LIP//NV

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

AREA DE RECURSOS VIVIENTES

NEGOCIADO DE PESCA Y VIDA SILVESTRE

LABORATORIO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS

Informe final del proyecto titulado

Madurez sexual y estacionalidad reproductiva del carite (*Scomberomorus cavalla*) y la sierra (*S. regalis*) en Puerto Rico

preparado por

Miguel Figuerola Fernández
y
Wilfredo Torres Ruiz

sometido por

Aida Rosario Jiménez
Directora
Laboratorio de Investigaciones Pesqueras

Junio de 2003

Resumen

Entre agosto del 2001 y noviembre del 2002 se colectaron, a través de todo Puerto Rico, 357 especímenes de *Scomberomorus regalis* y 334 de *S. cavalla* con el propósito de describir el ciclo reproductivo anual y estimar el tamaño de madurez sexual. Para *S. regalis*, el análisis histológico de las gónadas reveló que el 50% de los machos y hembras son maduros a los 350 y 413 mm largo horquilla (Lh), respectivamente. Los machos de *S. cavalla* maduran a los 405 mm Lh, mientras las hembras lo hacen a los 585 mm LH. Todas los machos de *S. regalis* mayores de 450 mm Lh son maduros, mientras en las hembras ese tamaño es de 550 mm Lh. En *S. cavalla,* todos los machos y hembras mayores de 550 y 750 mm Lh, respectivamente, son maduros. En *S. regalis*, la distribución mensual de las etapas de desarrollo gonadal y las fluctuaciones del índice gonadosomático sugieren que esta especie se reproduce virtualmente durante todo el año, aunque se observa un período de mayor actividad reproductiva desde abril a septiembre. La temporada de desove en *S. cavalla* es también extendida, aunque entre los meses de septiembre a marzo existe poca o ninguna actividad. En ambas especies las hembras predominan en las clases de tamaño mayores. La información recopilada durante este estudio sugiere que la pesquería de *S. regalis* en Puerto Rico se ha mantenido estable durante los últimos años. El 11 % de los machos y el 37% de las hembras fueron capturados antes de alcanzar el tamaño de madurez sexual. Por otro lado, existen indicios de que para *S. cavalla* la situación es diferente. Los individuos de mayor tamaño (>30 libras) eran relativamente comunes en la década de los 1970, siendo actualmente muy escasos en los muestreos. Esa información ha sido suministrada y confirmada por varios pescadores comerciales y deportivos. El 14% de los machos y el 51% de las hembras de *S. cavalla* fueron capturadas por debajo del tamaño de 50% de madurez. Esa especie, por su importancia comercial y recreativa, ha sido considerada como sobrepescada en varias jurisdicciones y se han tomado medias de manejo conducentes a la recuperación de las poblaciones. En Puerto Rico se ha propuesto un tamaño mínimo de captura para S. *cavalla* y *S. regalis* que necesitan ser implementados.

Madurez sexual y estacionalidad reproductiva del carite (*Scomberomorus cavalla*) y la sierra (*S. regalis*) en Puerto Rico

Introducción

El género *Scomberomorus* (familia Scombridae) contiene 18 especies y está representado en las aguas de Puerto Rico por dos de ellas: la sierra (*S. regalis*) y el carite (*S. cavalla*). Ambas especies se encuentran en el Atlántico Occidental desde Massachussets hasta Brasil (Collette y Russo, 1979) y son de importancia para la pesca comercial y recreativa a lo largo de su zona de distribución. Se considera que la distribución de *S. regalis* está más asociada a los trópicos. *S. regalis* es una especie epipelágica costera que frecuenta las aguas claras alrededor de arrecifes de coral, ocasionalmente formando pequeñas escuelas. Su alimentación consiste principalmente de peces pequeños de la familia Clupeidae (sardinas y arenques), géneros *Harengula, Jenkinsia y Opisthonema* (Randall, 1967). Puede alcanzar un tamaño de unas 32 pulgadas y un peso de aproximadamente 25 libras. *S. cavalla* es también una especie epipelágica, principalmente costera, pero no es típica de áreas de arrecifes de coral (Cervigón et al., 1993). Los individuos de mayor tamaño suelen ser solitarios mientras que los de tallas menores forman escuelas compuestas de peces de tamaño similar. Esta especie realiza extensas migraciones a lo largo del Golfo de México y de la costa Atlántica de los Estados Unidos, aunque algunos individuos permanecen en zonas determinadas. Patrones de movimiento similares han sido observados en aguas de Islas Vírgenes y Puerto Rico (CFMC, 1983). Sus hábitos alimenticios son similares a los de *S. regalis* aunque incluye, además de las ya mencionadas, especies de las familias Lutjanidae, Carangidae y Hemiramphidae, entre otras (Collette y Russo, 1979). Alcanza un tamaño de 68 pulgadas y un peso de unas 100 libras.

Los datos recopilados por el Programa de Estadísticas Pesqueras del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA reflejan que, como grupo, *Scomberomorus* ocupa el segundo lugar en términos de libras reportadas durante el año 2001, superado solamente por los pargos (Matos, en prensa). Durante ese año se reportaron 84,711 lbs. de *S. regalis* y

101,572 lbs. de *S. cavalla*, para un total de 186,238 libras (6.5% del total de libras de pescado reportadas). Durante los últimos años los desembarcos reportados para las dos especies combinadas se han mantenido estables, fluctuando alrededor de las 180,000 libras por año (Figura 1).

La información publicada sobre *S. regalis* es escasa y en su mayoría se limita a estudios sobre la distribución y aspectos generales de la biología (Cervigón, 1994; Collette y Russo, 1979, 1984; García-Cagide, 1994). Finucane y Collins (1984) realizaron un estudio sobre la biología reproductiva en el sur de la Florida. En Cuba y Jamaica se han publicado algunos estudios sobre aspectos de la pesquería de esta especie (Howell-Rivero, 1953; Cooper, 1982; León y Guardiola, 1984). Erdman (1976,1978) publicó los únicos trabajos realizados en Puerto Rico que hacen referencia, en forma general, a la época de desove y pesquería de esta especie. Por otro lado, la literatura existente sobre *S. cavalla* es extensa, debido principalmente a su importancia comercial y recreativa en países como Estados Unidos y Brasil. Se han publicado estudios sobre la reproducción, edad y crecimiento, pesquerías y evaluación de las poblaciones, distribución de larvas, migraciones etc. (Manooch et al., 1978; Collette y Russo, 1979, 1984; Fishbase, 2003). En el Caribe, Sturm y Salter (1990) han estudiado aspectos reproductivos y la edad y crecimiento en Trinidad mientras Torres (1986) estudió aspectos de la biología general en Venezuela. Los únicos trabajos de los que tenemos conocimiento realizados para S. *cavalla* sobre esta especie en Puerto Rico son los de Erdman (1976, 1978).

En este trabajo se examinan principalmente dos aspectos de la biología reproductiva de la sierra y el carite que son esenciales para el desarrollo de estrategias de manejo: el estimado del tamaño al alcanzar la madurez sexual (TMS) y la determinación del período de desove por medio del estudio histólogico del ciclo reproductivo anual.

Métodos

Las muestras utilizadas en este estudio fueron obtenidas en su totalidad por personal del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del Negociado de Pesca y Vida Silvestre del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales gracias a la cooperación de pescadores a través de todo Puerto Rico. El período de muestreo se extendió de agosto

de 2001 a noviembre de 2002. Durante ese período de colectaron un total de 691 especímenes (Tabla 1).

Los artes de pesca utilizados fueron anzuelo y chinchorro de arrastre. Todos los peces fueron medidos y pesados a un milímetro (mm) y un gramo (g) de precisión. Todas las medidas mencionadas se refieren al largo horquilla (Lh). Las gónadas fueron removidas, pesadas a 0.01 g de precisión, y colocadas en fijador de Davidson (Yevich and Barszcz, 1981) para luego ser procesadas histológicamente utilizando parafina, seccionadas a 8 µm y teñidas con hematoxilina y eosina. La clasificación de las etapas de desarrollo de las gónadas de las hembras ha sido descrita en anteriores publicaciones (Figuerola et al., 1998). Para la clasificación de las etapas de desarrollo de las gónadas en los machos se siguieron los criterios histológicos utilizados por Sadovy et al. (1994).

El tamaño de madurez sexual se define aquí como la clase de tamaño en la que el 50% de los individuos son sexualmente maduros (incluyendo las etapas de madurez sexual 2-5 en el caso de las hembras). El ciclo reproductivo anual ha sido caracterizado por medio del porcentaje de hembras de cada etapa (etapas 2-5) presentes por mes. Para determinar el período de desove se tomaron como criterios principales la frecuencia de hembras en la etapa de desarrollo más avanzada (etapa H4) y el índice gonadosomático. Para la determinación más precisa de los días de desove se utilizó como criterio la presencia de ovocitos hidratados en la gónada. Para comparar la distribución de frecuencias de tamaño entre machos y hembras se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1981).

El índice gonadosomático (IGS), como indicador del momento del desove, fue calculado según la siguiente fórmula: IGS=[peso gónada/peso gónada+peso del pez]x100.

Resultados

Un total de 691 especímenes fueron colectados durante el período de muestreo que se extendió de agosto de 2001 a noviembre de 2002 (Tabla 1). El 94% (n=650) de las muestras se procesaron histológicamente. La Tabla 2 presenta datos sobre las medidas de los peces, por sexo para ambas especies, examinados histológicamente.

Scomberomorus regalis

La distribución de las frecuencias de tamaño de *S. regalis* se presenta en la Figura 2. La sierra de mayor tamaño colectada durante este estudio fue una hembra de 809 mm. El espécimen más pequeño midió 191 mm (Tabla 2).

De los 357 individuos analizados, 198 fueron hembras y 142 machos, con una razón de sexos de 1♂:1.4♀. A los restantes 17 no se les pudo determinar el sexo, debido a la pobre calidad de la muestra o a que eran especímenes muy pequeños con sexo indeterminado. Aunque se observa una tendencia de las hembras a predominar en las clases de mayor tamaño, no se encontró diferencia entre las distribuciones de frecuencia de tamaño de machos y hembras (Kolmogorov-Smirnov: $D=0.077$, $p>0.01$) (Figura 3).

Los machos maduran a tamaños menores que las hembras. El macho maduro más pequeño midió 262 mm Lh; mientras que la hembra madura de menor tamaño midió 295 mm Lh (Tabla 2). El tamaño de 50% de madurez sexual estimado para los machos fue de 350 mm Lh. Todos los machos son maduros a partir de los 450 mm Lh (Figura 4). En las hembras, el tamaño de madurez fue de 413 mm LH, siendo todas maduras a partir de los 550 mm Lh (Figura 5). Tomando como base la distribución de tamaños de la muestra total y los estimados de madurez mencionados anteriormente, el 11 % de los machos y el 37% de las hembras son capturados por debajo del tamaño de madurez sexual.

En la Figura 6 se muestra la variación mensual del índice gonadosomático de las hembras de *S. regalis.* El IGS comienza a incrementar a partir de marzo, alcanzando su máximo desarrollo en mayo, para luego descender rápidamente entre mayo y agosto.

La distribución por mes de las etapas de desarrollo gonadal de las hembras se presenta en la Figura 7. Durante todos los meses del año en los que se realizó muestreo, excepto enero, se consiguieron hembras maduras avanzadas. Un patrón muy similar se encontró para las hembras que ya habían desovado. Esos datos indican que *S. regalis* desova en Puerto Rico prácticamente todo el año. No obstante puede definirse un período de mucha mayor intensidad reproductiva entre los meses de abril a septiembre, siendo el mes de junio, y posiblemente julio, los de mayor actividad. El 52% de las sierras colectadas entre abril y septiembre fueron clasificadas como H4 (maduras avanzadas). El mes de junio fue el de mayor porciento de hembras H4, con un 87%. De octubre a marzo el porciento de

hembras H4 fue de 9%, fluctuando entre 0 y 20%. No se pudo establecer una relación entre la fase lunar y el momento de desove, ya que se encontraron hembras con ovarios con indicios de desove inminente o recién ocurrido a través de varias fases del ciclo lunar.

Scomberomorus cavalla

La Figura 8 presenta la distribución de las frecuencias de tamaño de *S. cavalla.* El carite de mayor tamaño conseguido en nuestros muestreos fue una hembra de 1,191 mm. El espécimen más pequeño midió 225 mm (Tabla 2).

De esta especie se analizaron 174 machos y 136 hembras, para un total de 310 individuos, resultando una razón de sexos de 1♂:0.8♀. No se pudo determinar el sexo de 24 especímenes. Se encontró una diferencia significativa en el tamaño entre machos y hembras (Kolmogorov-Smirnov: $D=0.182$, $p<0.05$) teniendo éstas un Lh promedio mayor y predominando claramente en las clases de tamaño sobre los 1,000 mm Lh (Figura 9).

Al igual que en *S. regalis,* los machos maduran a tamaños menores que las hembras. El macho maduro más pequeño midió 365 mm Lh. La hembra madura de menor tamaño midió 468 mm Lh (Tabla 2). El tamaño de 50 % de madurez estimado para los machos fue de 405 mm LH. A partir de los 550 mm todos los machos son maduros (Figura 10). Las hembras maduran a los 585 mm Lh, siendo todas maduras a partir de los 750 mm Lh (Figura 11). Utilizando el mismo criterio mencionado anteriormente para *S. regalis,* el 14% de los machos y el 51% de las hembras son capturados por debajo del tamaño de madurez sexual.

El IGS calculado entre agosto del 2001 y septiembre del 2002 alcanzó su valor máximo en el mes de abril, disminuyendo gradualmente entre mayo y junio y llegando a su punto más bajo en julio (Figura 12).

La Figura 13 muestra la distribución mensual de las etapas de madurez sexual. Durante los meses de abril a agosto el 39% de todas las hembras colectadas fueron maduras avanzadas, mientras que entre septiembre y marzo sólo el 3% poseían gónadas en ese estado de desarrollo. Los meses con mayor proporción de hembras maduras avanzadas fueron mayo y agosto, con 58 y 60 %, respectivamente. Durante los meses de enero, julio, septiembre, octubre y diciembre no se colectaron hembras en esa etapa. Estos datos sugieren que *S. cavalla* se reproduce en aguas locales principalmente entre abril y agosto, ocurriendo poca o ninguna actividad reproductiva el resto del año. Los especímenes de S.

cavalla con gónadas presentando signos de desove inminente fueron capturadas entre uno a cuatro días alrededor de la fase de luna nueva.

Discusión

Scomberomorus regalis

Al analizar la distribución de frecuencias de tamaño de esta especie se observa que las hembras tienden a predominar en las clases mayores. Funicane y Collins (1984) obtuvieron resultados similares en un estudio realizado en Florida. Ese patrón, en que un sexo es más abundante en ciertas clases de tamaño, es relativamente frecuente. Varios factores pueden explicar esas diferencias aunque es muy difícil, en la mayoría de los casos, determinar que factor o factores específicos explican las diferencias para una especie en particular. Entre las causas principales se incluyen la selectividad en las artes de pesca, diferencias en las tasas de crecimiento y/o mortalidad entre los sexos, variaciones de tamaño según la distribución geográfica y las combinaciones de estos y otros factores. En el caso de *S. cavalla* se ha corroborado por medio de estudios de edad y crecimiento que las hembras crecen más rápido que los machos. Es muy probable que el mismo fenómeno se de en *S. regalis,* aunque no conocemos de ningún trabajo sobre edad y crecimiento realizado en esta especie.

Nuestros datos indican que los machos de *S. regalis* alcanzan la madurez sexual a tamaños menores que las hembras. Todos los machos y hembras mayores de 450 y 550 mm Lh, respectivamente, son maduros. La misma tendencia ha sido reportada en Florida por Funicane y Collins (1984), aunque los tamaños de madurez son menores a los reportados en este estudio. Según estos autores, en Florida casi todos los machos mayores de 350 mm Lh son maduros. En el caso de las hembras, a partir de 375 mm Lh todas son maduras. Nuestros estimados fueron de 350 mm Lh para los machos y 413 mm Lh para las hembras, mientras que en Florida el 50% de los machos maduran entre los 325-350 mm Lh y las hembras entre los 350-400 mm Lh. En Cuba, García-Cagide et al. (1994) reportan un tamaño de madurez, sólo para las hembras, de 430 mm Lh. Cervigón (1994) estimó el tamaño de madurez en Venezuela en 416 y 415 mm Largo Total (Lt) para machos y hembras, respectivamente.

El tamaño de madurez sexual es un parámetro que está íntimamente relacionado a las condiciones del hábitat de la especie en cada región. Probablemente la disponibilidad de alimento juega un papel importante en este proceso. En Cuba la madurez promedio de un número considerable de especies ocurre a un 60% del tamaño máximo en ambos sexos (García-Cagide et al., 1994). En este estudio, los machos alcanzan la madurez a un 56% del tamaño máximo, mientras que las hembras a un 51%. Grimes (1987) señala que las poblaciones y especies de la familia Lutjanidae de áreas insulares maduran a tallas mayores que las continentales. También influyen en él factores externos como la intensidad de la explotación pesquera y la abundancia de depredadores (Wooton, 1990). Todo esto resalta la importancia de utilizar información obtenida localmente a la hora de establecer medidas de manejo basadas en el tamaño de madurez sexual. Varios estudios han demostrado que un aumento en la presión pesquera puede llevar a una reducción en el tamaño de madurez (Jorgensen, 1990; Harris y McGovern, 1997; Zhao y McGovern, 1997). Hasta donde tenemos conocimiento, los estimados de madurez calculados en este proyecto son los primeros hechos para estas especies en Puerto Rico, por lo cual no es posible hacer comparaciones en términos de su relación con cambios en la presión pesquera que hayan podido ocurrir.

La distribución mensual de las etapas de desarrollo gonadal y el indíce gonadosomático reflejan que aunque se produce algún grado de actividad reproductiva prácticamente durante todo el año, la mayor parte de esa actividad se lleva a cabo entre los meses de abril a septiembre. De nuestros datos también puede inferirse que existe un pico de desove en los meses de mayo, junio y probablemente julio, aunque no pudimos obtener muestras de ese último mes. Erdman (1976,1978) reportó que, en Puerto Rico, *S. regalis* se encuentra en condición de desove virtualmente todo el año, con un aumento durante la primavera y el verano. En Jamaica, la mayoría de los peces capturados entre abril y octubre en el área conocida como California Bank están desovando o poseen gónadas maduras (Cooper,1982). Según Finucane y Collins (1984), en las aguas costeras del sur de Florida la temporada de desove de la sierra se extiende a lo largo de casi todo el año. Estos autores encontraron hembras maduras avanzadas desde marzo a julio, con un pico de desove ocurriendo en abril y mayo. García-Cagide et al. (1994) mencionan la presencia de hembras con gónadas maduras avanzadas entre los meses de abril a diciembre en Cuba.

En Venezuela ocurre algún grado de actividad reproductiva casi todo el año, siendo más comunes los individuos maduros entre abril y septiembre (Cervigón, 1993).

Scomberomorus cavalla

Al igual que en el caso de *S. regalis,* las hembras de *S. cavalla* son más abundantes en las clases de tamaño mayores. Esta tendencia concuerda con varios estudios que han demostrado que las hembras de esta especie crecen más rápido y/o alcanzan tallas mayores que los machos ((Beaumariage, 1973; Johnson et al., 1983; de León y Guardiola, 1984; Manooch et al., 1987; Collins et al., 1989; Sturm y Salter, 1990; DeVries y Grimes, 1997).

De acuerdo al análisis de nuestros datos, los machos alcanzan la madurez a un 39% del tamaño máximo, mientras que las hembras a un 49 %. Nuestro estimado de madurez de 585 mm Lh para las hembras es, en términos generales, similar a varios de los estimados publicados para esta especie. En Trinidad, Sturm y Salter (1990) reportan un TMS de 585 mm Lh. En Brasil, el TMS estimado por Alves y Tomé (1967) fue de 586 mm Lh, mientras Gesteira y Mesquita (1976) reportan un Lh de 635 mm. Ivo (1972), también en Brasil, obtuvo un estimado de primera madurez entre 435-565 mm Lh, ocurriendo el 50% de madurez a los 770 mm Lh. En el sureste de Estados Unidos, Funicane et al.(1986) reportaron un TMS entre 449 y 699 mm Lh, según la región estudiada. En el sureste de Cuba el tamaño de madurez estimado es de 500 mm Lh (García-Cagide et al., 1994). El mayor TMS encontrado en la literatura es el reportado por Beaumariage (1973), quien estimó un valor de 840 mm Lh para las hembras en Florida. En el caso de los machos, en este estudio obtuvimos un Lh de 405 mm. Los estimados reportados por otros autores también reflejan un tamaño de madurez significativamente menor en los machos al compararlos con las hembras. En Florida y Trinidad, el TMS de los machos es de 730 y 545 mm Lh, respectivamente (Beaumariage, 1973; Sturm y Salter, 1990).

En términos de la estacionalidad reproductiva del carite en aguas locales, el IGS alcanzó su valor máximo en abril, disminuyendo gradualmente y llegando a su punto más bajo en julio. Ese dato, unido a la distribución mensual de las etapas de desarrollo de las gónadas sugieren que *S. cavalla* se reproduce en aguas locales principalmente entre abril y agosto, ocurriendo poca o ninguna actividad reproductiva el resto del año. Esto concuerda básicamente con Erdman (1976) quien señala que *S. cavalla* desova en Puerto Rico principalmente en julio y agosto, aunque encontró al menos una hembra con huevos listos

para el desove en abril y un macho maduro en noviembre. No obstante, es necesario recordar que los datos de Erdman están basados en observaciones visuales que carecen de la precisión que permite el análisis histológico realizado en este estudio. En el suroeste de Estados Unidos (desde Texas hasta Carolina del Norte) , Finucane et al. (1986) encontraron que la mayoría de los especímenes examinados entre mayo y septiembre estaban reproductivamente activos, encontrándose algunos individuos en condiciones de desove tan temprano como en abril y tan tarde como octubre. Resultados similares reportaron McEachran et al. (1980) para la región occidental del Golfo de México. En el noreste de Brasil el desove se ha observado a lo largo de todo el año (Ivo, 1972). Según datos preliminares, en Cuba el período de desove coincide con lo publicado por Beaumariage (1973) en Florida, quien señala que el mismo se extiende de abril a noviembre, con un pico en julio y agosto (de León y Guardiola, 1984).

Todas las gónadas de *S. cavalla* con evidencia de desove fueron capturadas alrededor de los días de fase de luna nueva. Ha sido establecido que pequeñas fluctuaciones en las condiciones ambientales del trópico pueden provocar notables variaciones en el estado fisiológico y conducir al establecimiento de un ritmo reproductivo específico. Entre los factores principales se han considerado la temperatura, el fotoperíodo y la fase lunar (ver García-Cagide et al., 1994).

Las etapas de desarrollo de las gónadas menos abundantes fueron las denominadas madura activa (etapa 3) y desovada (etapa 5). Ese resultado concuerda con lo expresado por García-Cagide et al. (1994). Dichos autores señalan que generalmente la vitelogénesis (el paso de los ovocitos de etapa 2 a etapa 4) ocurre rápidamente, en pocos días. La maduración final (paso de etapa 4 a etapa 5) ocurre en pocas horas, inmediatamente antes del desove.

La duración del desove a nivel individual (número de días que un mismo individuo puede desovar) no pudo ser estimada en este trabajo para ninguna de las dos especies bajo estudio. No obstante se ha estimado que ese período varía desde un día en las lisas o jareas (familia Mugilidae) hasta 30 días en las sardinas (Familia Clupeidae). La duración del período de desove a lo largo de varios meses, a nivel de población, se logra gracias a que diferentes grupos de individuos van desovando en cada momento del mes o año y en cada grupo de tamaño o edad. Esa prolongación es un mecanismo importante para mantener la

afluencia de reclutas durante una gran parte del año y así aumentar las probabilidades de poder colonizar los espacios disponibles que van quedando vacantes. Es posible que el desfase entre la ocurrencia de los picos de desove y la fase lunar observado entre *S. regalis* y *S. cavalla* sirva para lograr un mejor aprovechamiento de las condiciones de tiempo y espacio para el desarrollo de las larvas y juveniles (ver García-Cagide et al., 1994).

Los desembarcos del género *Scomberomorus* reportados por los pescadores comerciales en Puerto Rico en los últimos años, en combinación con el porciento de individuos capturados por debajo del tamaño de madurez sexual y la distribución de las frecuencias de tamaño sugieren que la pesquería de *S. regalis* está estable en aguas locales. Por otro lado, el alto porciento de hembras de *S. cavalla* capturadas por debajo del TMS y la escasez de peces de gran tamaño (>30 libras) en nuestros muestreos son indicios de una posible situación de sobrepesca. Pescadores comerciales y recreativos que por años se han dedicado a pescar esta especie, nos han confirmado que los ejemplares grandes, comunes entre los años 1970 y 1980, han ido desapareciendo y hoy en día son considerados raros.

En el Golfo de México y la costa sureste de Estados Unidos, se establecieron planes de manejo para esta especie a mediados de la década de los ochenta, en respuesta a una disminución en las capturas asociada a un marcado aumento en la presión pesquera por parte de los sectores comercial y recreativo (Legault, 1998). Actualmente existen, en todos los estados del sureste de Estados Unidos y Golfo de México, medidas de manejo para ambos sectores. Los pescadores recreativos tienen un límite de tamaño de 24" Lh y un máximo de 1 a 3 peces/pescador/día, dependiendo del estado o la época. Para el sector comercial existen también límites de tamaño, de posesión de individuos y cuotas anuales, por región y por arte de pesca (GMFMC, 2003a,b). Según Legault (1998) las medidas de manejo tomadas han dado resultados positivos y las poblaciones están es recuperación. Dada la situación descrita para *S. cavalla*, medidas tales como un límite de tamaño y de posesión deberían ser establecidas en Puerto Rico para esta especie. De hecho, el Reglamento de Pesca de Puerto Rico, propuesto bajo la Ley 278, establece un tamaño mínimo de 19.9" (505 mm Lh). Utilizando el estimado más preciso obtenido en este estudio, éste podría ser cambiado a 23" (585 mm Lh). El tamaño mínimo de 16" Lh, propuesto para *S. regalis* en el reglamento mencionado, concuerda con la medida estimada en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a la División de Pesca y Vida Silvestre del DRNA por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo. La ayuda de Aida Rosario, directora, y de Daniel Matos, supervisor del programa de Estadísticas Pesqueras, del personal administrativo y de los agentes pesqueros del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras fue fundamental para el proyecto. Por último, gracias a todos los pescadores que cooperaron desinteresadamente proveyendo muestras, su experiencia y su conocimiento. Definitivamente, sin su ayuda no hubiera sido posible completar este proyecto.

LITERATURA CITADA

Alves, M.I.M. y G.S. Tome. 1967. Alguns aspectos do desenvolvimento maturativo das gonadas da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829). Arq. Estac.Biol. Mar. Univ. Fed. Ceara 7(1):1-9 [en portugués , resumen en inglés].

Beaumariage, D.S. 1973. Age, growth and reproduction of king mackerel *Scomberomorus cavalla*, in Florida. Fla. Mar. Res. Publ. 1, 45 p.

Cervigón, F. 1994. Los peces marinos de Venezuela. Volumen 3. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 295 p.

Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A.J. Lemus, R. Márquez, J.M. Poutiers, G. Robaina y B. Rodríguez. 1993. Fichas FAO de indentifación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome. 513 p. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD.

Claro, R. 1994. Características generales de la ictiofauna. p. 55-70. In R. Claro (ed.) Ecología de los peces marinos de Cuba. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba y Centro de Investigaciones de Quintana Roo.

Collete, B.B. y J.L. Russo. 1984. Morphology, systematics, and biology of the Spanish mackerels (*Scomberomorus,* Scombridae). Fish. Bull. 82(4):545-692.

CFMC (Caribbean Fishery Management Council). 1983. Fishery management plan and environmental impact statement for the coastal migratory pelagic resources, draft. Carib. Fish. Manage. Counc., San Juan, Puerto Rico. 195 p.

Collete, B.B. y J.L. Russo. 1979. An introduction to the Spanish mackerels, genus *Scomberomorus*. p. 3-16. In E.L. Nakumua and H.R. Bullis (eds.) Proceedings of the Mackerel Colloquium. Gulf States Marine Fisheries Commision No. 4.

Collins, M.R., D.J. Schmidt, C. Wayne Waltz y J.L. Pickney. 1989. Age and growth of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, from the Atlantic coast of the United States. Fish. Bull. 87:49-61.

Cooper, A. 1982. A preliminary study of the fishery for cero mackerel (*Scomberomorus regalis*, Block) in Jamaican waters. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 34:149-154.

DeVries, D.A. y C.B. Grimes. 1997. Spatial and temporal variation in age and growth of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, 1977-1992. Fish. Bull. 95(4):694-708.

Erdman, D. S. 1976. Spawning patterns of fishes from the Northeastern Caribbean. Puerto Rico Dept. Agric., Agric. And Fish. Contrib. 8(2):1-36.

Erdman, D.S., 1978. Commercial pelagic fishing survey around Puerto Rico. PL 88-309 as amended, Project No. 2-258-R. 166 p.

Figuerola, M., D. Matos-Caraballo y W. Torres. 1998. Madurez y estacionalidad reproductiva de cuatro especies de peces de arrecife de importancia comercial en Puerto Rico. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 50:

Finucane, J.H. y L.A. Collins. 1984. Reproductive biology of cero, *Scomberomorus regalis*, from the coastal waters of South Florida. Norheast Gulf Scie. 7(1):101-107.

Finucane, J.H., L.A. Collins, H.A. Brusher, y C.S. Saloman. 1986. Reproductive biology of king mackerel, Scomberomorus cavalla, from the southeastern United States. Fish. Bull., U.S. 84:841-850.

Fishbase. 2003. Species summary for ciro, *Scomberomorus regalis*, and for king mackerel, *Scomberomorus cavalla*. Website: http://www.fishbase.org

García-Cagide, A., R. Claro y B.V. Koshelev. 1994. Reproducción. p. 187-262. In R. Claro (ed.) Ecología de los peces marinos de Cuba. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba. And Cen. Invest. Quintana Roo (CIQRO) México.

Gesteria, , T.C.V. y A.L.L. Mesquita. 1976. Epoca de reproducao, tamanho e idale no primera desova da cavala e da serra, no costa no Estado do Ceara. Brazil. Arq. Cienc. Mar 16(2):83-86 [en portugués, resumen en inglés].

Grimes, B.C. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae. A review. Pages 240-294. In J. Polovina and S. Ralston (eds.) Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Western Press, Inc.

Gulf of Mexico Fishery Management Council. 2003a. Commercial fishing regulations for Gulf of Mexico Federal Waters. A publication to NOAA Award No. NA17FC2203.

Gulf of Mexico Fishery Management Council. 2003 b. Recreational fishing regulations for Gulf of Mexico Federal Waters. A publication to NOAA Award No. NA17FC2203.

Harris, P.J. y J.C. McGovern. 1997. Changes in the life history of red porgy, *Pargus pagrus*, from the southeastern United States. 1972-1994. Fish. Bull. 95(4):732-747.

Howell-Rivero, L. 1953. Los escómbridos en Cuba: su biología e industrialización. Centro de Investigaciones Pesqueras del Banco de Fomento Agrícolas e industriales, Contribución No. 2, Habana, Cuba, 105 p.

Ivo, C.T.C. 1972. Epoca de desova i idade no primeira maturacao sexual da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), no Estado do Ceara. Arq. Cienc. Mar 12(2):27-29 [en portugués, resumen en inglés].

Johnson, A.G., W.A. Fable, Jr., M.L. Williams and L.E. Barger. 1983. Age, growth and mortality of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, from the southeastern United States. Fish. Bull. 81(1):97-106.

Jorgensen, T. 1990. Long-term changes at first maturity of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua* L.). J. Cons. Cons. Int. Explor. Mer. 46:235-248.

León, M.E. y M. Guardiola. 1984. Caracterización biológico-pesquera del género *Scomberomorus* de la zona suroriental de cuba. Rev. Cub. Invest. Pesq. 9(3-4):1-26.

Legault, C.M. 1998. Status review of king mackerel in the Gulf of Mexico. Our Living Oceans, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, Florida, 7 p.

Manooch, C.S. III, S.P. Naughton, C.B. Grimes y L. Trent. 1987. Age and growth of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, from the U.S. of Mexico. Mar. Fish. Rev. 49(2):102-108.

Manooch, C.S. III, E.L. Nakamura y A.B. Hall. 1978. Annotated bibliography of four atlantic scombrids: *Scomberomorus brasiliensis, S. cavalla, S. maculates,* and *S. regalis*. NOAA Technical Report NMFS Circular 418. 166 p.

Matos-Caraballo, D., (En prensa). Overview of Puerto Rico's small-scale fisheries statistics, 1998-2001. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 55:

McEachran, J.D., J.H. Finucane y L.S. Hall. 1980. Distribution, seasonality and abundance of king and Spanish mackerel larvae in the northwestern Gulf of Mexico (Pisces:Scombridae). Northeast Gulf Sci. 4:1-16.

Nomura, H. y M.S. de Sousa Rodríguez. 1967. Biological notes on king mackerel, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), from northeastern Brazil. Arq. Estac. Biol. Mar. Univ. Ceará, Fortaleza 7(1):79-85.

Randall, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. Stud. Trop. Oceanogr., 5:665-847.

Sadovy, Y., A. Rosario, y A. Román. 1994. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. Env. Biol. Fish. 41:269-286.

Sokal, R.R. y F. J. Rohlf. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company, San Francisco, Cal. 859 p.

Sturm, M.G. de L. y P. Salter. 1990. Age, growth, and reproduction of the king mackerel *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) in Trinidad waters. Fish. Bull. 88(2):361-370.

Torres, A. 1986. Aspectos biológicos del carite lucio *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829), Pises Scombridae, en el norte, en el Norte del Estado Sucre. Tesis Postgrado. Inst. Oceanogr. de Venezuela, UDO, Cumaná.

Yevich, P.R. y C.A. Barszcz. 1981. Preparation of aquatic animals for histopathological examination. Aquat. Biol. Sect., Biol. Methods Br., Environ. Monit. and Support Lab., U.S. Environ. Protect. Agcy, Cincinnati, 81 pp.

Wooton, R.J. 1990. Ecology of teolost fishes. Chapman and Hall, New York, NY. 404 p.

Zhao, B. y J.C. McGovern. 1997. Temporal variation in sexual maturity and gear-specific sex ratio of the vermillion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, in the South Atlantic Bight. Fish. Bull. 95(4):837-848.

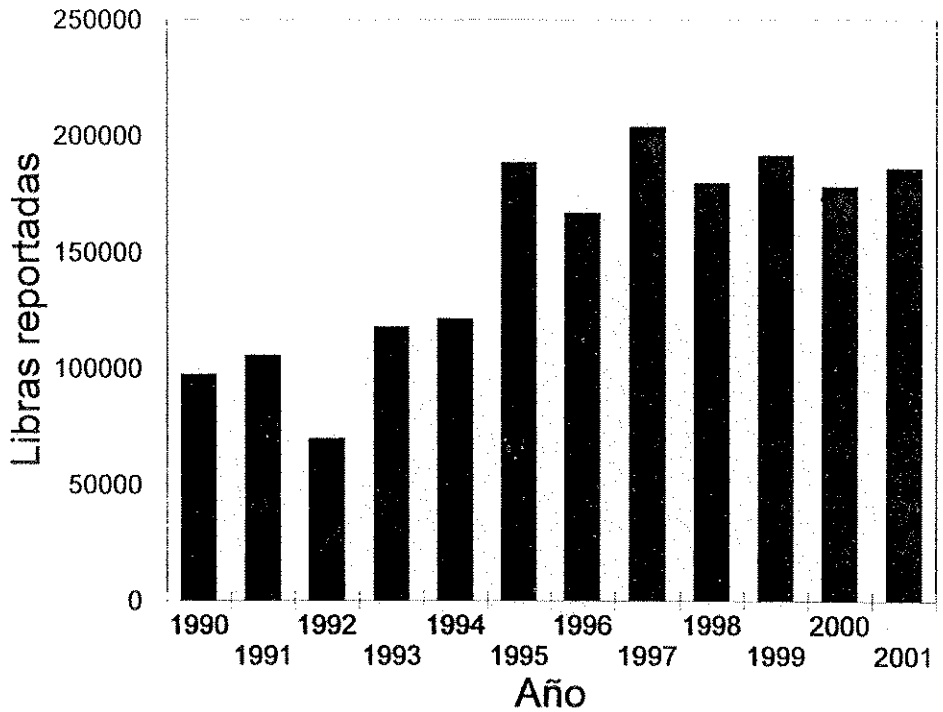

Figura 1. Desembarcos por año del género *Scomberomorus* reportados al Programa de Estadísticas Pesqueras del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras, DRNA.

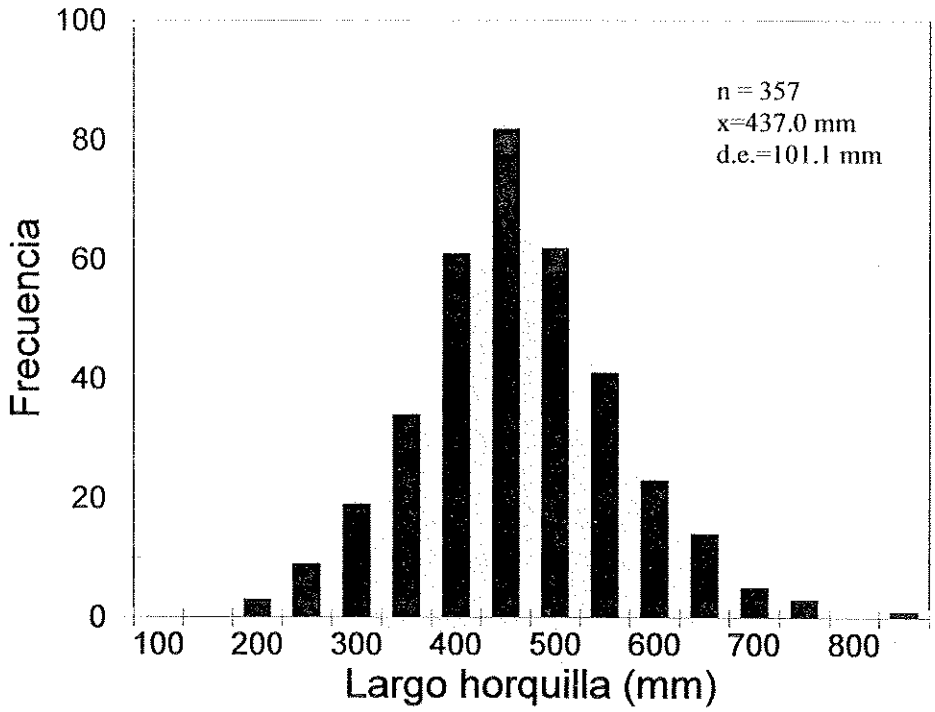

Figura 2. Distribución de las frecuencias de tamaño de *Scomberomorus regalis* colectados entre octubre de 2001 y noviembre de 2002.

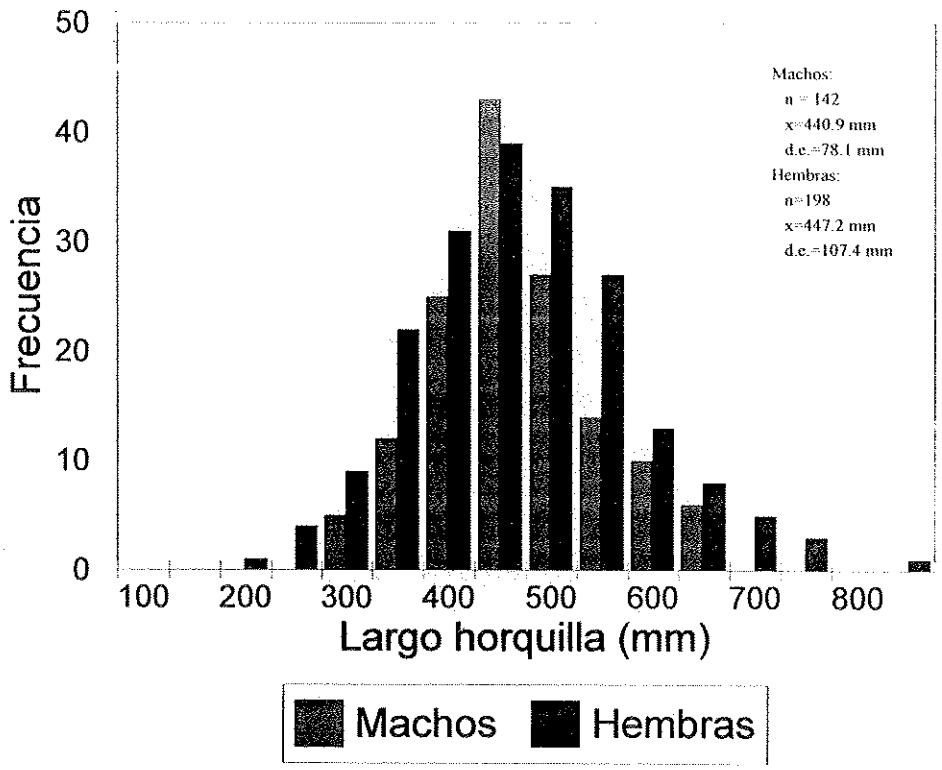

Figura 3. Distribución de las frecuencias de tamaño por sexo de *Scomberomorus regalis* colectados entre octubre de 2001 y noviembre de 2002.

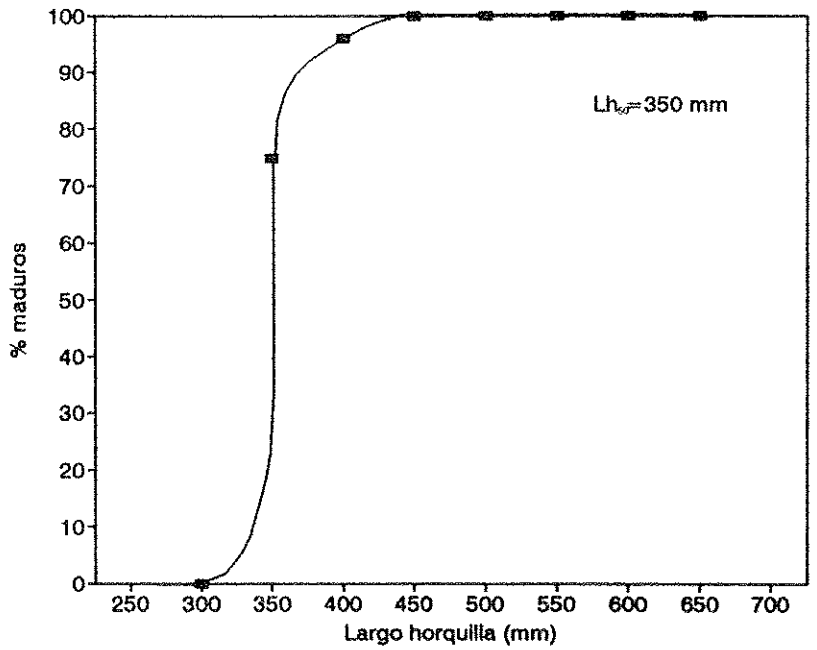

Figura 4. Porcentaje de machos maduros por clase de tamaño de *Scomberomorus regalis*. Lh_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros (n=142).

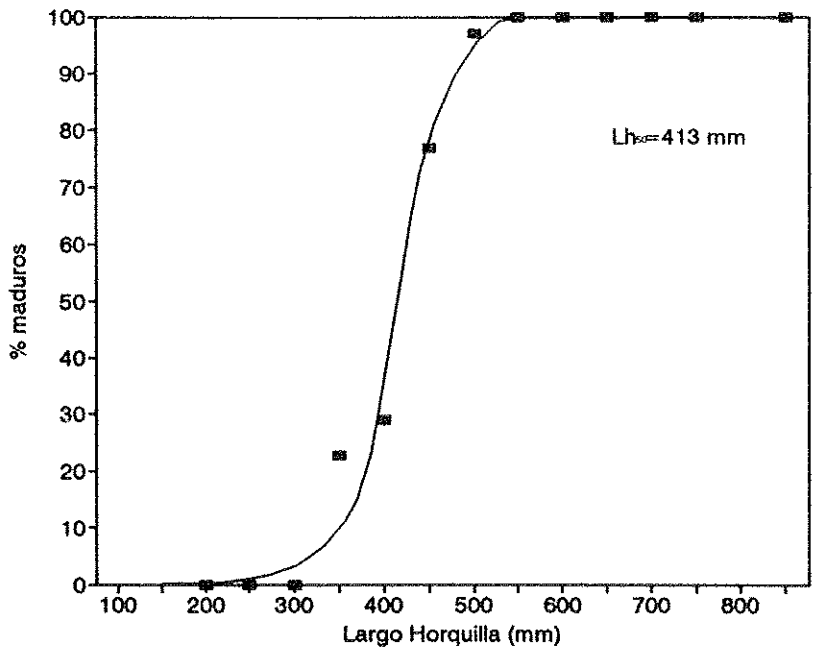

Figura 5. Porcentaje de hembras maduras por clase de tamaño de *Scomberomorus regalis*. Lh_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros (n=198).

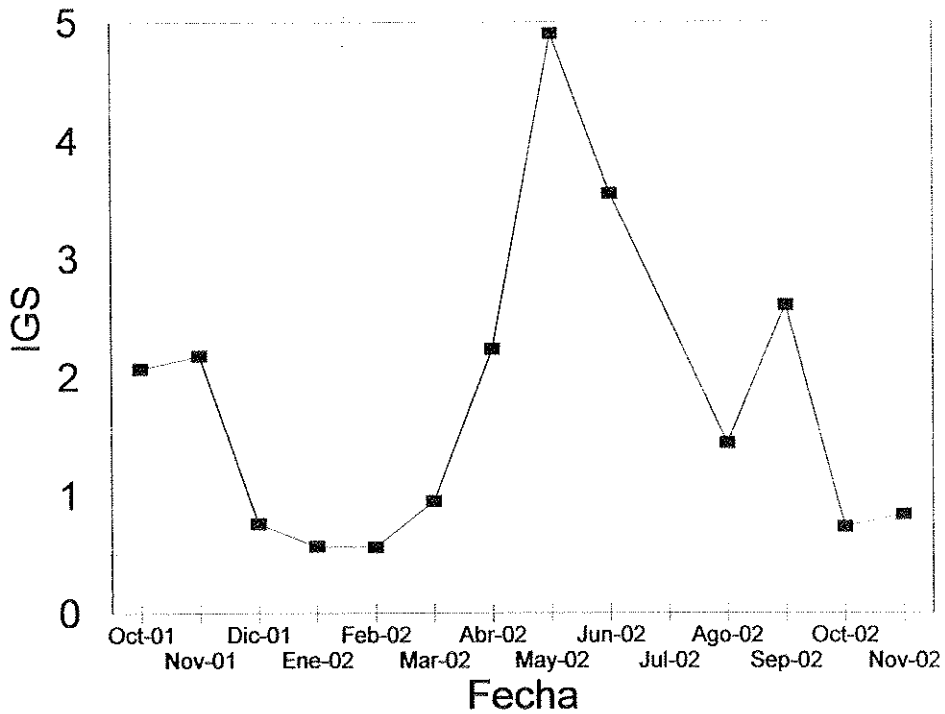

Figura 6. Índice gonadosomático (IGS) mensual promedio para las hembras de *Scomberomorus regalis* colectadas entre octubre de 2001 y noviembre de 2002 (n=97).

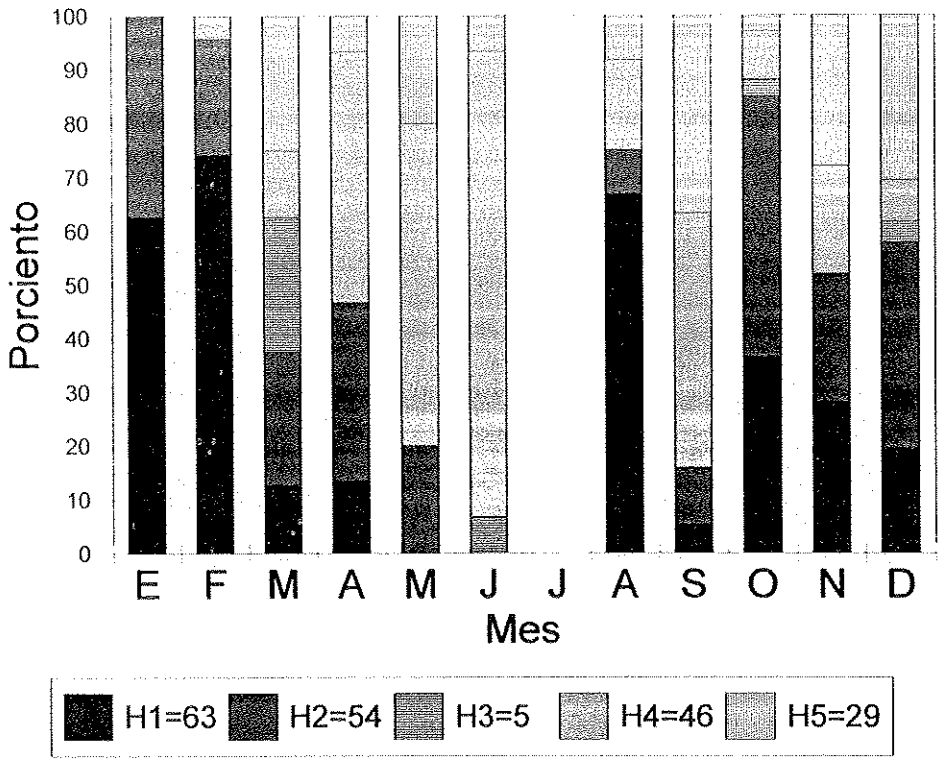

Figura 7. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes de las hembras de *Scomberomorus regalis*.

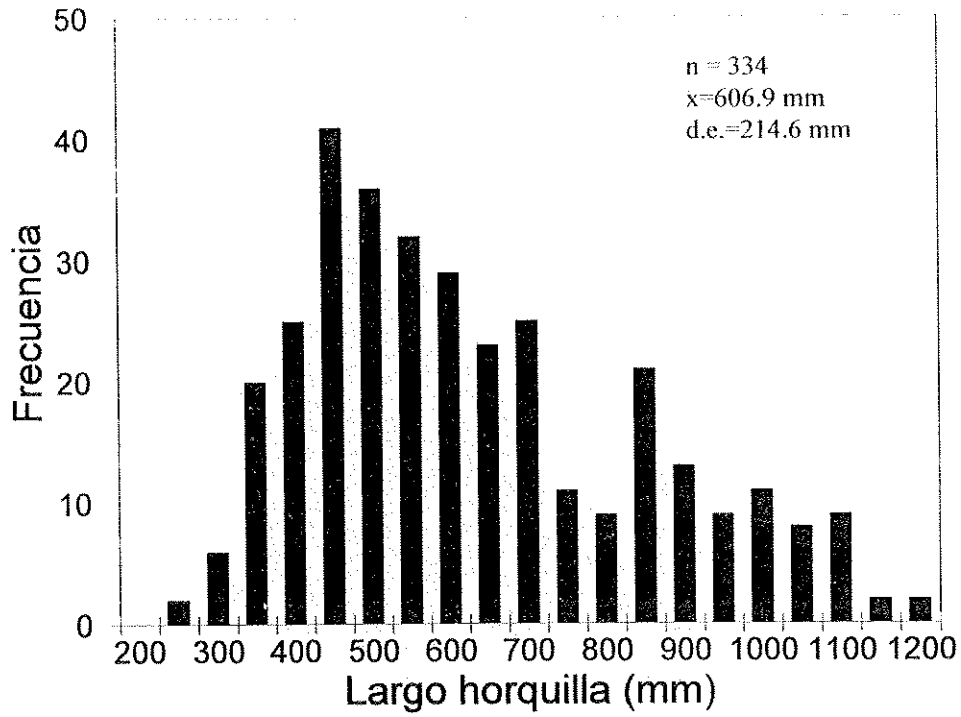

Figura 8. Distribución de las frecuencias de tamaño de *Scomberomorus cavalla* colectados entre agosto de 2001 y noviembre de 2002.

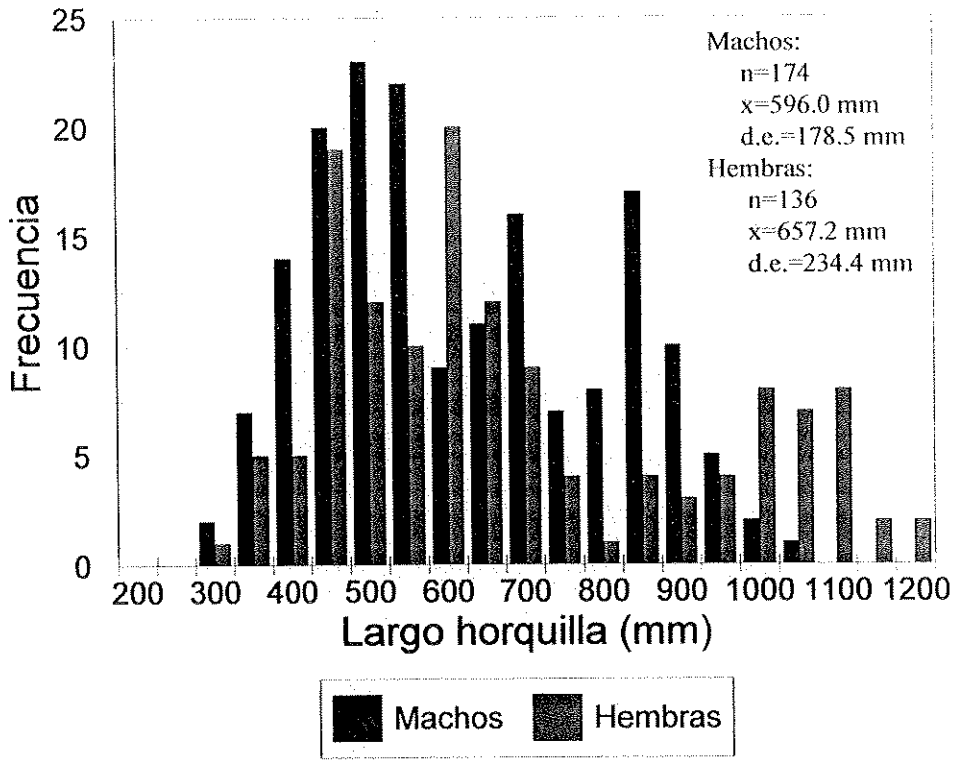

Figura 9. Distribución de las frecuencias de tamaño por sexo de *Scomberomorus cavalla* entre agosto 2001 y noviembre 2002.

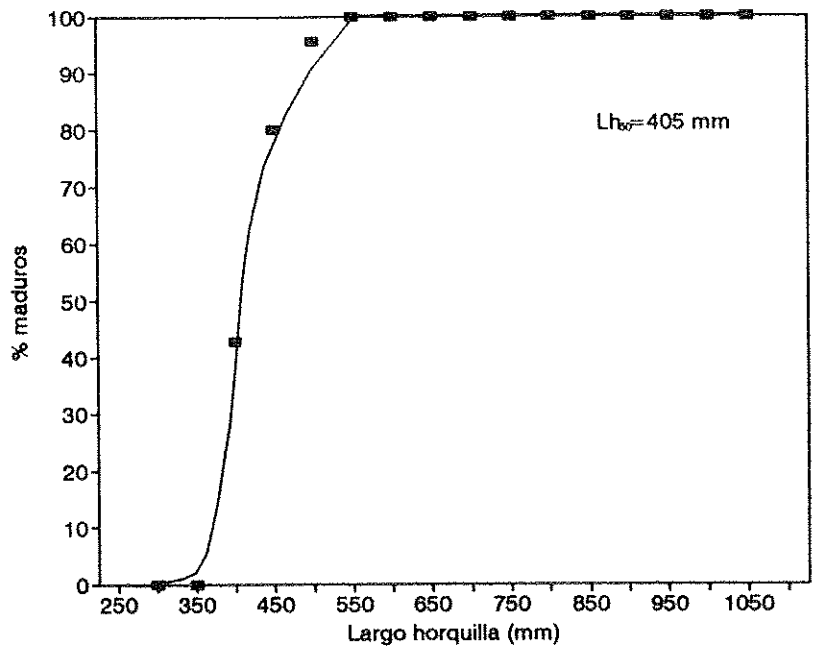

Figura 10. Porcentaje de machos maduros por clase de tamaño de *Scomberomorus cavalla*. Lh_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros (n=173).

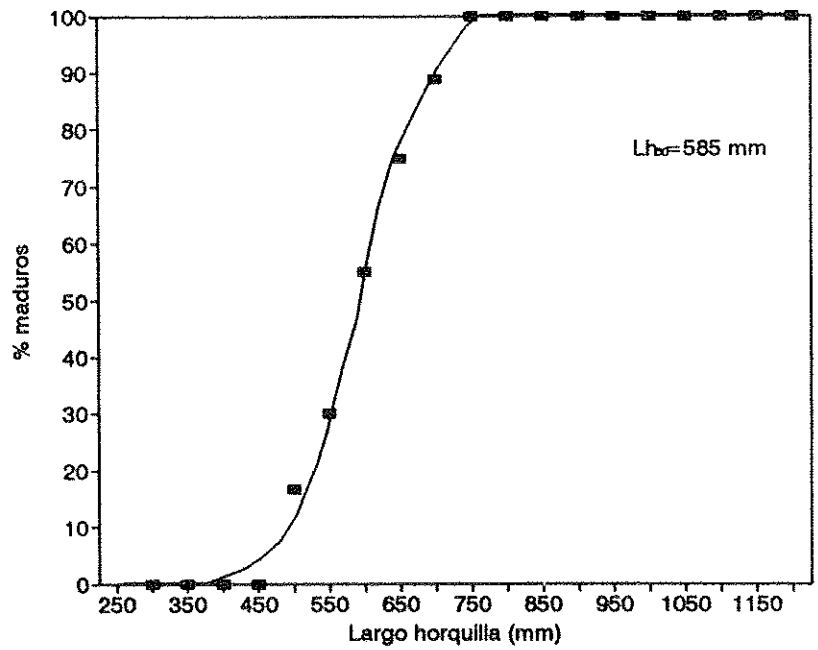

Figura 11. Porcentaje de hembras maduras por clase de tamaño de *Scomberomorus cavalla*. Lh_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros (n=136).

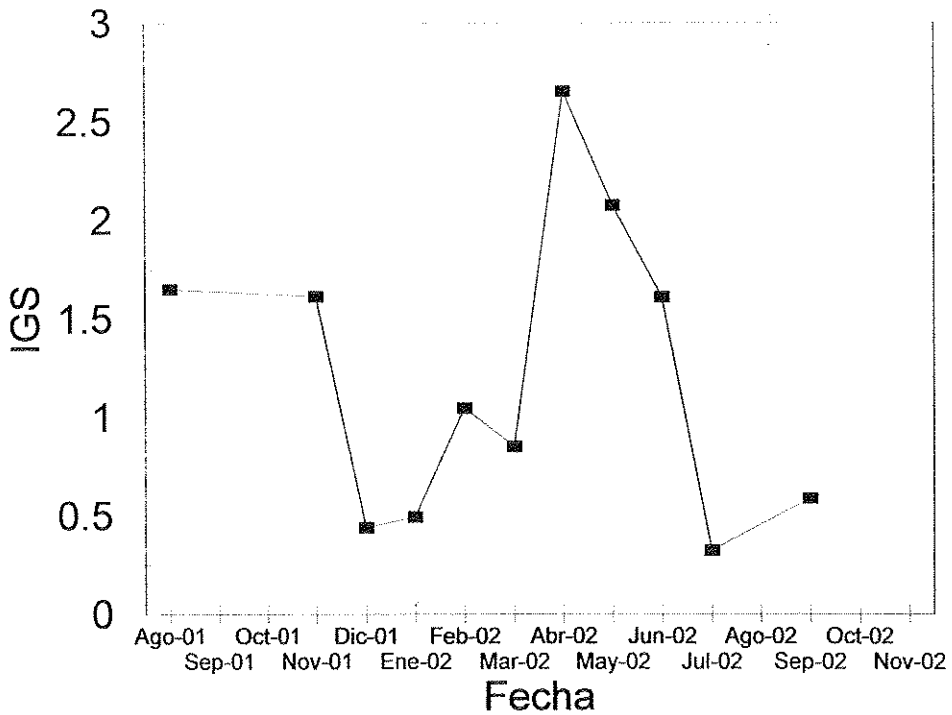

Figura 12. Índice gonadosomático (IGS) mensual promedio para las hembras de *Scomberomorus cavalla* colectadas entre agosto de 2001 y noviembre de 2002. (n=60).

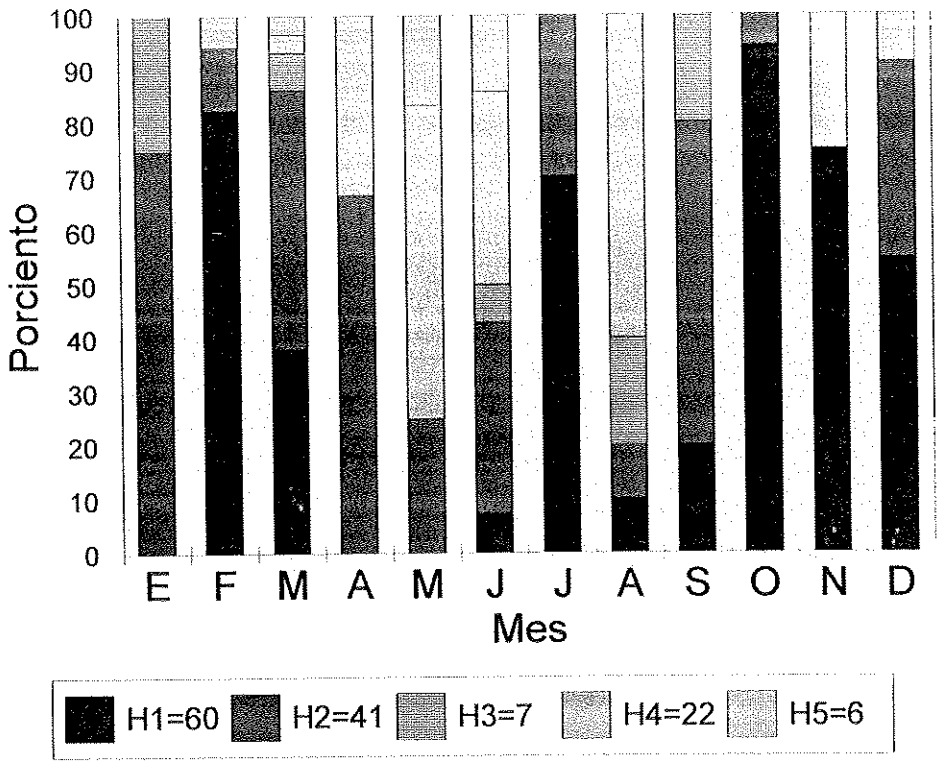

Figura 13. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes de las hembras de *Scomberomorus cavalla*.

Tabla 1. Nmero mensual de muestras colectadas para cada especie entre agosto de 2001 y noviembre de 2002.

Mes	*S. regalis* (n=357)	*S. cavalla* (n=334)
Enero	39	19
Febrero	36	39
Marzo	23	54
Abril	28	18
Mayo	14	31
Junio	35	29
Julio	0	24
Agosto	35	30
Septiembre	12	20
Octubre	54	43
Noviembre	38	8
Diciembre	43	19

Tabla 2. Tamaños de los peces capturados durante este estudio. Todas las medidas se refieren al largo horquilla en milímetros.

Scomberomorus regalis	Muestra total (n=357)	Machos (n=142)	Hembras (n=198)
Tamaño máximo	809	617	809
Tamaño mínimo	191	254	200
Tamaño promedio (±d.e.)	437.0 (100.4)	440.9 (85.7)	447.2 (107.4)
Tamaño ♂ maduro más pequeño	262		
Tamaño ♀ madura más pequeña	295		
Razón de sexos	1:1.4		

Scomberomorus cavalla	Muestra total (n=334)	Machos (n=174)	Hembras (n=136)
Tamaño máximo	1191	1029	1191
Tamaño mínimo	225	278	291
Tamaño promedio (±d.e.)	606.9 (214.5)	596.0 (178.5)	657.4 (234.4)
Tamaño ♂ maduro más pequeño	365		
Tamaño ♀ madura más pequeña	468		
Razón de sexos	1.3:1		