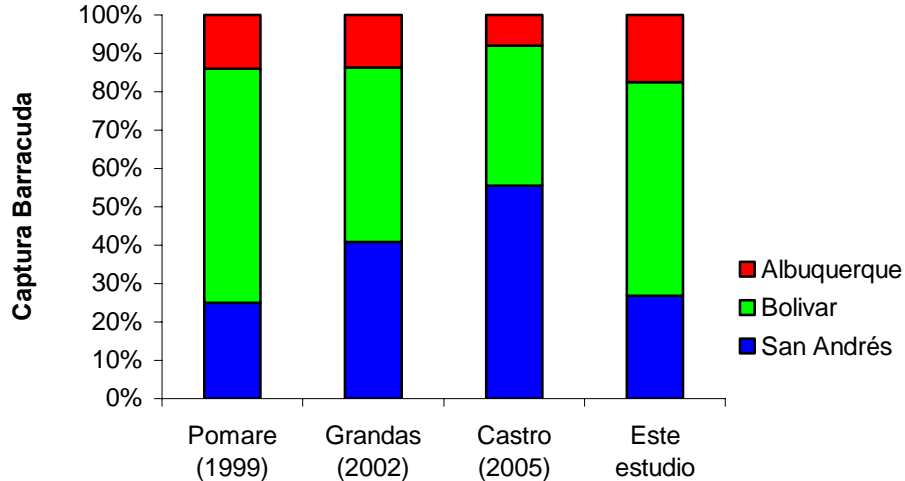
Reporte	Periodo de Muestreo	% Captura	Lugar en importancia
Carreño (1993)	Ene – Dic 1992	2.9	10
Pomare (1999)	Dic 1994 - Oct 1995	7.5	4
Grandas (2002)	Ago 1998 - Jul 1999	8.1	4
Castro (2005)	Nov 2000 - Oct 2001	9.7	5
SAP (sin publicar)	Ene – Dic 2004	9.7	4
Este estudio	Ene – Dic 2005	8.9	5

SAP: Secretaria de Agricultura y Pesca

La importancia de la barracuda se extiende incluso a las vecinas islas de Providencia y Santa Catalina, donde ocupó en el 2001 el tercer lugar en importancia en la pesquería con línea de mano y aporta el 7% del total capturado (Medina, 2004). También ha sido descrita como importante en diferentes localidades del Caribe y particularmente en Santa Marta (Manjarrés *et al.*, 1993), la Florida y el Golfo de México (De Sylva, 1963; Raymond & Millar, 2001; Nagelkerken *et al.* 2002; Potter & Motta, 2004), Puerto Rico, Bahamas y Bermuda (Weidner *et al.*, 2001), Quinatana Roo, México (Medina, 2004), y Bahía Cochinos, Honduras (Guzmán y Jácome 1998)

En el ámbito espacial, los mayores desembarcos de la barracuda provinieron de Cayo Bolívar (55.8%) y los menores de Cayo Albuquerque (17.52%); resultado que es consistente con mayoría de los antecedentes disponibles para la zona. Sólo Castro (2005), reporta mayores capturas para la isla de San Andrés (figura 17).

Figura 17. Desembarques de barracuda (%) reportados en la pesquería artesanal de la isla de San Andrés discriminados por áreas de pesca



El patrón descrito está relacionado con el hecho de que Cayo Bolívar, a pesar de soportar un esfuerzo pesquero inferior a la isla de San Andrés, presenta abundancias relativas (CPUE) superiores. De hecho, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la CPUE de la barracuda entre las áreas de pesca, resultante con menores valores para la isla de San Andrés, lo que coincide con lo reportado por Grandas (2002).

A lo largo del año, las mayores capturas de barracudas se registraron los meses de enero y diciembre, y las menores en febrero y abril. Sin embargo, para las diferentes técnicas de pesca y áreas, no se encontró por lo general diferencia estadística significativa en las abundancias relativas de la especie a lo largo del año, lo que es consistente con lo reportado por Grandas y Castro (2004).

**5.2.2 Condición de la Barracuda.** La mayor parte de los individuos capturados con línea de mano son adultos, sólo el 26% corresponden a individuos juveniles, lo cual denota buena selectividad del arte y técnica de pesca empleada por la pesquería artesanal. Esta situación contribuye notablemente a la sostenibilidad del

*stock* de barracuda, dado que gran parte de los individuos capturados tuvieron la oportunidad de reproducirse. Adicionalmente, existe un 10.9% de megareproductores, fragmento de la población de vital importancia dada su alta fecundidad.

La sostenibilidad del *stock* también se ve favorecida por el valor obtenido de la tasa de explotación ( $E_x = 0.14$ ), expresando que sólo el 14% de cada generación muere debido a la pesca. Cabe anotar que se consideran pesquerías insostenibles aquellas con  $E_x$  superiores a 0.5. Lo anterior es consistente con la baja mortalidad por pesca ( $F = 0.04$ ) y el valor de la mortalidad por pesca correspondiente al rendimiento máximo sostenible ( $F_{msy} = 0.05$  1/año), resultado que puede ser un reflejo de la baja explotación del *stock*. Sin embargo, se debe interpretar con mucha precaución los resultados obtenidos de mortalidad por pesca y tasa de explotación, dado que las rutinas corridas están diseñadas para el manejo de pesquerías monoespecíficas, pero este no es el caso de la pesquería evaluada que corresponde a una multiespecífica y de múltiples artes. Además, cabe anotar que en un ambiente caribeño formado por bancos y arrecifes coralinos aislados, como este Archipiélago, los recursos pesqueros importantes pueden dar una falsa impresión de abundancia, expresados en un potencial pesquero poco o no explotado, pero su densidad es relativamente baja en el área y su equilibrio ecológico es sumamente frágil (INDERNA, 1986).

Las barracudas evaluadas según el valor de la tasa reproductiva anual ( $\alpha = 0.41$ ) son consideradas como peces de baja fecundidad y/o desovadores de larga vida. Sin embargo, si se considera al *stock* en términos económicos, entonces la tasa máxima de interés ( $r_{max}$ ) que se puede derivar de él es el 11%; teniendo en cuenta que el tiempo en que demora en duplicarse la población ( $t_d = 6.6$  años) es menor que la edad máxima ( $t_{max} = 33$  años).

Respecto a la resiliencia del stock, entendida como la vulnerabilidad del *stock* ante la explotación que pueda llevar a una extinción del recurso pesquero. En el análisis realizado a las muestras de la barracuda fue baja, debido a los valores de  $r_{max}$ ,  $K$ ,  $t_m$  y  $t_{max}$  que los ubican en ese grado de resiliencia.

La longitud óptima calculada para la especie fue de 96.5cm, que corresponde a la marca de clase con la mayor biomasa en una población no explotada, donde el número de sobrevivientes multiplicado por el promedio de su peso alcanza su máximo. En consecuencia, la mejor estrategia de pesca de la barracuda es capturar individuos con tallas cercanas del **Lopt (+/- 10%)**, pero en la pesquería de San Andrés sólo un 25.3% de las barracudas capturadas tienen tallas comprendidas en este intervalo. Por consiguiente, un aumento en el número de individuos capturados alrededor del **Lopt** puede repercutir en mejores rendimientos de la pesquería.

## 6.0 CONCLUSIONES

- *Sphyaena barracuda* es un predador facultativo que se alimenta de peces (ictiófago) dependiendo del hábitat donde se encuentre. Su crecimiento es Alométrico negativo, creciendo rápido en edades tempranas y demoran muchos años en llegar a la longitud asintótica.
- La Barracuda presenta una talla media de madurez sexual entre 65.4 y 66.7 cm (sexos combinados y separados), demorando aproximadamente 4 años para alcanzarla; no se presentan diferencias significativas en la proporción de sexos, su fecundidad está entre los 66 280 y 1 301 472 huevos; los ovocitos tienen un diámetro entre los 5 y 42 micras; con desoves para hembras en Agosto del 2005 y en machos se puede dar durante todo el año.
- El análisis pesquero demostró que la especie ocupó el cuarto lugar en capturas artesanales de la isla durante el año 2005, donde la pesca es de tipo multiespecífico con cayo Bolívar como el área de mayor aporte y los meses de Diciembre y Enero los mayores en contribución (la línea de mano es el arte que más ejemplares captura).
- El esfuerzo pesquero estimado fue mayor en los bancos alrededor de la isla de San Andrés con la técnica de línea fusionada de trolling y media agua, arte de pesca que según el cálculo de la captura por unidad de esfuerzo resultó con diferencias significativas a nivel temporal debido a los valores altos en el mes de enero.
- La estrategia de pesca propuesta para la especie para obtener un mejor rendimiento de la captura del stock, es extraer peces con tallas alrededor del **Lopt**. Eso significa que no se deben capturar juveniles para dejarlos realizar su

crecimiento y potencial reproductivo, además de no capturar adultos viejos para obtener beneficio de su alta fecundidad y buenos genes.



## 7.0 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios del ictioplancton con el fin de conocer aspectos relacionados con los huevos y estados larvales de la especie de forma temporal y espacial en el área de estudio.
- A pesar de que en este estudio se realizó una buena estimación de los aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de la especie, es necesario realizar más muestreos en los distintos sitios de desembarque de la isla, incluir datos de otras áreas como el meridiano 82 y alrededor de San Andrés, además de aplicar estos estudios en Providencia y Santa Catalina con mayor frecuencia y a otras especies de gran importancia dentro de la pesca artesanal del archipiélago.
- Como estrategia en la pesquería para la especie se propone que para obtener un mejor rendimiento de la captura del stock, se deben extraer peces con tallas alrededor del **Lopt**; es decir que no se deben capturar juveniles en orden de dejarlos realizar su crecimiento y potencial reproductivo, y adultos viejos para obtener beneficio de su alta fecundidad y buenos genes.
- A pesar de la impresión de abundancia que puedan dar los recursos pocos o no explotados, hay que tener en cuenta que la densidad puede ser baja en el área y que el equilibrio ecológico de ciertos potenciales es sumamente frágil.

## 8.0 BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, P. B. 1980. The life history patterns in marine fishes and their consequences for fisheries management. Fish. Bul, U.S: 78: 1-12.

ALVAREZ- LEON, R. Capturas comerciales con palangre en la zona económica exclusiva frente a la Guajira, Caribe de Colombia. Rev. Biol. Trop., 50(1): 227-231, 2002.

BARRETO, C., CARRILLO, M., & TURRIAGO, R. Boletín estadístico pesquero 1994. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá 1995, 33p.

BARRETO, C., & TURRIAGO, R. Boletín estadístico pesquero 1995. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá 1995, 36p.

BARRETO, C., & MOSQUERA, B. Boletín estadístico pesquero 1999 - 2000. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá 201, 114p.

BLANCO, J. A. Archipiélago de San Andrés y Providencia: Batimetría. Sociedad geográfica de Colombia. 2003. p 7. Academia de ciencias geográficas.

BEVERTON, R.J.H. & S.J. HOLT. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special references to sources of bias in catch sampling. Rapp. P.-V. Réun. CIEM 140: 67-83.

CARPENTER, K.E. FAO, SPECIES IDENTIFICATION GUIDE FOR FISHERY PURPOSES. 2001. *The living Marine Resources of the Western Central Atlantic (Area 31)*. Vol. 1 .p 1-600.

\_\_\_\_\_ 2001. *The living Marine Resources of the Western Central Atlantic (Area 31)*. Vol. 2 .p 601-1374.

\_\_\_\_\_ 2001. *The living Marine Resources of the Western Central Atlantic (Area 31)*. Vol. 3 .p 1375- 2055.

CARREÑO, C. Pesca artesanal en el Archipiélago. Santa fe de Bogotá 1993. 15p.

CASTRO, E. & THYME, E. Estudio de factibilidad técnica de la implementación de un nuevo modelo de nasa artesanal en la Isla de San Andrés. CORALINA 1996. 17p.

CASTRO, E. Régimen Espacial y Temporal de la Captura y Esfuerzo en la Pesquería Artesanal de la isla de San Andrés, Caribe Colombiano: Inferencias sobre la estructura de la Comunidad íctica. San Andrés Isla. 2005. 141p. Trabajo para optar al título de M.sc. en Biología marina. Universidad Nacional de Colombia Sede San Andrés. Facultad de Ciencias.

CERVIGON, F. Los Peces marinos de Venezuela. Volumen 1. Editorial Fundación Científica los Roques. Caracas Venezuela. 1993 p.425.

\_\_\_\_\_, Los Peces marinos de Venezuela. Volumen 2. Editorial Fundación Científica los Roques. Caracas Venezuela. 1993 p.295.

\_\_\_\_\_, Los Peces marinos de Venezuela. Volumen 3. Editorial Fundación Científica los Roques. Caracas Venezuela. 1994 p.497.

\_\_\_\_\_, Los Peces marinos de Venezuela. Volumen 4. Editorial Fundación Científica los Roques. Caracas Venezuela. 1996 p.389.

COLCIENCIAS. Programas nacionales de ciencias y tecnología. 1999 – 2004. Santa Fe de Bogotá D.C. 1999 69p.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA (DANE). 2001. Lineamientos para una política poblacional y territorial en el Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, segunda versión. Unpublished report. Dirección de Censos y Demografía. Bogotá.

DE SYLVA, D. Systematics and Life History of the Great Barracuda *Sphyraena barracuda* (Walbaum), Institute of Marine science. University of Miami press. USA. 1963. 179p.

DIAZ, J; DIAZ-PULIDO, G; GEISTER, J; GARZON-FERREIRA, J; SANCHEZ, J. Y ZEA, S. Atlas del los arrecifes coralinos del Caribe colombiano 1. complejos arrecifales oceánicos. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José B. Vives de Andreis” (INVEMAR). Santa Marta. 1996 p 16.

FIGUEROLA, M., D. MATOS- CARABALLO & W. TORRES. 1999. Maturation and reproductive seasonality of four ref. fish species in Puerto Rico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute*.50: 938- 967.

FROESE, R. and BINOHLAN, C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data, *Journal of fish biology* 56.

- FROESE, R., BINOHLAN, C. and PAULY D. Empirical equations to estimate natural mortality in fishes. In press.
- FROESE, R. 2004. Length-Frequency Analysis Wizard (*Sphyraena barracuda*). Fish base Estimation of Life-History Key Facts.
- FROESE, R. & PAULY, D. 2006. Estimation of Life - History Key Facts. Fish base.
- GALLEGO, J. Artes y Métodos de Pesca artesanal utilizados en San Andrés Isla, Caribe Colombiano, Informe final. CORALINA 1997. 37p.
- GAYANILO, F.C.JR., SPARRE, P. & PAULY, D. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (Fisat II). Rome. 2002.
- GRANDAS, Y. Caracterización de la pesquería artesanal de especies pelágicas en la isla de San Andrés en el caribe occidental. Bogotá, 2002, 108p. Trabajo de grado. Facultad de ciencias. Programa biología universidad de los Andes.
- GRANDAS, Y. & CASTRO. E. 2004. Régimen de captura y esfuerzo en la pesquería artesanal de especies pelágicas en la isla de San Andrés, Caribe occidental. *Proceedings of the Golf and Caribbean Fishery Institute*. 55: 223 - 235.
- GUZMÁN, H., & JÁCOME, G. Pesca artesanal en la reserva biológica Cayos cochinos, Honduras. *Rev. Biol. Trop.*, 46 Supl. (4): 151-163, 1998. p. 157.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC), San Andrés y Providencia; Aspectos Geográficos Agustín Codazzi. Bogotá 1986, D.C. 156p.
- INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL AMBIENTE (INDERENA). Consideraciones para un plan de manejo del recurso pesquero en el Archipiélago de San Andrés y Providencia. Bogotá 1986. 8p.
- LAEVASTÚ, T. 1971. Manual de métodos de Biología Pesquera. Acribia. España. 243p.
- MADRID, N. Hábitos alimenticios del Old Wife *Balistes vetula* (Linnaeus, 1758) en la Isla de San Andrés y Cayo Bolívar, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina- Caribe Colombiano. 2001, 6p
- MANJARRES, L., INFANTE, J., RUEDA, A. Y ESCORSIA, F. 1993. Carta pesquera del área de Santa Marta. Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la pesca artesanal marítima en el área de Santa Marta. Informe técnico final INPA-CIID-Universidad del Magdalena. P 45-53.

MANRIQUE, M & ARANGO, L. Captura y esfuerzo pesquero en las islas de Providencia y Santa Catalina. Informe final. Old Providence. 1996. 11p.

MATEO, I. 2002. Survey of resident participation in recreational fisheries activities in the U.S. Virgin island. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute*. 55: 215.

MEDINA, A. 2004. La pesca en Quintana Roo, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute*. 55: 36-43.

MEDINA, J. Pesca artesanal en las islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe Colombiano): Distribución espacial y temporal de los recursos capturados con línea de mano. Providencia. 2004. 113p. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Postgrado en Biología- Línea Biología Marina.

MOW, J M., AGUILERA, C. & TABET, S. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: una reserva de Biosfera en el Caribe Colombiano. CORALINA. 2003. 64p.

NAGELKERKEN, I., ROBERTS, C.M., van der VELDE, G., DAVENBOSCH, M., van RIEL, M.C., COCHERET DE LA MARINIÈRE, E. & NIENHUIS, P.H. How important are mangroves and seagrass beds for coral-reef fish? The nursery hypothesis tested on an island scale. *Marine Ecology Progress Series*. Vol 244: 299-305, 2002.

NELSON, J. Fishes of the World. Tercera edición. John Wiley and Sons, Inc. 1994, 600p.

NIKOLSKY, G. V. 1969. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Edinburg, Oliver & Boyd. 323 p.

O`BRIEN, L. *et al.*, Maturation of nineteen species of fine fish of the north east coast of the United States, 1985 – 1990. NOAA Tech. Rep. NMFS 113, 66p.

OCHOA, V. Caracterización trófica de peces asociados a ecosistemas costeros en San Andrés Isla, Caribe Colombiano. Bogotá, 2003. 88p. Trabajo de grado. Facultad de Biología marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

ODUM, W.E. 1970. Pathways of energy flow in a south Florida estuary. PhD: Dissertation, Univ. Miami, Coral Gables. 180p.

PATERSON. S. E. Group occurrence of great barracuda (*Sphyrna barracuda*) in the Turks and Caicos Island. *Bulletin of Marine Science*. Vol. 63 (3). 1998.

PATTENGILL, C.V., SEMMENS, B.X. & GITTINGS. Reef fish trophic structure at the flower gardens and Stetson bank, NW Gulf of Mexico. Proceedings of the 8<sup>th</sup> international coral reef symposium. Panamá. June 24-29, 1996., Vol. 1 p1023-1028. 1997.

PAULY, D. 1978. A preliminary compilation of fish length growth parameters. Ber. Inst. Meereskd, Christian – Abrechts Univ. Kiel (55): 1-200.

PAULY, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Ber. Inst. F. Meereskunde Univ. Kiel. No 63, xv + 156 p.

\_\_\_\_\_. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM 39(2): p175-192. 1980.

\_\_\_\_\_. A mechanism for the juvenile-to-adults transition in fishes. J. Cons. CIEM 41: p280-284. 1984.

PINKAS, L., M. S. OLIPHANT & I. L. K. IVERSON. 1971. Food habits of Albacore, blue fin tuna, and bonito in California water. Calif. Fish and Game, Fish Bull. 152: 1-105.

POMARE. C. Caracterización de la Pesquería Artesanal de San Andrés y Algunos Aspectos Biológicos y Pesqueros de la Saltona (*Ocyurus chrysurus*) y el Bonito (*Thunnus atlanticus*) Departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina Caribe Colombiano, Bogota Colombia 1999, p 40-44. Tesis de Biología Marina, Facultad de Biología Marina.

PORTER, H.T & MOTTA, P.J. A comparison of strike and prey capture of three species of piscivorous fishes: Florida gar (*Lepisosteus plathyrhincus*), red fin needle fish (*Strongylura notata*) and great barracuda (*Sphyraena barracuda*). Marine biology (2004). 145: 989-1000.

RANDALL, J.E. 1967. Food habits of ref. fishes of the West Indies. Stud. Trop. Oceanogr. Univ. Miami. 5: 663-847.

RAYMOND. J.R. & MILLER. K. California's Marine living resources: A status report: California's Barracuda. California's Department of fish and game, December 2001. p 219-221.

REY, I y ACERO, A 2002 Biodiversidad íctica del Caribe colombiano, Publicación en línea, Universidad Jorge Tadeo Lozano 190p + Anexos, fecha de consulta: junio de 2002.

REYES, A. Hábitos alimentarios y algunos aspectos reproductivos de la Cojinúa negra *Caranx crysos* (Mitchill, 1815) capturado con chinchorro Bahía de Taganga, Caribe colombiano. Bogota Colombia. 1999. 131p. Tesis de Biólogo Marino. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

Riker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* (191), 382 p.

SCHMIDT. W. Food habits, length-weight relationship and condition factor of young great barracuda *Sphyraena barracuda* (walbaum), from Florida bay; Everglades National park, Florida. *Bulletin of Marine Science.* 1989 Vol. 44(1) p 163-170.

SPARRE, P. & VENEMA S.C. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Vol.1: Manual. FAO., Documento técnico de pesca. Roma. 1997. 413p.

TRESIERRA, A. & Z. CULQUICHICÓN. Manual de Biología Pesquera. Editorial Libertad. Trujillo, Perú. 1995. 227 p.

VICTORIA. "Taxonomía, Osteológica, Toxicidad y Biología Comparada del Genero *Sphyraena* (Pisces: Perciformes: Sphyraenidae) en la Región de Santa Marta (Magdalena, Colombia). Bogota Colombia, 1987, 253p. Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia.

WEIDNER, D.; LAYA, G.; FOLSOM, W. y J. SERRANO. 2001. "Caribbean island", art B, section 1 – 4 in "Latin America", World swordfish fisheries: An analysis of swordfish fisheries, markets trends, and trade patterns., *NOAA Tech. Memo*, Vol. IV: 1316 p.

YÁÑEZ-ARANCIBIA, L. A., Observación sobre *Mugil curema* Valenciennes en áreas de crianza. México. Alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas, *Anales del instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM* 1976. Vol. 3(1) p 93-124.

YÁÑEZ-ARANCIBIA. L. A., LARA-DOMINGUEZ. L., AGUIRRE-LEON. A., AMEZCUA-LINARES. F. & CHAVANCE. D. 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales: Factor ambiental que regulan la estratificación biológica y la población. p 311-366 *Fish community ecology in estuarios on coastal lagoons: towards an ecosystem integration*. Yañez-Arancibia (Eds). Cap. 15 654p.

## ANEXOS

### ANEXO A

Descripción macroscópica de sexo y estadio de madurez silva (1963).

ESTADIO	MACHOS	HEMBRAS
I	Inmaduros. Testículos de color blanco a pardo claro; vasos sanguíneos no desarrollados en la superficie firmes en textura	Inmaduros y en reposo. Ovarios llenos de huevos inmaduros; de color rosado y translucidos en individuos jóvenes; rojos en individuos mayores; vasos sanguíneos generalmente no visibles
II	Maduración mas firmes en textura; algunos vasos sanguíneos desarrollados en la superficie pero el esperma no fluye del testículo.	En maduración. Llenos de huevos en maduración; color rosado oscuro o amarillo; ovarios opacos; aparecen vasos sanguíneos débiles, rojizos como tiras transversales.
III	Maduro. Testículos blancos y más gruesos que en el estadio II; vasos sanguíneos más desarrollados; el esperma fluye hacia fuera del testículo cuando estos son presionados	Ovarios casi maduros. Huevos pequeños y visibles, unidos a la membrana ovárica, pero no se separan fácilmente; vasos sanguíneos de color rojo brillante y llenos de sangre.
IV	Desovados. Testículos delgados y flácidos vasos sanguíneos reducidos; esperma no presente.	Ovarios maduros. Huevos de mayor tamaño que el estadio III; fácilmente separable de la membrana ovárica; vasos sanguíneos de color rojo brillante a púrpura; ovarios de color amarillo opaco.
V		Desovados. Parecidos a una bolsa flácida con algunos huevos inmaduros, ocasionalmente adherido a las paredes; ovarios de color rojo oscuro



## ANEXO B

### FOTOS

Foto 1. Medición en campo de los ejemplares capturados para los análisis posteriores.



Foto 2. Toma del peso eviscerado en campo de los ejemplares capturados



Foto 3. Extracción y preservación de los estómagos de la Barracuda utilizados para el estudio de los hábitos tróficos.

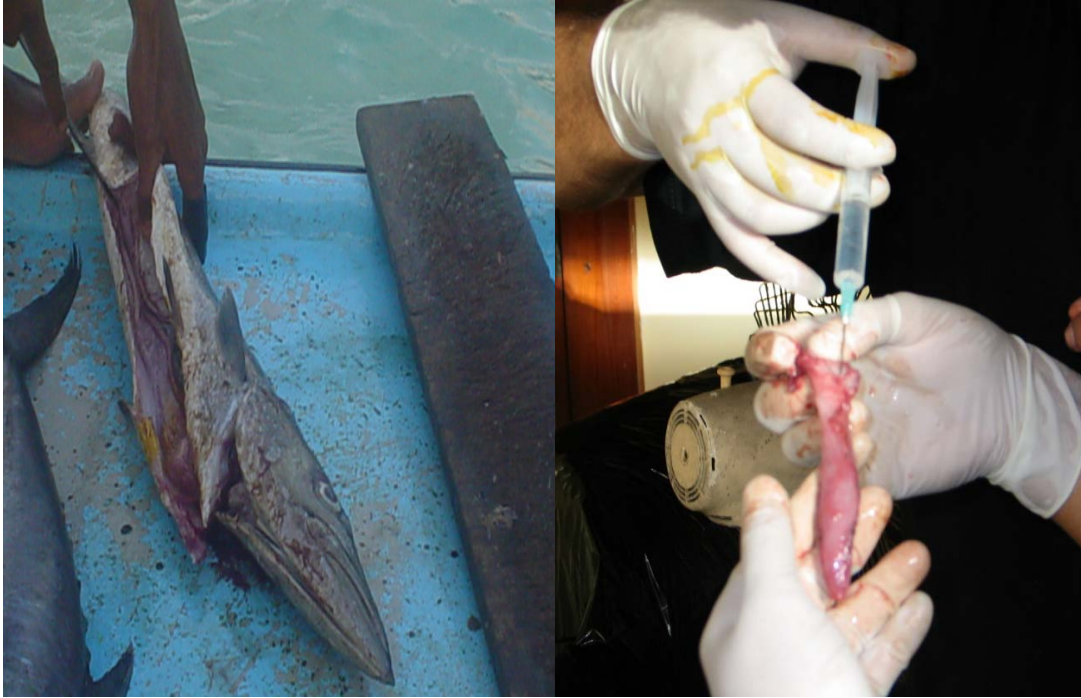


Foto 4. Pesaje de los estómagos y de los ítems alimenticios para el análisis trófico de la barracuda.



Foto 5. Gónada madura en estado de maduración IV, empleada para el cálculo de la fecundidad de la Barracuda.



Foto 6. Estados de madurez sexual de las Barracudas hembras; gónadas en estados del I al IV

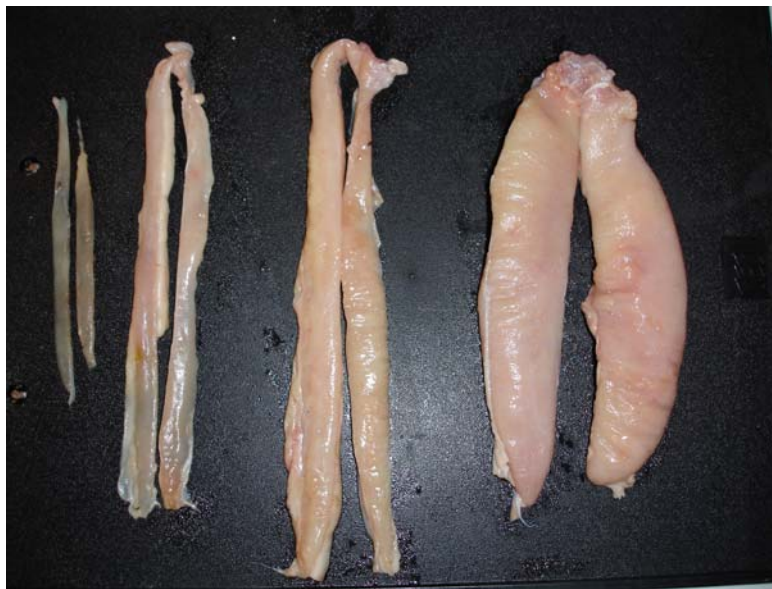




Foto 7. Estados de madurez sexual de las Barracudas machos; gónadas en estados del I al IV



## ANEXO C

### UBICACIÓN TAXONÓMICA DE *Sphyraena barracuda* Y DE LOS ÍTEMS ENCONTRADOS EN SU DIETA.

Ubicación Taxonómica De *S. barracuda* Según Nelson (1994):

PHYLUM Chordata

SUBPHYLUM Vertebrata

SUPERCLASE Gnathostomata

CLASE Actinopterygii

SUBCLASE Neopterygii

SUPERORDEN Acanthopterygii

ORDEN Perciformes

SUBORDEN Scombroidei

FAMILIA Sphyraenidae

*Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792)



Para el caso de los peces encontrados a continuación se presentan la ubicación taxonómica de los ítems según Nelson (1994)

PHYLUM Chordata

SUBPHYLUM Vertebrata

SUPERCLASE Gnathostomata

CLASE Actinopterygii

ORDEN Clupeiformes

FAMILIA Clupeidae

GENERO *Opistonema*

ESPECIE *Opistonema oglinum*

ORDEN Mugiliformes

FAMILIA Mugilidae

GENERO *Mugil*

ESPECIE *Mugil cephalus*

ORDEN Beloniformes

FAMILIA Belonidae

GENERO *Ablenes*

ESPECIE *Ablenes hians*

GENERO *Strongilura*

ESPECIE *Strongilura marina*

FAMILIA Exocoetidae

GENERO *Cypselurus*

ESPECIE *Cypselurus melanurus*

ESPECIE *Cypselurus cyanopterus*

GENERO *Paraexocoetus*

ESPECIE *Paraexocoetus hillianus*

FAMILIA Serranidae

GENERO *Mycteroperca* sp

FAMILIA Carangidae

GENERO *Caranx*

ESPECIE *Caranx hippos*

FAMILIA Lutjanidae

GENERO *Ocyurus*

ESPECIE *Ocyurus chrysurus*

GENERO *Rhomboplites*

ESPECIE *Rhomboplites aurorubens*

FAMILIA Haemulidae

GENERO *Haemulon*

ESPECIE *Haemulon plumieri*

FAMILIA Scaridae

GENERO *Scarus*

ESPECIE *Scarus vetula*

GENERO *Sparisoma* sp

FAMILIA Acanthuridae

GENERO *Acanthurus*

ESPECIE *Acanthurus bahianus*

ESPECIE *Acanthurus sp.*

FAMILIA Scombridae

GENERO *Thunnus*

ESPECIE *Thunnus atlanticus*

GENERO *Thunnus sp.*

GENERO *Katsuwonus*

ESPECIE *Katsuwonus pelamis*

GENERO Morfotipo 1

ORDEN Tetraodontiformes

FAMILIA Balistidae

GENERO *Balistes*

ESPECIE *Balistes vetula*

GENERO *Canthidermis sp*

FAMILIA Diodontidae

GENERO *Diodon*

ESPECIE *Diodon hystrix*



