

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

**Aspectos de la biología reproductiva de la sama (*Lutjanus analis*) en Puerto Rico y
recomendaciones para su manejo**

preparado por

Miguel Figuerola Fernández

y

Wilfredo Torres Ruiz

sometido por

Aida Rosario Jiménez

Directora

Laboratorio de Investigaciones Pesqueras

Octubre de 2001

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio sobre la biología reproductiva de la sama, *Lutjanus analis*, realizado en Puerto Rico entre febrero de 2000 y mayo de 2001. De las 390 gónadas colectadas alrededor de todo Puerto Rico, con la cooperación de pescadores comerciales y personal del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras, 359 fueron examinadas histológicamente. Los tamaños a los cuales el 50% de los machos y hembras alcanzan la madurez sexual son 330 y 414 mm largo horquilla, respectivamente. De acuerdo a la distribución de frecuencias de tamaños observada en este estudio, un 53% de los machos y un 72% de las hembras están siendo capturadas antes de llegar a alcanzar la madurez sexual. La distribución estacional de las etapas de desarrollo gonadal, el índice gonadosomático y las observaciones realizadas por pescadores experimentados indican que la temporada reproductiva se extiende de febrero a junio. Por otro lado, un examen detallado de las gónadas revela que el período de desove propiamente se limita a unos 6-7 días posteriores al día de plenilunio en los meses de abril y mayo. Esta especie forma agregaciones para el desove en lugares y tiempo definidos. Varias de estas áreas de agregación han sido descubiertas en años relativamente recientes y, de acuerdo a algunos pescadores conocedores de esta pesquería, las capturas realizadas en los últimos años reflejan una reducción en el número de individuos de mayor tamaño y, en algunas casos, en la cantidad total de peces capturados durante las agregaciones. Nuestros datos concuerdan con esas impresiones. La información obtenida en este primer estudio local sobre la reproducción en la sama servirá como base comparativa para su monitoreo futuro y debe ir acompañado del establecimiento de medidas de protección que permitan su explotación racional.

Aspectos de la biología reproductiva de la sama (*Lutjanus analis*) en Puerto Rico y
recomendaciones para su manejo

Miguel Figuerola Fernández y Wilfredo Torres Ruiz

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Negociado de Pesca y Vida Silvestre

Laboratorio de Investigaciones Pesqueras

INTRODUCCION

La sama, *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) (Pisces: Lutjanidae), es una de las principales especies de pargo en las pesquerías de Puerto Rico y otras islas del Caribe. Se encuentra desde Massachussets hasta Brasil, incluyendo las Bahamas, el Caribe y el Golfo de México (Böhlke y Chaplin, 1993). Según Randall (1996) en Bermuda es una especie introducida.

Tomando como base la información recopilada por el Programa de Estadísticas Pesqueras del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras durante el año 2000 (Matos-Caraballo, 2000), encontramos los patrones que se presentan a continuación. En ese año se reportaron 89,583 libras de sama desembarcadas en Puerto Rico por los pescadores comerciales. Si se consideran solamente las especies que se reportan de forma individual, la sama ocupa el cuarto lugar, en términos de peso, en los desembarcos locales, superada únicamente por la colirrubia (*Ocyurus chrysurus*), el arrayado (*Lutjanus synagris*) y el dorado (*Coryphaena hippurus*). La distribución de las capturas reportadas por costa se desglosa de la siguiente manera: Sur, 55.0% (49,313 lbs.); Oeste, 18.5% (16,535lbs.);

Este, 17.4% (15,607 lbs.) y Norte, 9.1 % (8,128 lbs.). En términos de los artes de pesca, el más importante fue la línea de fondo con un 44.76% (40,101 lbs.) de la captura total, seguida de la nasa con un 25.40 % (22,751 lbs.); el trasmallo, 17.42% (15,601 lbs.); el buceo, 7.16% (6,423 lbs.); el palangre, 2.60. % (2,330 lbs.); el mallorquín, 1.44% (1,294 lbs.) y un 1.0% (909 lbs.) distribuído entre otros artes. La distribución temporal de la captura varió desde un mínimo de 3.9% (3,508 lbs.) para el mes de diciembre hasta un máximo de 14.34% (12,847 lbs.) para mayo.

Varios aspectos de la biología y ecología de la sama han sido estudiados en Florida (Mason y Manooch, 1985), Bahamas (Mueller, 1994; Mueller, 1995; Mueller et al., 1994), Colombia (Echardt y Meinel, 1977), Cuba (Rojas, 1960; Pozo, 1979; Claro, 1981; Claro, 1983; Claro y Colás, 1987) y Venezuela (Palazón y Gonzalez, 1986). Sin embargo, el único trabajo detallado sobre la biología reproductiva de esta especie es el de Claro (1981), en el que el autor hace, además, referencia a varios trabajos inéditos sobre *L. analis*. La información sobre aspectos biológicos de esta especie en Puerto Rico es prácticamente inexistente (Randall, 1967).

En términos de su distribución, los adultos pueden encontrarse principalmente sobre fondos rocosos y arrecifes hasta profundidades de 75 m. , mientras los juveniles son más comunes en fondos llanos arenosos donde predomina la hierba *Thalassia* (Cervigón, et al., 1993). Contrario a otras especies del género *Lutjanus*, Randall (1967) señala que *Lutjanus analis* tiende a mantenerse en desplazamiento gran parte del tiempo. Sin embargo, en las Bahamas, Mueller (1995) encontró que en los adultos de *Lutjanus analis* el movimiento es limitado. Durante el día suele formar pequeñas agregaciones que se separan por la noche. Esta especie es un depredador diurno y nocturno (Allen, 1985) y,

según Randall (1967), su alimentación se compone en un 44.4% de cangrejos, 29.8% peces, 13% gastrópodos así como cefalópodos, cangrejos hermitaños y camarones.

Alcanza un tamaño máximo de aproximadamente 86 cm. largo total (Mason y Manooch, 1985) y un peso de 16 Kg (Fishbase, 2001). La edad máxima reportada es de 17 años, en Venezuela (Palazón y González, 1986).

Conocer el ciclo reproductivo es indispensable para determinar el período de desove y evitar la explotación desmedida durante ese momento crítico. La edad y el tamaño al alcanzar la madurez sexual tienen valor adaptativo y responden a presiones externas. Existe evidencia de que en respuesta a un aumento en la presión pesquera puede ocurrir una disminución en el tamaño de madurez (Harris y McGovern, 1997; Zhao y McGovern, 1997). Los cambios que ocurren en una población pueden relacionarse con alteraciones en la edad al alcanzar la madurez, la fecundidad y en la razón de crecimiento (Adams, 1980; Garrod y Horwood, 1984). Por lo tanto, los estimados de madurez pueden ser utilizados como herramienta para el monitoreo del estado de una población. Además, el tamaño de madurez sirve de guía para establecer las medidas, en términos de la retención, de las artes de pesca a ser reglamentados.

El objetivo principal de este trabajo es describir el ciclo reproductivo anual y el tamaño de madurez sexual de la sama en Puerto Rico. Se presentan medidas para su manejo en aguas localès.

METODOS

Todos los especímenes utilizados para este estudio fueron conseguidos gracias a la cooperación voluntaria de pescadores comerciales a través de todo Puerto Rico mediante visitas regulares a los centros pesqueros por parte de personal del Laboratorio

de Investigaciones Pesqueras del DRNA. El período de muestreo se extendió de febrero de 2000 a mayo de 2001. Con la excepción de julio, se colectaron un mínimo de 25 muestras mensuales.

Todos los peces fueron medidos y pesados a un milímetro (mm) y un gramo (g) de precisión. Los largos mencionados en este trabajo se refieren al largo horquilla (LH), excepto cuando se indique de otro modo. Las gónadas fueron removidas, pesadas a 0.01 g de precisión, y colocadas en fijador de Davidson (Yevich y Barszcz, 1981) y procesadas histológicamente utilizando parafina, seccionadas a $8\mu\text{m}$ y teñidas con hematoxilina y eosina.

Para la clasificación de las etapas de desarrollo de las gónadas se utilizaron las definiciones y criterios histológicos establecidos por Moe (1969), Hunter y Macewicz (1985) y García-Cagide et al., 1994) (Tabla 1).

El ciclo reproductivo anual y la temporada de desove se determinaron utilizando el porcentaje de cada etapa de madurez (etapas 2-5) presentes por mes y el índice gonadosomático, $\text{IGS}=(\text{peso gónada}/\text{peso del pez})\times 100$. El tamaño de madurez sexual fue definido como la clase de tamaño menor en la que el 50% de los individuos son sexualmente maduros (individuos pertenecientes a las etapas 2-5). Las pruebas estadísticas fueron tomadas de Sokal y Rohlf (1981).

RESULTADOS

Para este proyecto un total de 390 samas fueron analizadas. El 92% de las muestras fueron procesadas histológicamente. De los 359 individuos examinados, 184 fueron hembras y 175 machos para una razón de sexos de $1\text{♂}:1.05\text{♀}$ (Tabla 2).

La distribución de las frecuencias de tamaño de la muestra total se presenta en la Figura 1. El pez de mayor tamaño observado durante este trabajo fue un macho de 700 mm LH. La hembra de mayor tamaño midió 690 mm LH. Los individuos más pequeños de ambos sexos midieron ambos 190 mm LH (Tabla 2). No se encontró diferencia entre las distribuciones de ambos sexos (Kolmogorov-Smirnov : $D=0.109$, $p>0.01$, NS). En las clases de tamaño menores de 410 mm LH ninguno de los sexos predomina. Sin embargo, se observa una tendencia distinta entre las clases de tamaño mayores. Entre 430- 510 predominan los machos, mientras las hembras lo hacen a partir de los 570 mm LH (Fig. 2). Un 69% de los peces examinados fueron capturados con chinchorro de arrastre o de playa, seguidos de un 25% con línea y anzuelo, 5% con nasas y un 1% con otros artes de pesca, principalmente buceo (Fig. 3). Tendencias similares, tanto en la distribución por tamaño como por arte, fueron observadas al analizar los datos de bioestadística recopilados por el Programa de Estadísticas Pesqueras del LIP, siendo la diferencia principal el mayor número de individuos capturados con línea y anzuelo por parte de éste (Figs. 4 y 5).

El tamaño al cual el 50% de los machos son maduros es de 330 mm LH. Todos los machos mayores de 431mm LH son maduros (Fig. 6). El 50% de las hembras maduran a los 414 mm LH, siendo todas maduras a partir de los 450 mm LH (Fig. 7). Los machos maduran a tamaños menores que las hembras. EL macho maduro más pequeño midió 270 mm LH, mientras la hembra madura menor midió 310 mm LH (Tabla 2). Basándonos en la distribución de frecuencias de tamaño de los peces medidos durante este estudio, calculamos que aproximadamente el 53 % de los machos y el 72% de las hembras fueron capturados antes de alcanzar la madurez sexual.

La Figura 8 muestra la distribución por mes de las etapas de madurez sexual para las hembras de *Lutjanus analis*. El 97% de las hembras maduras avanzadas (etapa 4) fueron capturadas en abril (33%) y mayo (64%). No se encontraron ovarios maduros activos entre los meses de junio a enero y en el mes de marzo. El alto porcentaje de hembras inmaduras (etapa 1) capturadas entre los meses de junio a marzo se debe posiblemente a la preponderancia de peces juveniles que captura típicamente el chinchorro de arrastre (ver Fig. 3). Todas las hembras con señales de desove inminente o muy reciente (ovarios en etapas 4 y 5 conteniendo ovocitos hidratados y/o folículos postovulatorios recientes) fueron capturadas entre el 19 y el 26 de mayo de 2000, el 10 de abril de 2001 y el 11 de mayo de 2001. El día de luna llena en mayo de 2000 fue el 18. En el 2001 los días de luna llena fueron el 7 de abril y el 7 de mayo. En las muestras de abril del año 2000 no se observaron ovarios con evidencia de desove inminente o reciente. El 87% de los machos con gónadas en etapas 4 y 5, fueron colectadas en abril y mayo. El restante 13% se observaron principalmente entre enero y marzo.

Aunque la muestra analizada fue pequeña, el IGS calculado entre febrero de 2000 y mayo de 2001 confirma las tendencias descrita anteriormente. Entre marzo y abril de 2000 el IGS aumentó rápidamente para luego disminuir a partir del mes de mayo. No hay evidencia de desove durante abril de ese año. En el 2001 observamos un patrón similar en el aumento del IGS pero la disminución a partir de mayo no fue registrada debido a la terminación del muestreo en ese mes (Fig. 9).

Es interesante mencionar aquí que varios pescadores experimentados que se han dedicado por años a pescar samas durante el período de agregación afirman que han observado hembras con huevas maduras desde febrero a junio, ocurriendo variación en

ese patrón de año en año y dependiendo también del lugar. Sin embargo, entre los pescadores existe un consenso en que el mes de mayo, seguido de abril, es el de principal actividad en términos de la pesca de esta especie en Puerto Rico. De las observaciones y análisis realizados concluimos que, aunque ocurre algún grado de actividad reproductiva en *L. analis* probablemente desde febrero a junio, el período de desove se circunscribe a la semana que sigue al día de la luna llena en los meses de abril y mayo.

DISCUSION

La distribución de frecuencias de tamaño observada refleja la relación existente entre la distribución de la sama según la etapa de crecimiento, preferencia de hábitat, etapa del ciclo reproductivo y selectividad del arte de pesca utilizado. La distribución espacial de esta especie está estrechamente relacionada con las áreas de hierbas marinas (*Thalassia*), arrecifes y fondos rocosos, aunque ha sido reportada en muy diversos biotópos. Los individuos pequeños (< 200 mm LH) se encuentran principalmente en aguas costeras poco profundas sobre fondos de hierbas con piedras y cabezas de coral pequeñas. Los ejemplares de aproximadamente 200-400 mm LH se encuentran comúnmente más alejados de la costa, en profundidades de hasta 10 metros en zonas con fondos de arena y *Thalassia*. En estas áreas es donde se realizan los lances o pesca con chinchorro de arrastre. La distribución de frecuencias de tamaños por arte (Figs. 3 y 5) muestra claramente que los peces de menor tamaño fueron capturados con chinchorro mientras que las líneas con anzuelo capturaron los individuos de mediano y gran tamaño. El chinchorro captura ocasionalmente samas grandes (500-700 mm LH) que se acercan a la orilla posiblemente en busca de alimento, pero la mayoría de esos ejemplares habitan

generalmente en zonas más profundas (25 metros o más). Esta diferencia por tamaños dependiendo del hábitat es más marcada cuando la plataforma insular es mas estrecha (Claro, 1981). La escasez relativa de individuos entre los 460-490 mm LH puede deberse a competencia interespecífica, en la que los ejemplares dominantes de mayor tamaño, a través de interacciones sociales, limitan la presencia de peces de tamaño mediano en un lugar determinado (Mueller et al. 1994).

La sama generalmente no forma agrupaciones grandes, excepto poco antes y durante el período de desove, cuando se forman cardúmenes en áreas cercanas al veril que se presumen son escogidas por poseer características oceanográficas óptimas para el desove (Thompson y Munro, 1974 ; Johannes, 1978; Claro, 1981). La Figura 10 muestra la localización aproximada el área de agregación de desove de la cual provienen la mayoría de los peces en etapa madura avanzada analizados durante este estudio. De acuerdo a los pescadores, las samas no siempre desovan exactamente en el mismo lugar. En esa agregación el 87% de los peces capturados eran maduros y mayores de 450 mm LH. Existen varias otras conocidas y explotadas por los pescadores comerciales en el oeste-suroeste de Puerto Rico y, sin lugar a dudas, alrededor de todo Puerto Rico. Es necesario identificar esas zonas de desove para poder implementar un plan de manejo coherente y efectivo, en particular la fase de vigilancia e intervenciones por parte del Cuerpo de Vigilantes del DRNA.

Claro (1981) reporta que aunque el porcentaje de machos es algo mayor que el de las hembras durante el año, en los peces capturados durante el período de desove predominan las hembras. Los tamaños máximos alcanzados por ambos sexos son similares. Esos señalamientos concuerdan con los resultados obtenidos en este trabajo.

Es importante señalar que en Cuba (Claro, 1981) ha demostrado que las distribuciones de frecuencias de tamaño pueden variar significativamente tanto de año en año como por regiones, por lo cual cualquier conclusión derivada de las mismas debe ser interpretada con cautela.

Los machos de *L. analis* maduran a tamaños menores que las hembras. El mismo resultado ha sido reportado por Bendazoli en Cuba (ver Claro, 1981). El individuo maduro más pequeño observado durante este estudio fue un macho de 270 mm LH. La hembra madura más pequeña midió 310 mm LH. Claro (1981) menciona como los tamaños menores de individuos maduros en Cuba 380 mm LH para los machos y 410 mm LH para las hembras. Rojas (1960), en Cuba, reportó como el pez más pequeño maduro –sexo no mencionado– una sama de 402 mm largo estándar.

Nuestro estimado de madurez de 330 mm LH para los machos y 414 mm LH para las hembras es significativamente menor que los valores reportados por Bendazoli (ver Claro, 1981; García-Cagide et al., 1994) que fueron de 500 mm LH (machos) y 520 mm LH (hembras). Estos estimados corresponden a las poblaciones del suroeste y noroeste de Cuba. Para la región noreste los valores encontrados fueron de 530 mm LH para los machos y 545 mm LH para las hembras. Las diferencias observadas se deben en parte a variantes en la metodología utilizadas para la determinación de ese parámetro y, principalmente, a variaciones naturales que existen entre las regiones o poblaciones estudiadas. Grimmes (1987) señala que en los lutjánidos la madurez sexual se alcanza a tamaños menores en áreas insulares al compararlas con áreas continentales donde la plataforma es más extensa. El mismo autor estimó que, como regla general en los pargos, el tamaño de madurez se alcanza a un 40-50% del tamaño máximo. Nuestro estimado

promedio para ambos sexos combinados (372 mm LH) representa el 49% del tamaño máximo estimado que alcanza esta especie en Puerto Rico (aproximadamente 760 mm LH según datos bioestadísticos del LIP).

Como fue señalado anteriormente, la distribución estacional de las etapas de madurez sexual, las observaciones del desarrollo de los ovocitos y los cambios en el índice gonadosomático (IGS), señalan que, aunque exista alguna actividad reproductiva desde febrero a junio, el período clave para el desove ocurre en abril y mayo. En Venezuela, la temporada reproductiva se extiende desde mayo a octubre (Cervigón, 1993). García-Cagide et al. (1994) y Claro (1981) encontraron que en Cuba la temporada va de marzo a agosto/septiembre con un máximo de actividad en mayo y junio.

En nuestro muestreo, las primeras hembras con gónadas en etapa de desarrollo avanzado (4) aparecieron en febrero. Pescadores del área de Guánica y La Parguera han reportado que allí ocurren agregaciones durante ese mes, aunque aparentemente no tan grandes como las de abril y, principalmente, mayo. Curiosamente, no observamos hembras en etapa 3 (maduras activas), debido, casi sin lugar a dudas, a la naturaleza del muestreo. Nuestras muestras consisten principalmente de dos grupos: peces <400 mm LH capturados cerca de la orilla con chinchorro, la mayoría de los cuales tienen gónadas en etapas 1 y 2; y peces mayores de 500 mm LH capturados con anzuélo en las agregaciones de desove con gónadas maduras (4) o ya desovadas (5). La etapa 3 posiblemente corresponde a las llamadas agrupaciones de predesove, fenómeno que ha sido reportado en Cuba por Claro (1981) en el que ejemplares maduros, pero no preparados para un desove inminente, se van concentrando en área cercanas al veril varios días antes del período de luna llena.

A nuestro entender, existen varios indicios o condiciones principales que sugieren la necesidad de establecer medidas de manejo para la protección de la sama en Puerto Rico: 1) Por ser una especie que forma agregaciones para el desove en lugares y momentos bien definidos, es especialmente vulnerable a la sobrepesca ; 2) Los individuos de mayor tamaño reportados históricamente en Puerto Rico ($LH > 700$ mm) prácticamente han desaparecido ya de los desembarcos; 3) Los estimados presentados en esta trabajo sugieren que aproximadamente el 53% de los machos y el 72% de las hembras son capturados antes de alcanzar el tamaño de madurez sexual, principalmente por el chinchorro de arrastre. Esos porcentajes sugieren que existe un riesgo mayor de caer en una situación de sobrepesca de reclutas (en la que se capturan demasiados individuos antes de poder reproducirse para mantener la población) y, 4) Información suministrada por los propios pescadores de sama indica que las libras pescadas en los periodos de agregación de desove han disminuído durante los últimos años.

El Consejo de Administración Pesquera del Caribe (CFMC, por sus siglas en inglés) consciente de la necesidad de proteger esta especie, estableció una veda desde marzo a junio de cada año en una zona al suroeste de la isla de Sta. Cruz, USVI, reconocida previamente como lugar de agregación de desove de *L. analis* (CFMC, 1997). En Florida y Cuba la sobrepesca durante las agregaciones de desove han causado una disminución en los desembarcos y, en algunas localidades, el colapso de la pesquería (ver Mueller, 1995).

Los Consejos para la Administración Pesquera del Atlántico Sur y del Golfo de México de Estados Unidos (SAFMC y GMFMC por sus siglas en inglés) han establecido un tamaño mínimo de 41 cm (16") largo total y vedas en ciertas áreas críticas

durante los meses de mayo y junio. El SAFMC tiene, además, un límite de 10 samas por persona por día. En Puerto Rico, al momento de escribir este informe (septiembre de 2001) está bajo consideración la aprobación de un reglamento de pesca bajo la Ley de Pesquerías # 278, del 29 de noviembre de 1998 según enmendada, que contiene importantes medidas para la protección de nuestros recursos pesqueros. En dicho reglamento se propone establecer una veda durante el mes de mayo de cada año para toda la isla. Esa medida, junto al tamaño mínimo de 15 pulgadas (381 mm) LH también propuesto, es fundamental para detener el deterioro en la pesca de sama y promover su desarrollo posterior.

Por último, cabe mencionar aquí un proyecto piloto que, debe ser considerado, sería establecido en la isla de Culebra. El mismo se titula "Offshore Mariculture Project: Cage Culture of Mutton Snapper (*Lutjanus analis*) in Puerto Rico", cuyos proponentes son la compañía Snapperfarm, Inc., University of Miami Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science y el Aquaculture Center of the Florida Keys, Inc. El objetivo del proyecto es desarrollar una industria de maricultura que sea económica y ecológicamente sostenible, utilizando tecnología de acuicultura que consiste, entre otros detalles, en el uso de jaulas flotantes colocadas en mar abierto. En esas jaulas se colocarían alevines de un peso aproximado de 10 gramos que serían cosechados y mercadeados un año después al alcanzar un peso de 0.5 Kg. De acuerdo a muchos expertos, la maricultura es una de las alternativas más prometedoras al problema de la merma en la producción pesquera a nivel mundial. Actualmente, la maricultura produce aproximadamente un 25% de la cosecha mundial de pescado y marisco (ver McVey,

1997). El proyecto de cultivo de sama en Culebra es prometedor y representa un enfoque nuevo en Puerto Rico que merece atención.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la División de Pesca y Vida Silvestre del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales por el apoyo brindado a este trabajo. Al personal del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras por la ayuda prestada en diversas fases del estudio. Al Consejo de Administración Pesquera del Caribe por la información suministrada. A los pescadores que cooperaron voluntariamente permitiendo que obtuviéramos las muestras y compartiendo sus conocimientos sobre la pesca de samas. En particular queremos mencionar a las siguientes personas por su especial cooperación: Luis Aníbal Rivera, Jesús León, Héctor López, Daniel Matos, Aida Rosario, Jesús Manuel Rodríguez, "Eloy" Hernández, José Miguel Acevedo e Iris N. Oliveras.

LITERATURA CITADA

- Adams, P.B. 1980. The life-hystory patterns in marine fishes and their consequences for fisheries management. *Fish. Bull., U.S.* 78:1-12.
- Allen, G.R. 1985. FAO species catalogue. Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue species known to date. FAO Fish. Synop. 6(125):208 p.
- Böhlke, J.E. and C.C.G. Chaplin. 1993. *Fishes of the Bahamas and Adjacent Tropical Waters*, 2nd ed. First University of Texas Press, Texas. 771 pp.
- Caribbean Fisheries Management Council (CFMC). 1997. Guía de reglamentos para pesca en Puerto Rico y las Islas Vírgenes Americanas. CFMC, San Juan, Puerto Rico.
- Cervigón, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. Vol. 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 497 p.
- Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fisher, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A.J. Lemus, R. Márquez, J.M. Poutiers, G. Robaina, B. Rodríguez. 1992. Fichas FAO de identificación 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, Roma. 513p. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD.
- Claro, R. 1981. Ecología y ciclo de vida del pargo criollo, *Lutjanus analis* (Cuvier), en la plataforma cubana. *Acad. Cienc. Cuba, Inf. Cient. Inst. Oceanol.* 186:1-83.
- Claro, R. 1983. Dinámica estacional de algunos indicadores morfofisiológicos del pargo criollo, *Lutjanus analis* (Cuvier), en la plataforma cubana. *Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba*, 22:1-14.
- Claro, R. y I. Colás. 1987. Algunos elementos del balance energético del pargo criollo, *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), en condiciones experimentales. *Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba*, 12:1-11.
- Echardt, H. y W. Meinel. 1977. Contribution to the biology of *Lutjanus analis* (Cuvier-Valenciennes, 1828) (Lutjanidae, Perciformes, Pisces) on the Colombian Atlantic coast. *Inst. Rev. Ges. Hidrolbiol.*, 62(1):161-175.
- Fishbase. 2001. Species summary for mutton snapper, *Lutjanus analis*. 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 y Cen. Invest.

Quintana Roo (CIQRO) México.

- Garrod, D.J., and J.W. Horwood. 1984. Reproductive strategies and the response to exploitation. Pages 367-381. in G.W. Potts and R.J. Wootton (eds.) *Fish Reproduction: Strategies and Tactics*. Acad. Press, London.
- 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.
- Harris, P.J. y J. C. McGovern. 1997. Changes in the life history of the red porgy, *Pagrus pagrus*, from the southeastern United States, 1972-1994. *Fish. Bull.* 95(4):732-747.
- Hunter, J.R. y B.J. Macewicz. 1985. Measurements of spawning frequency in multiple spawning fishes. Pages 79-94. in R. Lasker (eds.) *An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fishes: Applications to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax**, U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 36.
- Johannes, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env. Biol. Fish.* 3(1):65-84.
- Mason, D.L. y C.S. Manooch, III. 1985. Age and growth of mutton snapper along the east coast of Florida. *Fish. Res.* 3:93-104.
- Matos-Caraballo, D. 2000. Puerto Rico/NMFS Cooperative Fisheries Statistics Program April 2000-January 2001. Dept. Env. Nat. Res. Final Report to the NMFS, 52 pp.
- McVey, J.P. 1997. An overview of offshore aquaculture from the National Sea Grant Office viewpoint. Open ocean aquaculture 97, charting the future of ocean farming. Proceedings of an international conference, April 23-25, 1997, Maui, Hawaii. Ed. Helsley, C.E. University of Hawaii Sea Grant College Program #CP-98-08.
- Moe, M.A. 1969. Biology of the red grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes), from the eastern Gulf of Mexico. Fla. Dep. Nat. Resour. Mar. Res. Lab. Prof. Pap. Ser. 10, 95 pp.
- Mueller, K.W. 1994. Gregarious behaviour in mutton snapper in the Exuma Cays. Bahamas J. Sci. 1(3):17-22.
- Mueller, K.W. 1995. Size structure of mutton snapper, *Lutjanus analis*, associated with unexploited artificial patch reefs in the central Bahamas. *Fish. Bull.* 93(3):573-576.

- Mueller, K.W. , G.D. Dennis, D.B. Eggleston y R.I. Wicklund. 1994. Size-specific social interactions and foraging styles in a shallow water population of mutton snapper, *Lutjanus analis* (Pisces:Lutjanidae), in the central Bahamas. *Environ. Biol. Fishes* 40:175-188.
- Munro, J.L., V.C. Gaut, R. Thompson and P.H. Reeson. 1973. The spawning seasons of Caribbean reef fishes. *J. Fish. Biol.* 5:69-84.
- Moe, M.A. 1969. Biology of the red grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes), from the eastern Gulf of Mexico. Fla. Dep. Nat. Resour. Mar. Res. Lab. Prof. Pap. Ser. 10, 95 pp.
- Palazón, J.L. y L.E. González. 1986. Edad y crecimiento del pargo ceibal, *Lutjanus analis* (Cuvier,1828) (Teleostei, Lutjanidae) en la isla Margarita y alrededores de Venezuela. *Invest. Pesq. (Barc.)* 50(2):151-165.
- Pozo, E. 1979. Edad y crecimiento del pargo criollo (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) en la plataforma noroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 42(2):1-23.
- Randall, J. E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr.*, 5:665-847.
- Randall, J. E. 1996. Caribbean reef fishes. Third Edition- revised and enlarged. T.F.H., Inc. Ltd. Hong Kong. 3rd. 368 p.
- Rojas, E.L. 1960. Estudios estadísticos y biológicos sobre el pargo criollo, *Lutjanus analis*. *Centr. Invest. Pesq., Notas Invest.*, 2:1-16.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, Cal. 859 p.
- Thompson, R. and J.L. Munro. 1974. The biology, ecology and bionomics of the snapper, Lutjanidae. Pages 94-110. in J. Munro (eds.) *Caribbean Coral Reef Fishery Resources*. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. 1983.
- Yevich, P.R. and 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.
- 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.

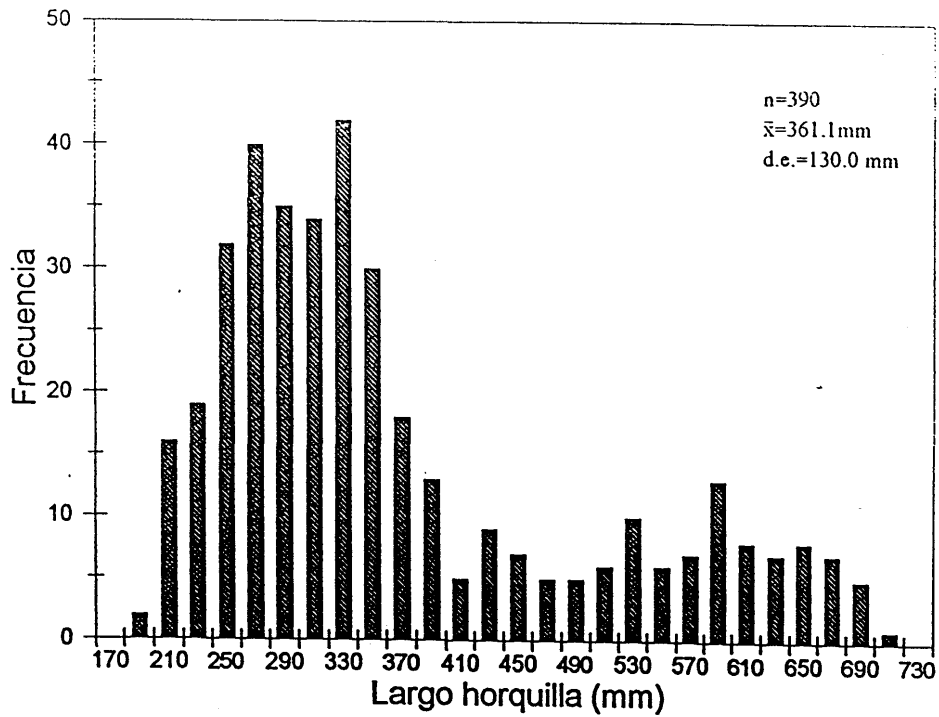


Figura 1. Distribución de las frecuencias de tamaño de *Lutjanus analis* colectados entre febrero de 2000 y mayo de 2001.

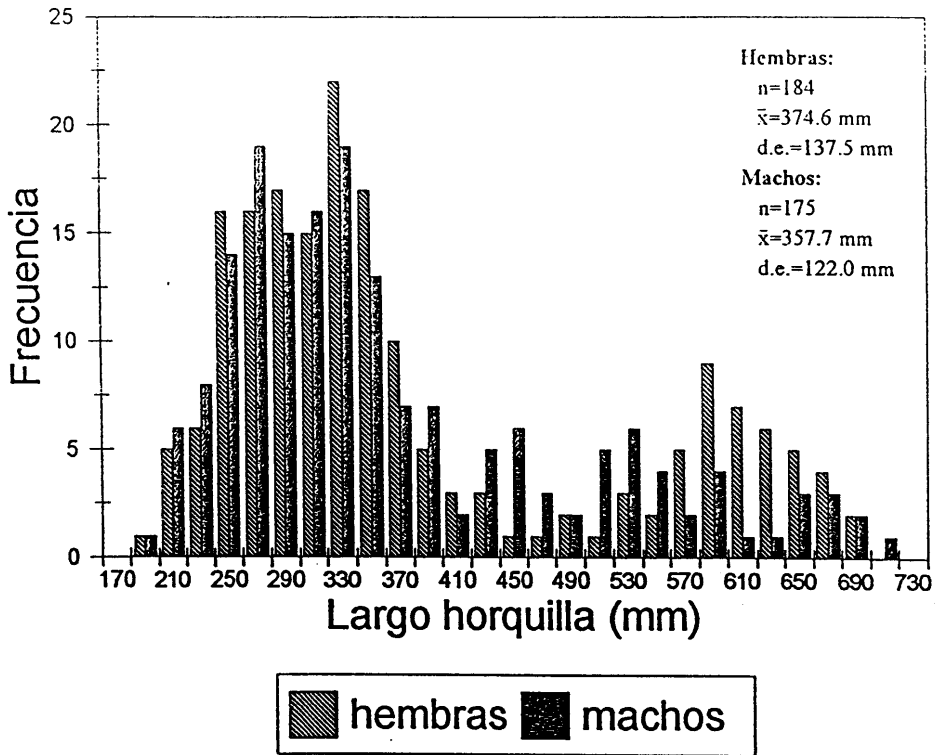


Figura 2. Distribución de las frecuencias de tamaño por sexo de *Lutjanus analis* colectados entre febrero de 2000 y mayo de 2001.

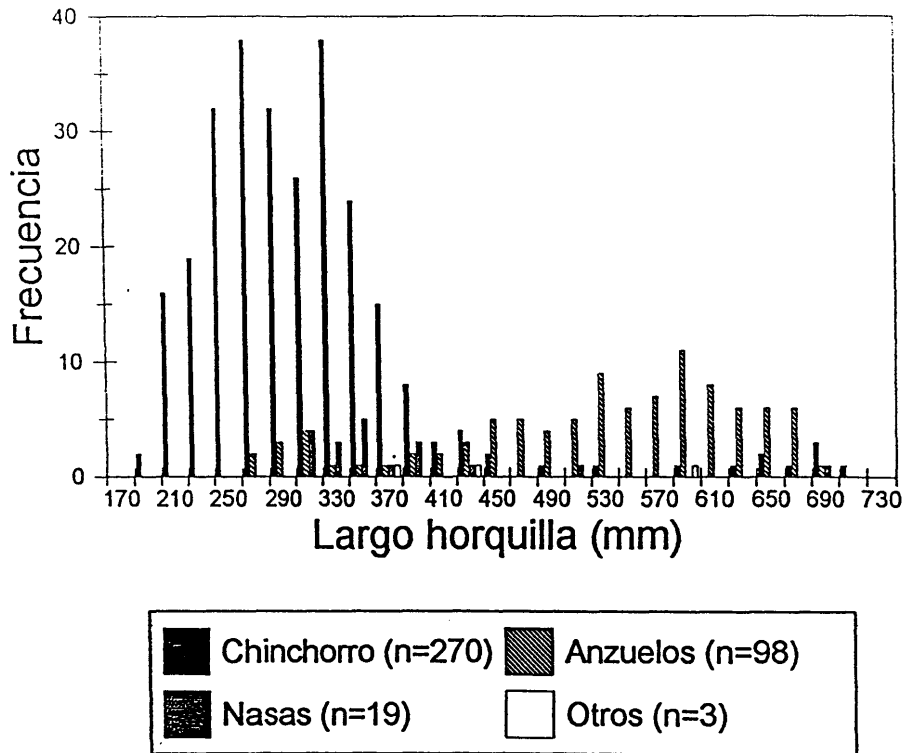


Figura 3: Distribución de las frecuencias de tamaño por arte de *Lutjanus analis* colectados entre febrero de 2000 y mayo de 2001.

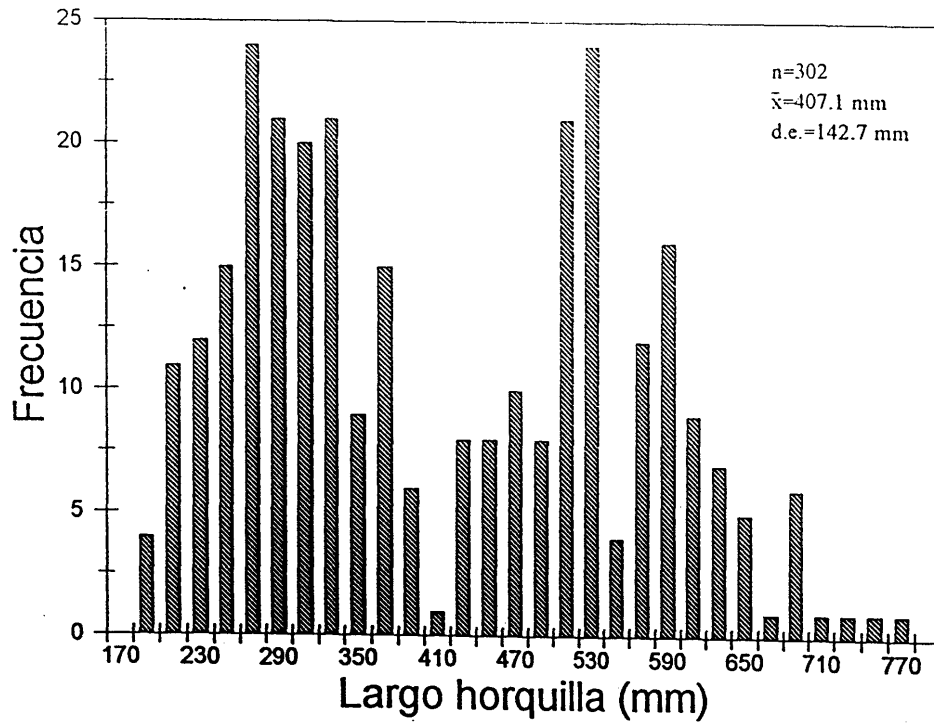


Figura 4. Distribución de las frecuencias de tamaño de *Lutjanus analis* medidos por el Programa de Estadísticas Pesqueras del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras durante el año 2000.

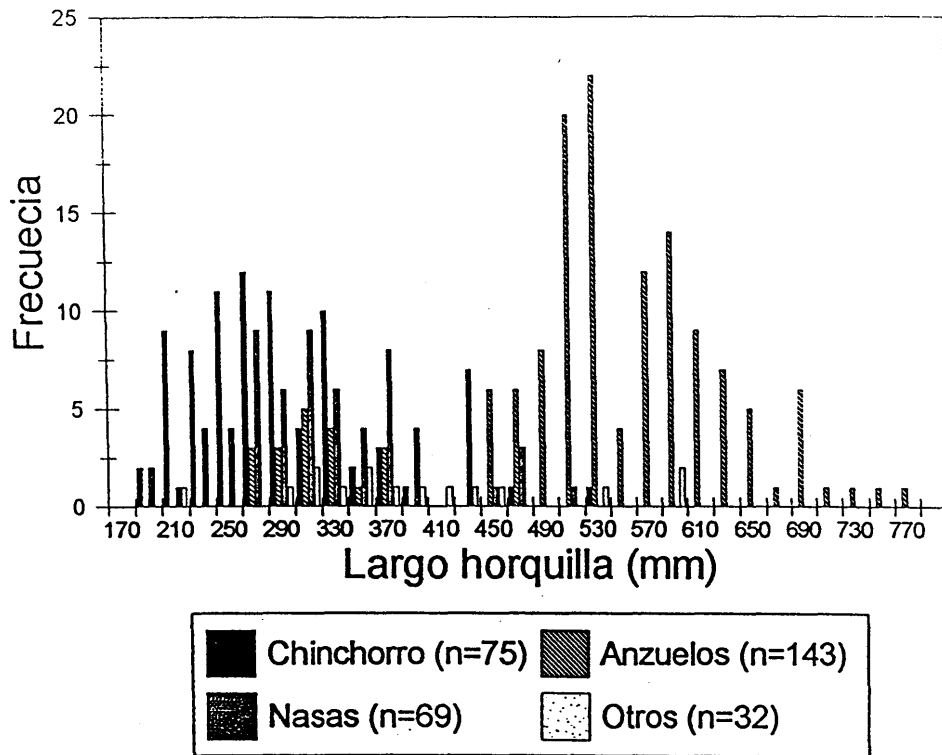


Figura 5. Distribución de las frecuencias de tamaño por arte de pesca de *Lutjanus analis* medidos por el Programa de Estadísticas Pesqueras del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras durante el año 2000.

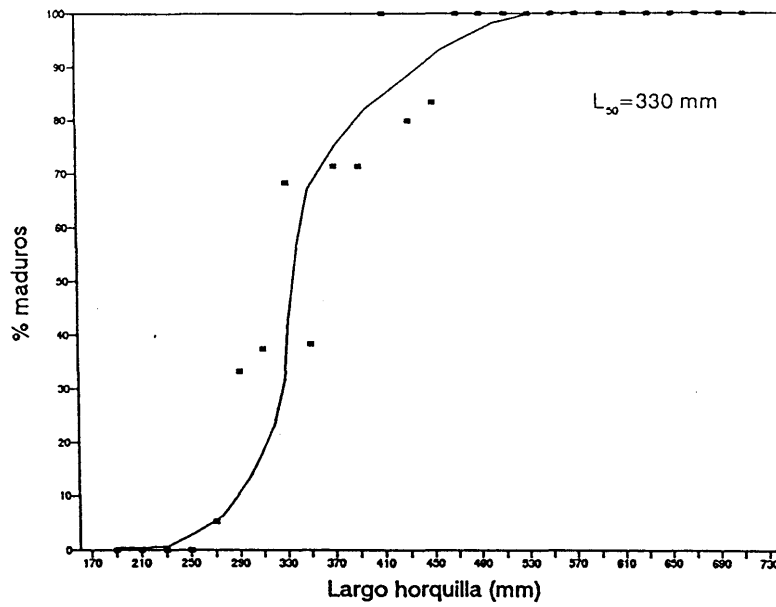


Figura 6. Porcentaje de machos maduros por clase de tamaño de *Lutjanus analis*. L_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros (n= 175).

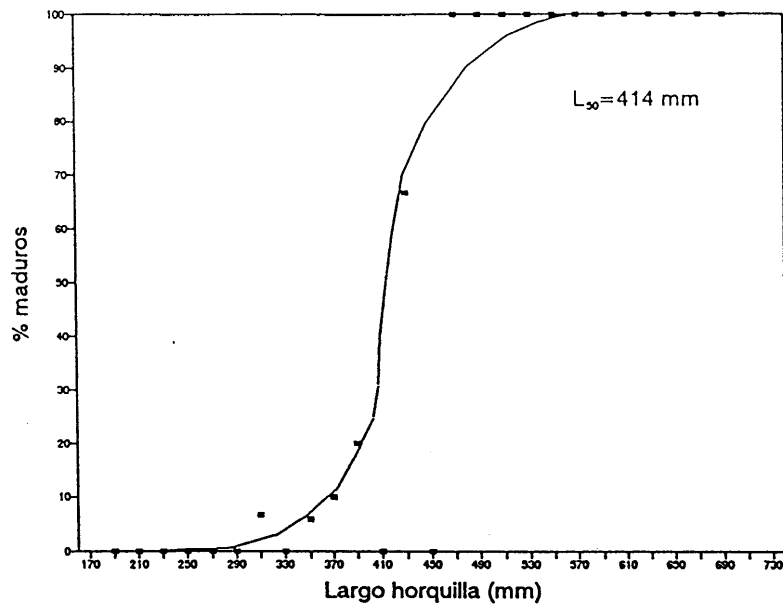


Figura 7. Porcentaje de hembras maduras por clase de tamaño de *Lutjanus analis*. L_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros (n=184).

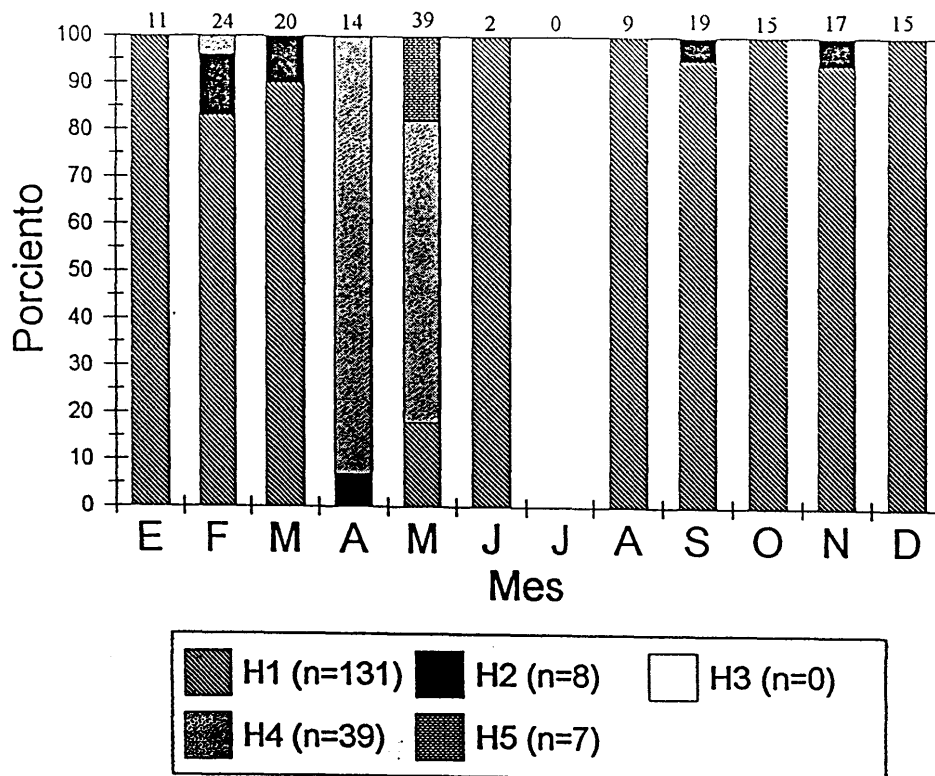


Figura 8. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes de las hembras de *Lutjanus analis*.

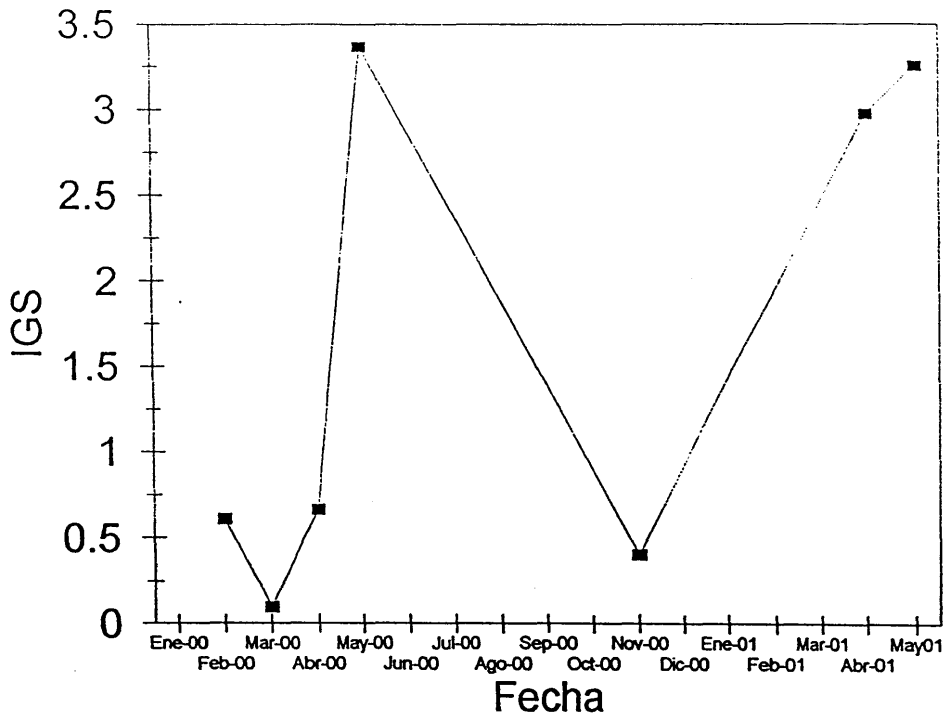


Figura 9. Índice gonadosomático (IGS) mensual promedio para las hembras de *Lutjanus analis* colectadas entre febrero de 2000 y mayo 2001 (n=41).

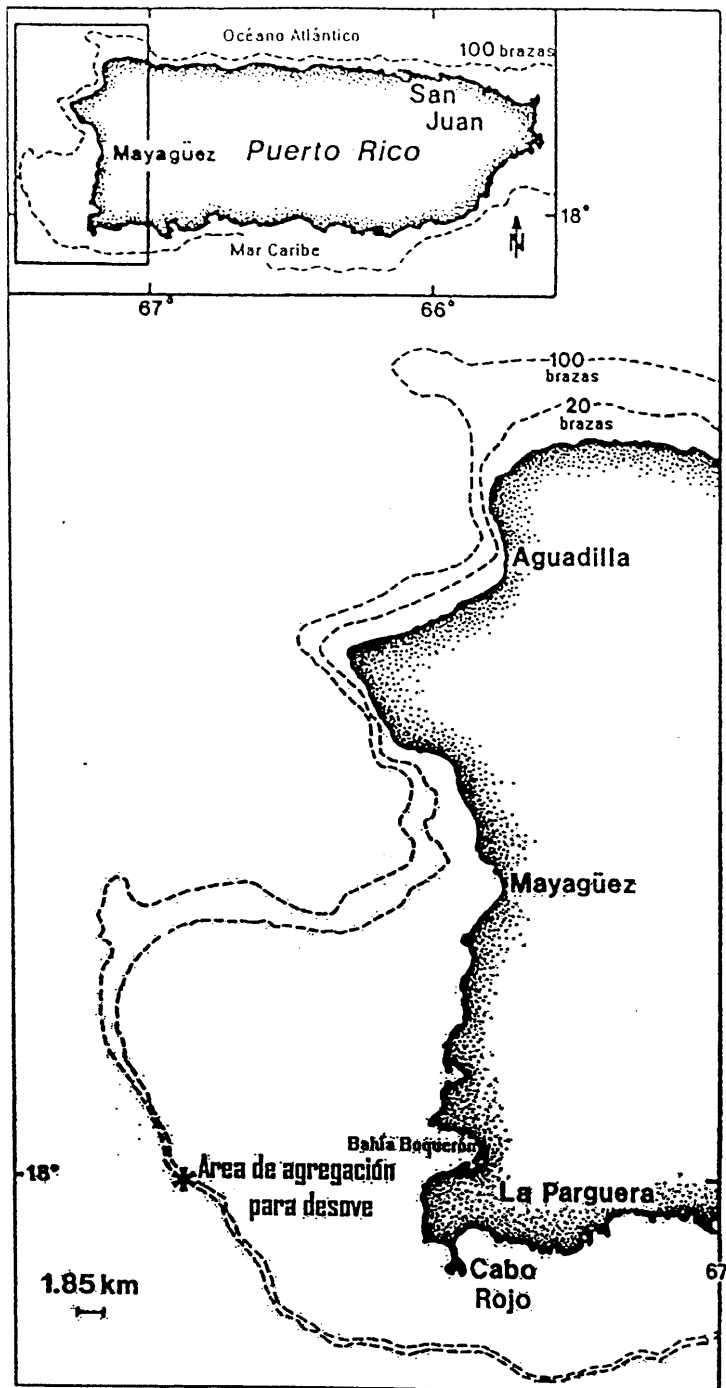


Figura 10. Mapa de Puerto Rico que indica la localización aproximada de la zona de agregación de *Lutjanus analis* donde se colectaron la mayoría de las muestras de peces maduros avanzados analizados en este estudio (1 br=1.83m).

Tabla 1. Descripción de las etapas de madurez sexual para machos y hembras de *Lutjanus analis*.

Etapa madurez sexual	Machos	Hembras
(1) Inmaduro	Testículos pequeños; claros o rosados; apariencia compacta; predominan etapas tempranas de espermatogénesis (espermatogonias y espermatocitos primarios); espermatozoides ausentes.	Gónada compacta; túnica muscular fina; predominan etapas tempranas de ovogénesis (ovocitos previtelogénicos, etapas 1 y 2); ovocitos en etapa 3 (vitelogénico temprano) ausentes o muy escasos; no hay evidencia de desoves anteriores (ej.: ovocitos degenerados, apariencia general desorganizada, haces de fibras musculares).
(2) Maduro inactivo	Predominan etapas tempranas de espermatogénesis, Pero se encuentran presentes todas; espermátides y espermatozoides son escasos.	Ovocitos en etapas 1, 2 y 3 presentes, pero la etapa 3 no predominan; ovocitos en etapa 4 ausentes o muy escasos; túnica muscular fina; en individuos que han desovado anteriormente, el ovario tiene una apariencia algo desorganizada, los ovocitos en etapa 3 tienden a ser más numerosos y pueden haber ovocitos degenerados.
(3) Maduro activo	Espermatocitos secundarios y espermátides predominan; tubos seminíferos aumentan en diámetro; espermatozoides se acumulan en el canal central.	Ovocitos en etapas 1, 2, 3 y 4 presentes, pero la etapa 4 no predomina; ovocitos en etapa 4 avanzada ausentes.
(4) Maduro avanzado	Predominan las espermátides y espermatozoides; tubos seminíferos parcial o totalmente llenos de espermatozoides; canal central lleno de espermatozoides.	Ovocitos en etapas 1, 2, 3, 4, y 5 presentes; etapas 4 y 5 predominan; en hembras entre desoves, el ovario tiende a verse flácido y ovocitos entre las etapas 3 tardía y 4 intermedia predominan; la túnica muscular engruesa ligeramente y pueden aparecer ovocitos en una gónada de apariencia relativamente desorganizada.
(5) Desovado	Apariencia desorganizada o colapsada; túbulos seminíferos reducidos, algunos con espermatozoides remanentes.	En peces desovados recientemente se observan ovocitos normales en etapa 3 y 4 (algunos etapa 4 degenerados); en peces desovados hace algún tiempo se ven ovocitos 1 y 2 normales; pueden haber algunos ovocitos 3 y 4 degenerados; apariencia general del ovario desorganizada; haces musculares presentes; en algunos casos la túnica muscular estirada se torna delgada, similar al ovario inmaduro, pero con vasos sanguíneos rodeando las paredes del ovario.

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

<i>Lutjanus analis</i>	Muestra total (n= 390)	Machos (n=175)	Hembras (n= 184)
Tamaño máximo	700	700	690
Tamaño mínimo	190	190	190
Tamaño promedio (\pm d.e.)	361.1 (130.0)	357.7 (122.0)	374.6 (137.5)
Tamaño ♂ maduro más pequeño	270		
Tamaño ♀ madura más pequeña	310		
Razón de sexos	1:1.05		