

Maturation and Reproductive Seasonality of Four Reef Fish Species in Puerto Rico

M. FIGUEROLA, D. MATOS-CARABALLO y W. TORRES

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Negociado de Pesca y Vida Silvestre

Laboratorio de Investigaciones Pesqueras

P.O. Box 3665

Mayagüez, Puerto Rico 00681

ABSTRACT

The size at maturity and spawning seasonality of *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus*, *Sparisoma viride* and *Sparisoma chrysopterum* were examined on the basis of the histological study of 1,221 gonads. Samples were collected from commercial fishermen around Puerto Rico and research surveys performed by the Fisheries Research Laboratory. The predicted sizes at which these four species reach 50% sexual maturity are: *L. synagris*_{males}=147 mm FL; *L. synagris*_{females}=185 mm FL; *O. chrysurus*_{males}=224 mm FL; *O. chrysurus*_{females}=248 mm FL; *S. viride*_{females}=205 mm FL; *S. chrysopterum*_{females}=235 mm FL. Transitional individuals were not detected in our *S. viride* sample. In *S. chrysopterum* transitional fish ranged from 201 to 248 mm FL. Spawning extends over a protracted period in the four species examined. *L. synagris* spawns mainly from March to September, with an increase in reproductive activity around full moon between April-July. *O. chrysurus* reproductive season extends from February to October, with a peak from April to July. Both *S. viride* and *S. chrysopterum* apparently reproduce throughout the year presenting no definite peaks, although a decrease in spawning activity seems to occur during the summer. Management measures are proposed for *L. synagris* and *O. chrysurus*. Scarid landings reported by commercial fishermen should be monitored closely since life history characteristics exhibited by some members of this family, including *S. viride* and *S. chrysopterum*, renders it particularly vulnerable to fishing pressure.

KEY WORDS: Lutjanidae, Scaridae, reproduction.

INTRODUCCION

En los peces, ciertos parámetros reproductivos tales como la edad y el tamaño al alcanzar la madurez sexual, han demostrado ser características adaptativas y responden a presiones externas. 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, disminución de la fecundidad, o cambios en el índice gonadosomático (Adams, 1980; Garrod y Horwood, 1984).

Varios estudios sugieren que el tamaño y la edad son codeterminantes en el

comienzo de la madurez en los peces; sin embargo, en la mayoría de las especies, el tamaño es el factor más importante (Alm, 1959; Roff, 1981). No obstante, debe siempre considerarse la posibilidad de que los cambios observados en la edad al alcanzar la madurez sean meramente un reflejo de cambios en el crecimiento (O'Brien et al., 1993). Los estimados de madurez por tamaño o edad proveen información acerca de las tendencias de maduración a medida que el tamaño de las poblaciones y/o las condiciones ambientales cambian, y, por lo tanto, pueden ser utilizados para la evaluación de programas de manejo pesquero. Por otro lado, el tamaño de madurez sirve como guía para establecer el tamaño de retención promedio asociado a diversos tipos de artes de pesca comerciales (malla de las nasas, trasmallos, chinchorros).

Cuatro de las especies más importantes como recurso pesquero en Puerto Rico son el arrayado o manchego, *Lutjanus synagris* (Lutjanidae), la colirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Lutjanidae), el loro verde, *Sparisoma viride* (Scaridae), y el loro colirojo, *Sparisoma chrysopterum* (Scaridae). Con gran probabilidad, la explotación de estas especies en Puerto Rico ha alcanzado el nivel más alto históricamente. Se necesita información que permita establecer, de ser necesario, medidas de manejo adecuadas y que a su vez sirva como línea de base para evaluar la efectividad de las mismas. Uno de los indicios clásicos de sobrepesca es el aumento en la utilización de especies que en años pasados tenían poco o ningún valor comercial. Esa tendencia se observa claramente en las dos especies de loros o cotorros mencionadas. En 1996, como grupo, los loros ocuparon el octavo lugar en las capturas reportadas en Puerto Rico con 103,537 lbs. (ocuparon el quinto lugar si se consideran solamente los peces de arrecife) (Matos-Caraballo, 1997). Las especies principales dentro de ese grupo son *S. viride* y *S. chrysopterum*. Ambas especies presentan dicromatismo sexual, son hermafroditas protogínicas monándricas (todos los machos se derivan de hembras a través del cambio de sexo) y tienen dos fases distintivas de color, inicial y terminal. En ellas se ha demostrado, además, que algunos machos son gonocoros secundarios (testículos se derivan de ovarios a través del cambio de sexo sin pasar por una etapa funcional como hembras) (Robertson y Warner, 1978). Su intrincada biología reproductiva y comportamiento, pudieran hacerlas más vulnerables bajo condiciones de intensa presión pesquera; sin embargo, no existen datos que ayuden en la formulación de medidas para su protección, en caso de ser necesario.

El caso de *L. synagris* y *O. chrysurus* es diferente en el sentido en que han sido por muchos años dos de las especies más comunes reportadas en los desembarcos locales. Ambas se reportan como especies separadas y ocupan el segundo y tercer lugar en términos de libras reportadas (275,075 lbs. para la colirrubia y 272,243 lbs. para el arrayado en 1996) superadas solamente por el chillo, *Lutjanus vivanus* (Matos-Caraballo, 1997). A pesar de ello, la

información existente referente a su dinámica reproductiva en aguas locales es escasa y es probable que parámetros como el tamaño de madurez sexual hayan disminuído o variado en alguna medida durante los últimos años debido a la intensa presión pesquera a la que estas especies han sido, y están siendo, sometidas.

Conocer la biología reproductiva de los peces es de vital importancia para el manejo adecuado de las pesquerías debido a, entre otras razones, la profunda influencia que la reproducción tiene sobre la ecología y los procesos fisiológicos. Específicamente, el objetivo de este estudio es proveer estimados del tamaño de madurez sexual y determinar la temporada de desove de estas cuatro especies de peces de arrecife comercialmente importantes en Puerto Rico.

METODOS

Durante el período de muestreo, que se extendió de junio de 1996 a julio de 1997 alrededor de todo Puerto Rico, se obtuvieron un mínimo de 25 muestras de cada especie por mes, con la excepción de *L. synagris*, en que durante los meses de enero, septiembre y diciembre no se alcanzó ese mínimo. Cerca del 90% de los peces utilizados en este estudio fueron obtenidos por personal del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras (LIP) del Negociado de Pesca y Vida Silvestre del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, directamente de los pescadores que voluntariamente cooperaron con el proyecto. El resto fue conseguido a través de muestreos realizados por personal del LIP. La mayor parte de estos peces fueron capturados con redes (mallorquines, trasmallos y chinchorros de arrastre), nasas y línea con anzuelo, en orden de importancia.

Todos los peces fueron medidos y pesados a un milímetro (mm) y un gramo (g) de precisión. Todas las medidas reportadas en este trabajo se refieren al largo horquilla (LH), excepto si se indica de otro modo. Las gónadas fueron removidas y colocadas en fijador de Davidson (Yevich and Barszcz, 1981) para luego ser procesadas histológicamente utilizando parafina, seccionadas a 8 μ m y teñidas con hematoxilina y eosina. Se comprobó, utilizando una submuestra, que el estado de desarrollo de la gónada es uniforme a través de la misma. La clasificación de las etapas de desarrollo de las gónadas se basó en los criterios histológicos establecidos por Moe (1969), Grier (1981), Wallace y Selman (1981) y Hunter y Macewicz (1985) (Tabla 1).

El tamaño de madurez sexual ha sido definido como la clase de tamaño en la que el 50% de los individuos son sexualmente maduros (incluyendo las etapas de madurez sexual 2 - 5). La época de desove ha sido descrita por medio del porcentaje de cada etapa (etapas 2 - 5) presentes por mes, tomándose como criterio principal la frecuencia de hembras en la etapa de desarrollo más avanzada (denominada etapa 4 o peces maduros avanzados). Para comparar la distribución de frecuencias de tamaño entre machos y hembras se utilizó la prueba

Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1981).

Tabla 1. Descripción de las etapas de madurez sexual para machos y hembras de *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus*, *Sparisoma viride* y *S. chrysopterygum*. La clasificación de los ovocitos es según Moe (1969).

Etapas de madurez sexual	Machos	Hembras
(1) Inmaduro	Testículos pequeños; claros o rosados; apariencia compacta; predominan etapas tempranas de espermátides (espermátogonias y espermatozoides 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 predomina; 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	Espermatozoides 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 estrada se torna delgada, similar al ovario inmaduro, pero con vasos sanguíneos rodeando las paredes del ovario.

RESULTADOS

De los 1,862 peces que fueron colectados durante la fase de muestreo, 1,221 fueron examinados histológicamente. En la Tabla 2 se presenta el total de individuos colectados y examinados por especie, además de datos sobre las medidas de los peces muestreados. La Tabla 3 resume el número mensual de muestras por especie colectadas y procesadas de junio de 1996 a julio de 1997. Las diferencias entre el número de muestras examinadas y procesadas se debe a que un pequeño grupo de laminillas no pudieron ser utilizadas por la pobre calidad de las mismas. La distribución de las frecuencias de tamaño, para cada sexo por separado, se presentan en la Figura 1. La información obtenida para cada una de las especies se detalla a continuación:

Lutjanus synagris

Un total de 279 especímenes (108 machos y 171 hembras) fueron analizados histológicamente. No existe diferencia en la distribución de las frecuencias de tamaño entre ambos sexos (Kolmogorov-Smirnov: $D = 0.177$), aunque los peces más grandes tienden a ser hembras. Se encontró que los machos maduran a menor tamaño que las hembras. El macho maduro de menor tamaño midió 139 mm. La hembra de menor tamaño clasificada como madura midió 148 mm. El 50% de los machos maduran a los 147 mm, siendo todos maduros a partir de los 210 mm. El tamaño al cual el 50% de las hembras son maduras es 185 mm, siendo todas maduras a partir de los 280 mm (Figura 2). Al examinar la distribución de frecuencias de tamaño para ambos sexos, se observa que aproximadamente el 3.7% de los machos y el 18.7% de las hembras son capturados antes de alcanzar la madurez sexual.

La Figura 3 muestra la distribución por mes de las etapas de madurez sexual para las hembras de *L. synagris*. La proporción mayor de hembras maduras avanzadas se colectaron entre marzo y septiembre (de 50% a 94% de las hembras en etapa 4). De octubre a febrero, el porcentaje de hembras maduras avanzadas fluctuó entre 0% y 35%. Puede decirse que, aunque posiblemente ocurre actividad reproductiva prácticamente todo el año (solamente durante enero no se consiguieron hembras maduras avanzadas) *L. synagris* presenta un período de desove principal que se extiende de marzo a septiembre, con un pico en junio y julio.

Tabla 2. Número de individuos, intervalo (largo horquilla, LH) y largo horquilla promedio por especie colectados y examinados histológicamente de junio de 1996 a julio de 1997.

Especie	No. individuos		Intervalo (mm)		LH promedio (mm)		Desviación estándar
	Muestra total	Examinados	Muestra total	Examinados	Muestra total	Examinados	
<i>Lutjanus synagris</i>	459	279	42-398	85-375	208.2	229.8	66.7
<i>Ocyurus chrysurus</i>	575	322	58-500	111-475	250.8	253.3	59.7
<i>Sparisoma viride</i>	359	304	111-390	153-390	273.7	275.8	42.4
<i>Sparisoma chrysopterum</i>	469	316	196-350	196-350	267.5	270.7	26.8
Total	1862	1221					

Tabla 3. Número mensual de muestras colectadas y procesadas para cada especie de junio de 1996 a julio de 1997.

Mes	Lujanus synagris		Ocyurus chrysurus		Sparisoma viride		Sparisoma chrysopternum	
	Muestra total	Procesados	Muestra total	Procesados	Muestra total	Procesados	Muestra total	Procesados
Enero	17	17	28	28	25	24	25	25
Febrero	26	24	48	24	33	23	27	26
Marzo	75	23	48	30	29	28	27	24
Abril	38	25	59	35	26	19	26	25
Mayo	93	24	26	20	33	23	34	23
Junio	61	23	34	30	32	23	31	22
Julio	26	26	60	26	41	23	37	44
Agosto	22	19	57	27	33	23	26	24
Septiembre	13	10	73	30	26	25	44	28
Octubre	35	29	90	30	26	26	80	26
Noviembre	40	40	26	22	25	24	25	25
Diciembre	13	13	25	25	30	24	27	21
Total	459	279	575	327	359	306	489	318

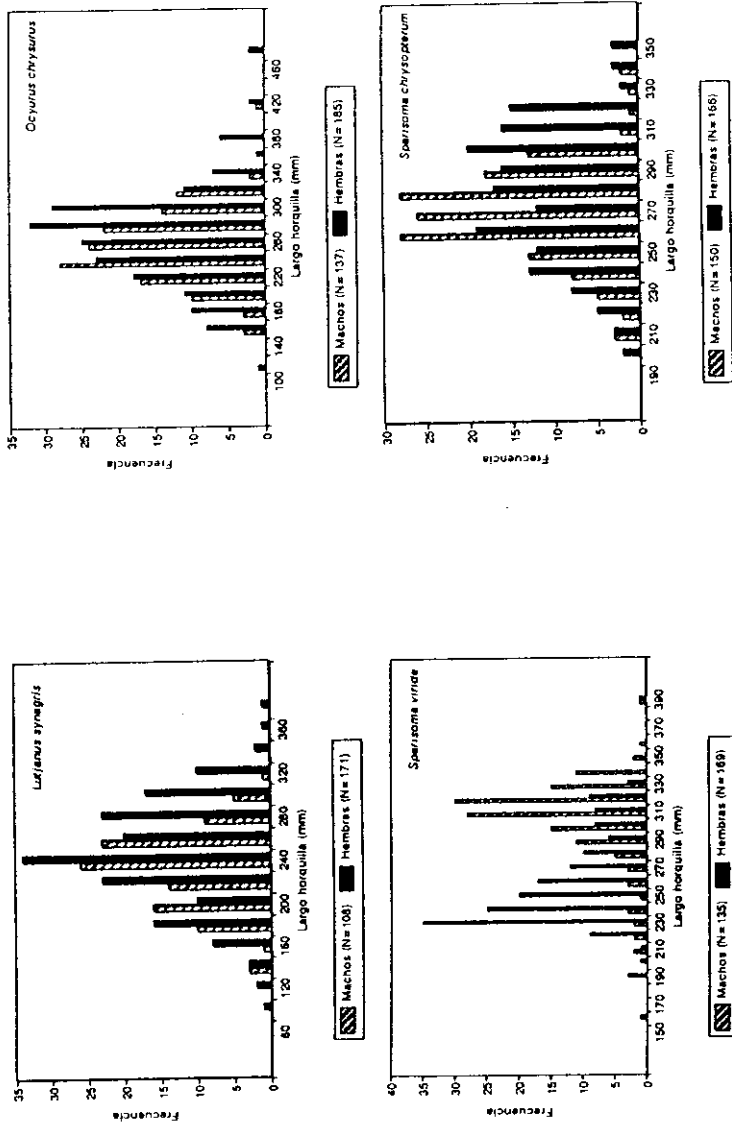


Figura 1. Distribución de frecuencias de tamaño por sexo para *Lutjanus synagris*, *Ocyurus chrysurus*, *Sparisoma viride* y *S. chrysopteryum* examinados histológicamente (junio de 1996 a julio de 1997)

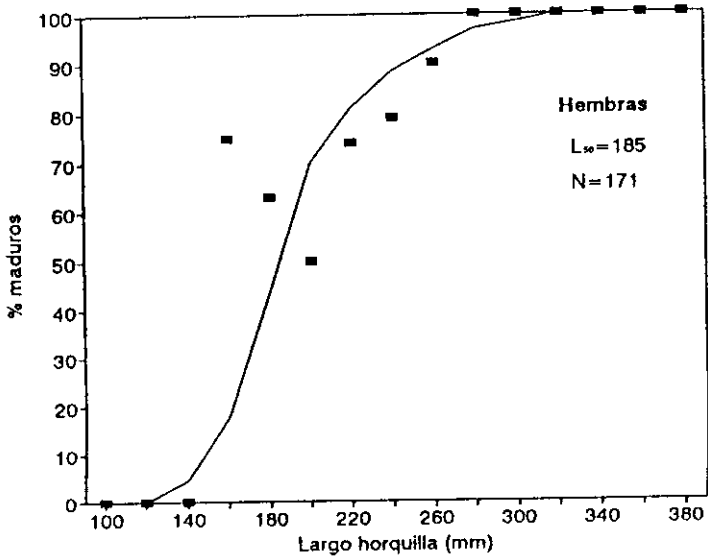
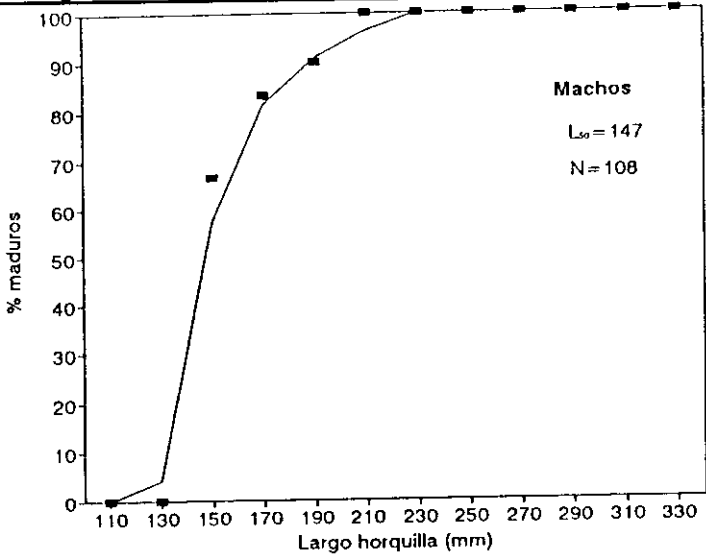


Figura 2. Porcentaje de machos y hembras maduros de *Lutjanus synagris* por clases de tamaño de 20 mm largo horquilla (LH). L_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros.

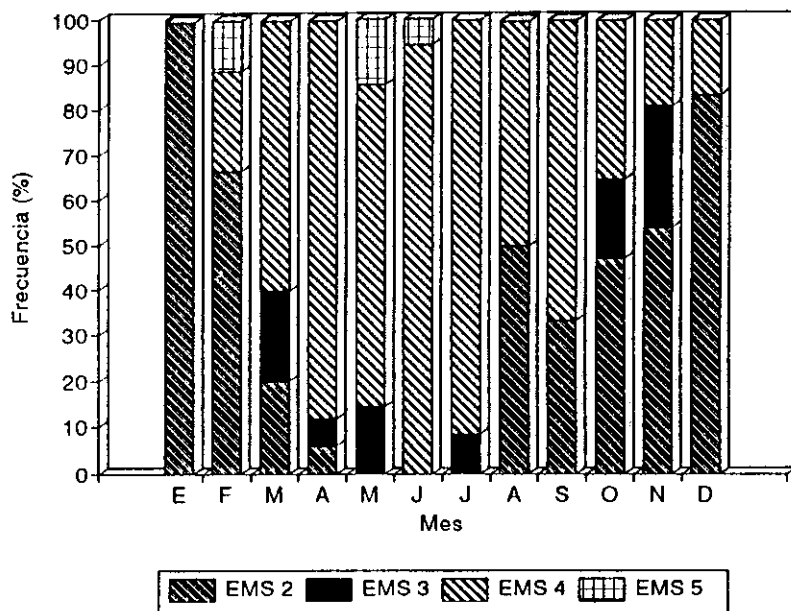


Figura 3. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes para las hembras de *Lutjanus synsgrus* (N = 237; EMS = Etapa Madurez Sexual).

Ocyurus chrysurus

De los 322 individuos sexados, 137 fueron machos y 185 hembras. No hay diferencia en la distribución de frecuencias de tamaño entre machos y hembras (Kolmogorov-Smirnov: $D = 0.114$). Al igual que en *L. synagris*, las hembras predominan en las clases de tamaño mayores. Los machos maduran a menor tamaño que las hembras. El macho maduro de menor tamaño midió 111 mm. La hembra madura de menor tamaño midió 192 mm. El 50% de los machos maduran a los 224 mm. A partir de los 300 mm todos los machos son maduros. El 50% de las hembras maduran a los 248 mm, siendo todas maduras a partir de los 320 mm (Figura 4). De acuerdo a la distribución de frecuencias de tamaños para ambos sexos, aproximadamente el 26.3% de los machos y el 44.8% de las hembras son capturados antes de alcanzar la madurez sexual.

La distribución mensual de las etapas de madurez sexual para las hembras de *O. chrysurus* se muestra en la Figura 5. La mayor proporción de hembras en etapa 4 se consiguieron entre febrero y agosto (50% a 100% de las hembras clasificadas maduras avanzadas). De septiembre a enero, el porcentaje de hembras en etapa 4 fluctuó de 0% a 33%. No se encontraron individuos maduros avanzados entre noviembre y enero. Nuestros datos indican que *O. chrysurus* se reproduce en Puerto Rico de febrero a octubre, con un aumento en la actividad reproductiva de abril a julio.

Sparisoma viride

Se analizaron 135 machos y 169 hembras para un total de 304 individuos. La distribución de frecuencias de tamaño es significativamente diferente entre ambos sexos (Kolmogorov-Smirnov: $D = 0.637$, $P < 0.01$). El intervalo de tamaño en los machos fue de 205 - 386 mm, mientras que en las hembras fue de 153 - 390 mm. Los machos predominan en las clases de tamaño mayores, siendo escasos en las clases menores. Por otro lado, existe un alto grado de solapamiento entre machos y hembras alcanzando ambos sexos tallas similares. Todas las hembras poseen la fase de color inicial, mientras los machos pueden ser tanto fase inicial como terminal. Se encontró solamente un macho (0.8%) en fase inicial, que midió 230 mm (Figura 6). En las 304 muestras examinadas histológicamente no se encontraron individuos transicionales (definidos aquí como machos con indicios de cambio de sexo reciente, cuyas gónadas contienen ovocitos previtelogénicos) (Robertson y Warner, 1978).

El macho y la hembra de menor tamaño clasificados como maduros midieron 205 y 188 mm, respectivamente. El 50% de las hembras maduran a los 205 mm, siendo todas maduras a partir de los 240 mm (Figura 7).

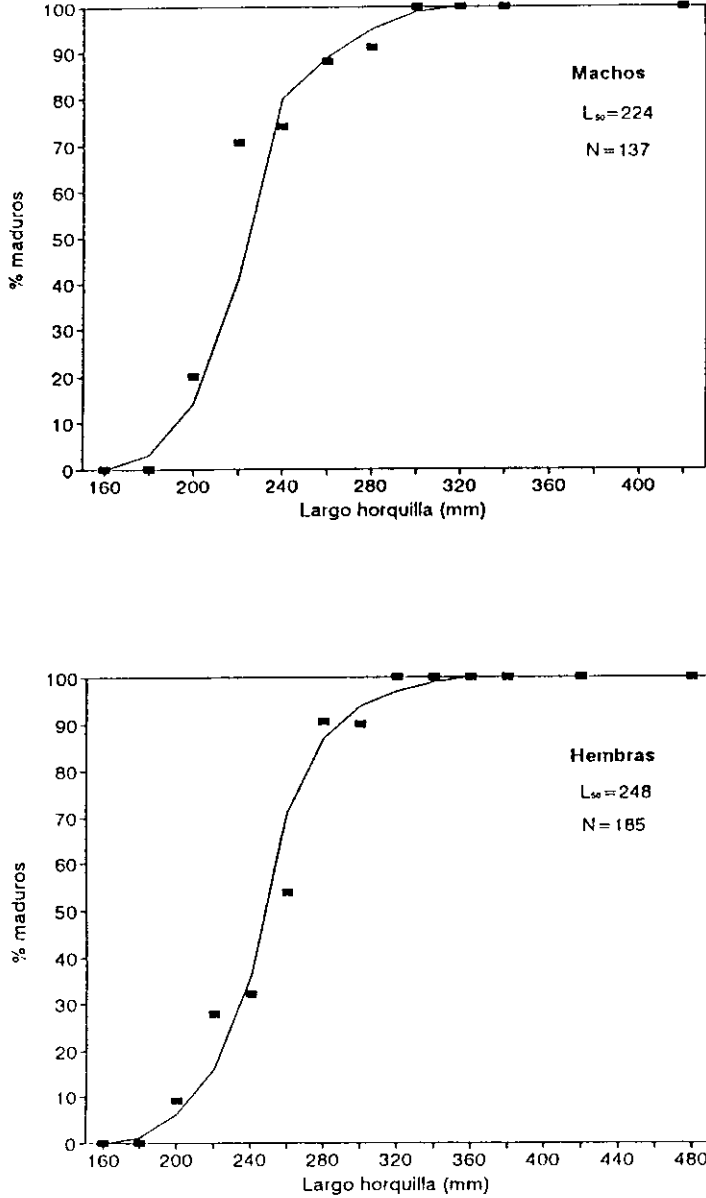


Figura 4. Porcentaje de machos y hembras maduros de *Ocyurus chrysurus* por clases de tamaño de 20 mm largo horquilla (LH). L₅₀ es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros.

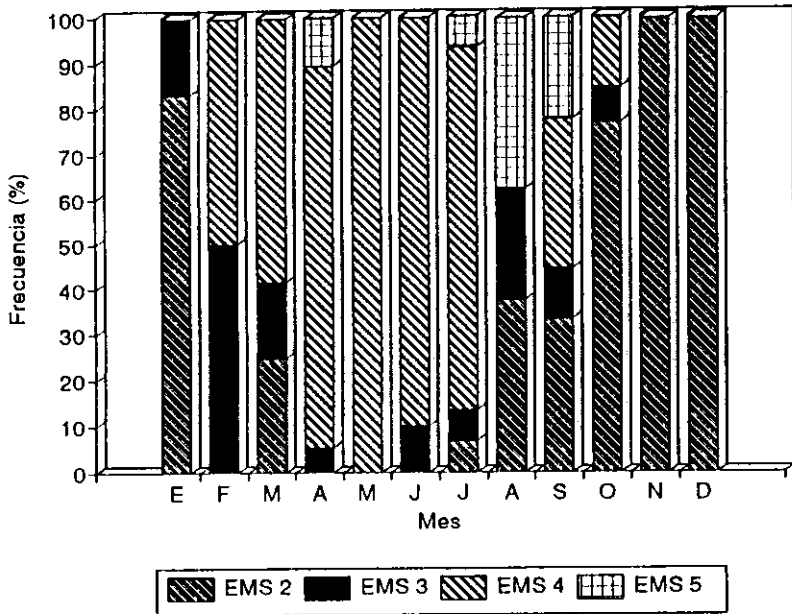


Figura 5. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes las hembras de *Ocyurus chrysurus* (N = 113; EMS = Etapas Madurez Sexual).

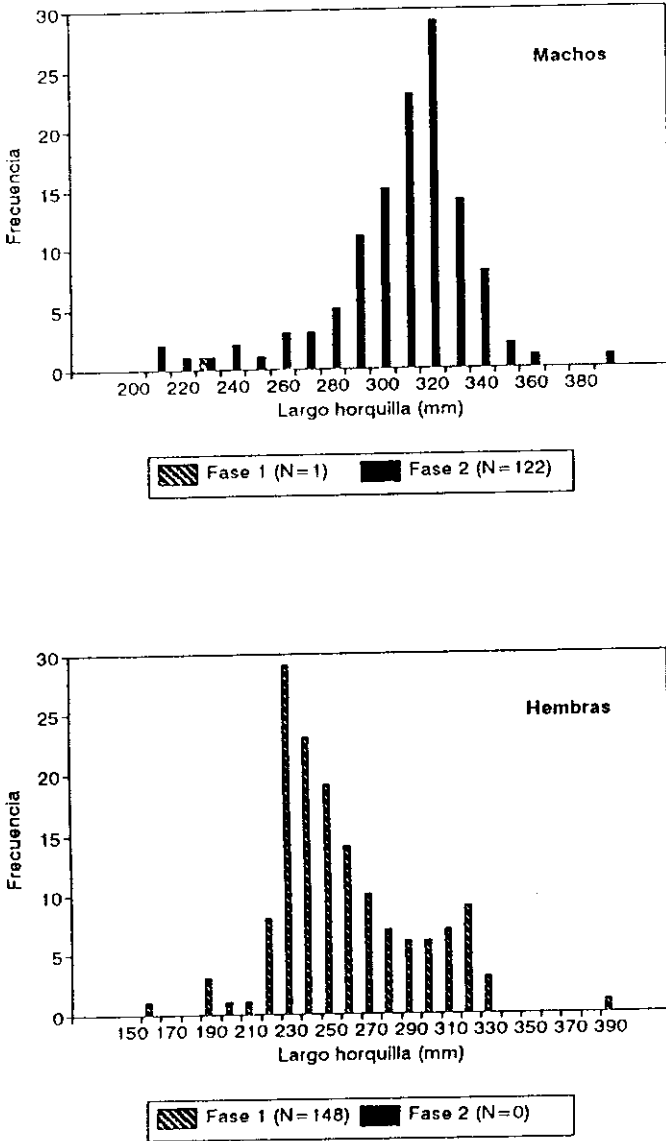


Figure 6. Distribuciones de frecuencias de tamaño por fase de color para machos y hembras de *Sparisoma viride* (fase 1 = inicial; fase 2 = terminal).

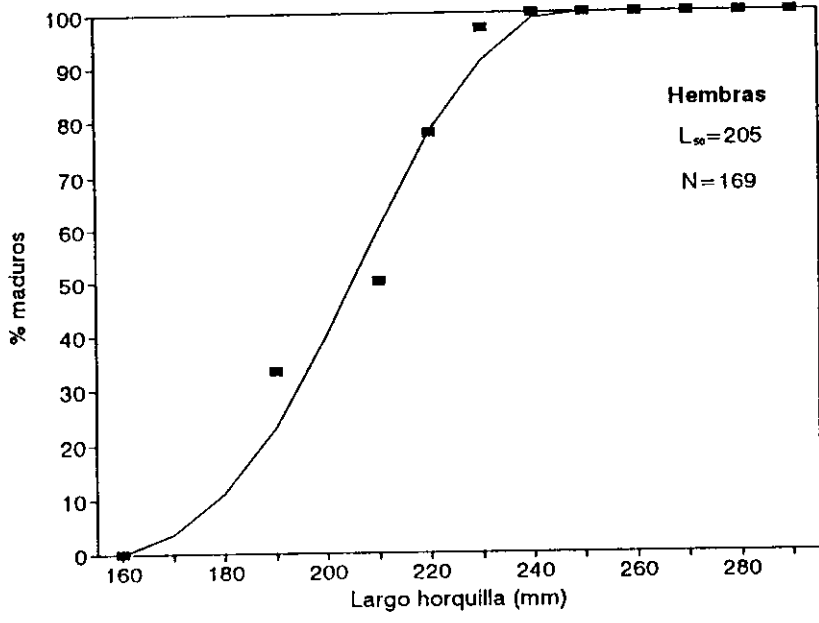


Figura 7. Porcentaje de hembras maduras de *Sparisoma viride* por clases de tamaño de 10 mm largo horquilla (LH). L_{50} es la longitud a la cual el 50% de los individuos son maduros.

La Figura 8 muestra la distribución mensual de las etapas de madurez para las hembras de *S. viride*. El porcentaje de hembras maduras avanzadas es relativamente alto (de 54% a 100%) durante casi todo el año, con la excepción de los meses de junio y julio, en los que solamente un 21% y 0%, respectivamente, de las hembras examinadas se encontraban en etapa 4. Probablemente, *S. viride* se reproduce durante todo el año en Puerto Rico, observándose una disminución durante el verano, sin que exista un período definido en el que ocurra un incremento significativo en la actividad reproductiva.

Sparisoma chrysopterum

De los 316 individuos estudiados, 150 fueron machos y 166 hembras. Existe diferencia en la distribución de frecuencias de tamaño entre machos y hembras (Kolmogorov-Smirnov: $D = 0.229$, $P < 0.01$). El intervalo de tamaño en los machos fue de 201 - 340 mm. En las hembras fue de 196 - 350 mm. Contrario al caso de *S. viride*, en *S. chrysopterum* las clases de tamaño mayores son ocupadas principalmente por hembras.

En *S. chrysopterum*, la relación entre el tamaño, el sexo y la fase de color son similares a las reportadas para *S. viride*. Los cinco machos (4.5%) con fase inicial, ocupan el límite inferior de la escala de tamaño de dicha fase (207 - 244 mm) (Figura 9). Cuatro *S. chrysopterum* (201 - 248 mm), del total de 316 gónadas examinadas, fueron clasificados como transicionales (dos en fase terminal y dos sin información sobre la fase).

El macho maduro de menor tamaño midió 201 mm. La hembra madura de menor tamaño midió 196 mm. El tamaño de 50% de madurez para las hembras fue de 235 mm. Todas las hembras ≥ 280 mm son maduras (Figura 10).

La Figura 11 muestra la distribución mensual de las etapas de madurez sexual. Se encontraron hembras maduras avanzadas en todos los meses, excepto junio. Aunque no aparenta haber un período particularmente intenso en términos de actividad reproductiva, la misma es mayor entre los meses de noviembre a abril (de un 60% a un 91% de las hembras fueron clasificadas maduras avanzadas durante ese período). Mayo, junio y agosto fueron los meses con menor número de individuos en etapa 4 con 29%, 0% y 20%, respectivamente.

DISCUSION

Lutjanus synagris

Nuestros datos indican que en las tallas mayores las hembras son más abundantes que los machos, principalmente a partir de los 280 mm. Claro (1981) reporta que en Cuba las hembras alcanzan mayor longevidad y tamaño que los machos. De igual forma, Erdhart (1977) señala que las hembras tienden a predominar a edades y tamaños mayores. Esos resultados pueden deberse en parte a diferencias en las tasas de crecimiento y longevidad entre los sexos (ver Grimes

y Huntsman, 1980). Por otro lado, Manickchand-Dass (1987) reporta que en Trinidad las hembras son menores que los machos. La selectividad de las artes de pesca, las variaciones geográficas en la distribución de tamaños según la profundidad (que en Trinidad sigue un patrón opuesto a lo reportado en otros lugares), distintas tasas de crecimiento/mortalidad y niveles de explotación, son factores que pueden explicar las diferencias observadas.

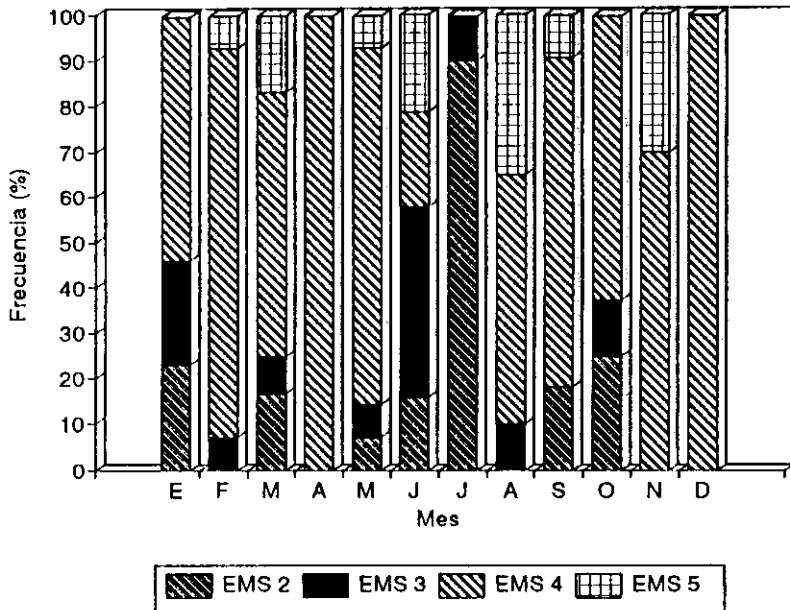


Figura 8. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes para las hembras de *Sparisoma viride* (N = 160; EMS = Etapa Madurez Sexual)

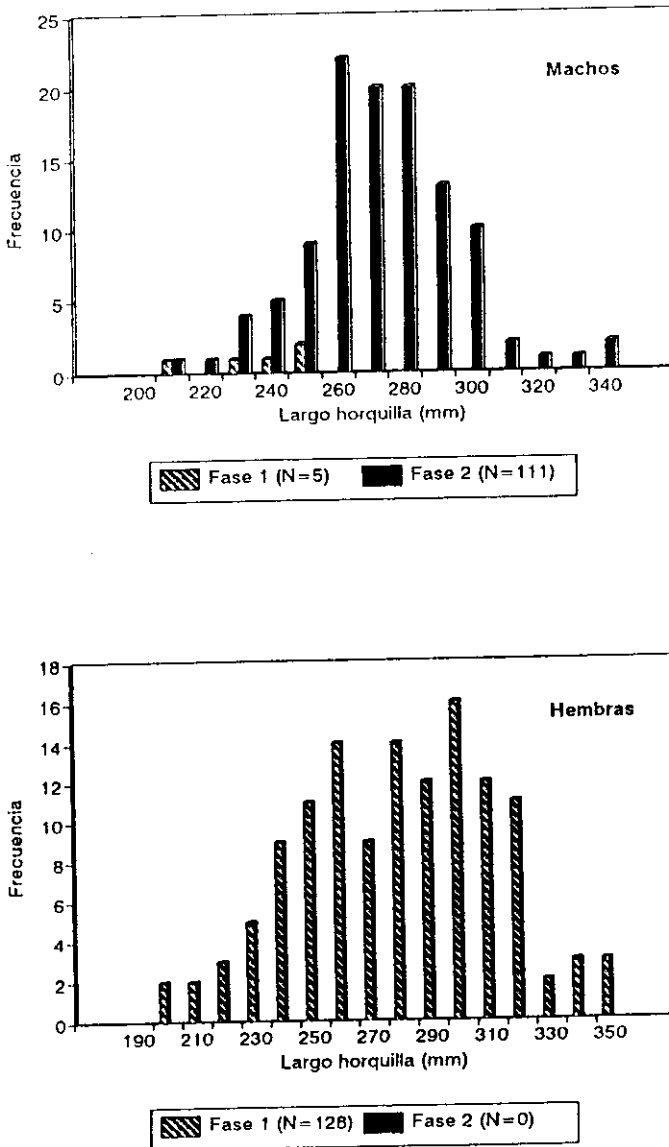


Figura 9. Distribuciones de frecuencias de tamaño por fase de color para machos y hembras de *Sparisoma viride* (fase 1 - inicial; fase 2 = terminal).

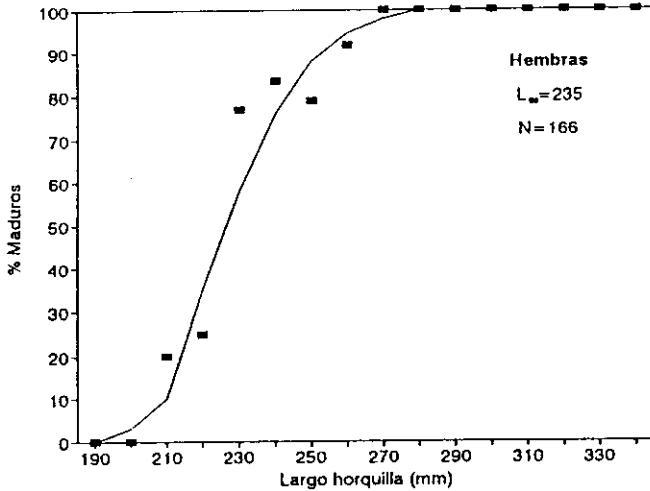


Figura 10. Porcentaje de hembras maduras de *Sparisoma chrysopterus* por clases de tamaño de 10 mm largo horquilla (LH). L_{50} es la longitud a la cual el 50% e los individuos son maduros.

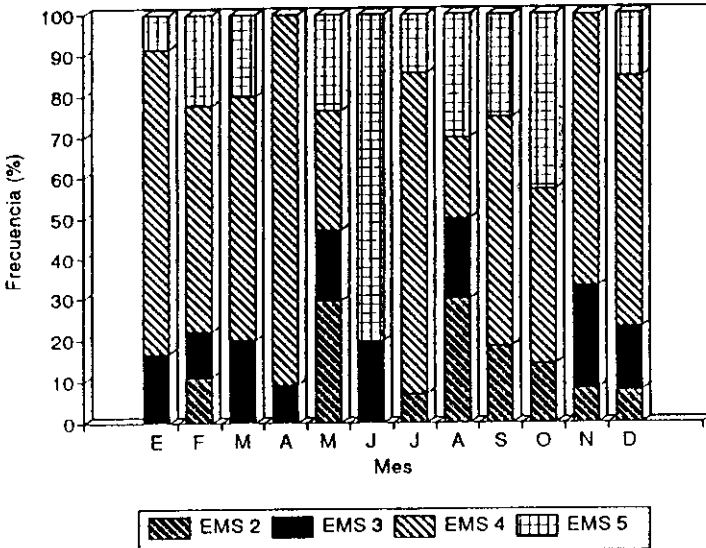


Figura 11. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes para las hembras de *Sparisoma chrysopterus* ($N = 143$; EMS = Etapa Madurez Sexual).

En este estudio se encontró que los machos maduran a tamaños menores que las hembras. Ese resultado concuerda con lo encontrado por Rodríguez (1962), Manickchand-Dass (1987) y Méndez (1989). Sin embargo, existen diferencias en cuanto al tamaño de madurez. Manickchand-Dass (1987) reporta un tamaño de 50% de madurez de 250 mm largo total (LT) para los machos y de sobre 310 mm LT para las hembras. Por su parte, Méndez (1989) encontró que los machos maduran (50%) a los 238 mm LT y las hembras a los 224 mm LT. Rodríguez (1962) no establece el tamaño de 50% de madurez, pero menciona que los machos maduran a partir de los 180 mm LH y las hembras a partir de los 200 mm LH. De igual manera, Thompson y Munro (1974) señalan que la talla de primera madurez sexual para machos y hembras en Jamaica es de 183 y 176 mm LH, respectivamente. Por otro lado, Claro (1982) señala que el 40-50% de los peces maduros median de 130 a 180 mm LH, valores similares a los observados en este estudio. Claro (1981), al comparar sus resultados con los de Rodríguez (1962), atribuye la disminución en el tamaño de madurez a la reducción en el tamaño de los peces en las capturas. Grimes (1987) explica que en la familia Lutjanidae la madurez sexual se alcanza a un 40 - 50% de la longitud máxima y que la relación entre el tamaño de madurez y la talla máxima es lineal. Las diferencias observadas en el tamaño de madurez están relacionadas con la profundidad y el tipo de hábitat, que a su vez están asociadas a la riqueza y disponibilidad de alimento y al balance energético entre el crecimiento y la reproducción. Siendo este, a nuestro mejor entender, el primer estimado del tamaño de madurez de *L. synagris* hecho en Puerto Rico, no podemos establecer si ha ocurrido una disminución en ese parámetro durante los últimos años. No obstante, basándonos en las experiencias reportadas en otros lugares, y considerando la intensa presión de pesca existente, no podemos descartar esa posibilidad en aguas locales.

La distribución estacional de las etapas de madurez sexual y las observaciones del desarrollo de los ovocitos indican que, aunque ocurre algún grado de actividad reproductiva prácticamente todo el año, la temporada de desove de *L. synagris* en Puerto Rico se extiende principalmente de marzo a septiembre, con un período más intenso entre abril y julio. Estos resultados corroboran, utilizando métodos histológicos, lo reportado por Erdman (1976), que establece la época reproductiva de *L. synagris* de marzo a septiembre, con un pico en mayo. En Trinidad, Manickchand-Dass (1987) encontró la mayor cantidad de peces maduros entre marzo y noviembre, con el máximo en marzo. Méndez (1989) reporta en Venezuela una temporada de desove de marzo a octubre, con dos picos, en junio y septiembre. Resultados similares obtuvieron en Cuba Rodríguez (1962), Millares et al. (1979) y Claro (1982). El patrón de desplazamiento y la maduración de las gónadas durante el proceso reproductivo de *L. synagris* ha sido descrito por Claro (1982) y, dada su relevancia con respecto al posible manejo de

esa especie en Puerto Rico, se resume a continuación. Comenzando en abril, alrededor de la luna en cuarto creciente, peces con gónadas maduras empiezan a congregarse en lugares específicos de la plataforma relativamente cercanos al veril. La maduración de las gónadas ocurre en estas agregaciones predesove (Reshetnikov y Claro, 1976). Cuando las gonádas alcanzan su máximo estado de desarrollo, alrededor de la luna llena, esos cardúmenes se mueven hacia el veril donde ocurre el desove en forma parcial. Los peces se mantienen en la plataforma cercana hasta el próximo episodio de desove, cuando nuevamente se trasladan al veril. Ese proceso se repite durante 7 - 12 días hasta completar el desove. Claro (1982) menciona que la mayor parte de la población se reproduce a partir de los dos años de edad, constituyendo ese grupo el 50% de los reproductores. La mayoría de las capturas en Cuba se realizaban durante las "corridas" de desove. Como consecuencia de esa práctica, las mismas disminuyeron dramáticamente, provocando el establecimiento de una veda total durante el desove (Claro, 1982).

Aunque en Puerto Rico no existen estudios que corroboren la existencia de patrones similares a los descritos anteriormente, es probable que ocurra algo parecido con *L. synagris*. Evidencia circunstancial que apunta en esa dirección lo es la ocurrencia de capturas (excepcionales hoy en día en Puerto Rico, pero que eran relativamente comunes hace algunas décadas), de más de 500 Kg. de *L. synagris* en un solo lance de chinchorro de playa (Félix Lugo, com. pers.). Una de esas capturas, además de otras menores pero significativas, ocurrió a mediados de abril de 1997 en un lugar en el que tradicionalmente abundaba esa especie. La mayoría de los peces capturados en ese lance poseían gónadas maduras, de acuerdo a las personas que procesaron la pesca. La mayoría de los peces cuyas gónadas contenían ovocitos hidratados (indicando desove inminente) fueron colectados alrededor de los días de luna llena. En algunas localidades de la costa sur de la Isla esta especie es pescada por buzos en aguas llanas rodeando cardúmenes relativamente grandes con trasmallos, aparentemente aprovechando las agregaciones predesove.

Acosta y Appeldoorn (1992) indican que la pesquería de *L. synagris* en Puerto Rico alcanza aproximadamente el 91% del rendimiento potencial. Ese alto nivel de explotación, unido a su importancia como recurso pesquero local, longevidad relativamente alta y su vulnerabilidad en un período tan crítico como lo es la época de reproducción, ameritan la seria consideración de medidas para evitar en el futuro un posible colapso de esa pesquería. Por otro lado, tratándose de una especie relativamente numerosa, con una temporada de desove prolongada y con un desarrollo sexual precoz, existe un gran potencial para la protección y desarrollo de su pesquería si se toman las medidas apropiadas. Entre las medidas de manejo posibles, creemos que la más importante sería el establecimiento de una veda parcial durante el pico de reproducción, que incluiría, por ejemplo, la semana antes y después de la luna llena de los meses de abril y mayo, para un

total de cuatro semanas al año.

Ocyurus chrysurus

La distribución de las frecuencias de tamaño por sexo muestran un patrón similar al observado en *L. synagris*. Las hembras predominan en las tallas mayores, aunque estadísticamente no hay diferencia entre los sexos. La tendencia de las hembras a ser más abundantes en las clases de tamaño mayores ha sido reportada en Cuba por Piedra (1969), en Jamaica por Thompson y Munro (1974), en Florida por Johnson (1983) y en Venezuela por Alcalá y Hauschild (MS).

El tamaño de madurez es menor en los machos que en las hembras. Los estimados de este parámetro muestran una variación notable según el área geográfica donde fueron realizados. En Jamaica, Thompson y Munro (1974) reportan un tamaño de primera madurez de 260 y 290 mm LT para machos y hembras, respectivamente. Piedra (1969) encontró en Cuba un tamaño mínimo de madurez entre 110-140 mm LH para ambos sexos. El estimado de Claro (1983) fue de 179-190 mm LH para ambos sexos. Carrillo de Albornoz y Ramiro (1988) estimaron la longitud de primera madurez en 190 - 200 y 200 - 210 mm LH para los machos y las hembras, respectivamente. En Venezuela, Alcalá y Hauschild (MS) señalan que el 50% de los individuos de ambos sexos alcanzan la madurez a los 360 mm LT. En Florida, el 50% de las hembras en la clase de tamaño de 200-219 mm son maduras (Collins y Funicane, MS). Grimes (1987) reporta que en los Lutjánidos la madurez sexual se alcanza a tamaños menores en áreas insulares al compararlas con áreas continentales. En Puerto Rico no existen datos previos a este trabajo, de modo que no es posible saber si ha ocurrido una disminución del tamaño de madurez de esta especie. Además de los factores mencionados en el caso de *L. synagris*, es necesario notar que las comparaciones entre los estimados de madurez deben ser interpretados con precaución, ya que diferentes observadores, metodologías y temporadas de muestreo pueden tener un efecto significativo en los resultados (ver Hunter *et al.*, 1992).

Nuestros datos sugieren que *O. chrysurus* se reproduce en Puerto Rico de febrero a octubre, con un período más activo de abril a julio. Por otro lado, no encontramos peces en etapa 4 entre noviembre y enero. Estos datos concuerdan con la información publicada por Erdman (1976), que reporta una mayor cantidad de peces con gónadas maduras de marzo a mayo y en septiembre. Todos los peces disectados en Puerto Rico por Erdman durante noviembre y diciembre tenían gónadas no desarrolladas. En Cuba, Piedra (1969) y Claro (1983) encontraron individuos maduros entre marzo y septiembre, siendo el desove más intenso en abril y mayo. Carrillo de Albornoz y Ramiro (1988) hallaron peces maduros desde marzo a agosto, ocurriendo el desove fundamentalmente de abril a junio. En Jamaica (Thompson y Munro, 1974) indican que la época de desove se

extiende de febrero a abril y de septiembre a octubre. En Florida, el pico de desove ocurre en junio-julio (Collins y Funicane, MS).

La presencia de gónadas con huevos hidratados casi exclusivamente en peces colectados en el área del veril, indican que esa zona es el principal lugar de desove de *O. chrysurus*. Ese patrón ha sido también reportado en Cuba por Claro (1983). Munro *et al.* (1973) sugieren que esta especie se desplaza mar afuera una vez alcanzada la madurez. Aunque en este estudio no se determinó la relación entre el desove y la fase lunar, la mayoría de los peces con gónadas maduras avanzadas conteniendo numerosos ovocitos hidratados fueron colectados alrededor de la luna nueva. De hecho, las estrategias reproductivas tales como la formación de agregaciones antes y durante el desove, el desplazamiento al veril para desovar y su relación con la fase lunar y la temporada de desove prolongada lograda por un sistema escalonado o en serie (de modo que grupos diferentes de peces desovan cada mes), es común en muchas especies tropicales (ver Johannes, 1978). El valor adaptativo de esas estrategias, propias de especies tropicales, está relacionado a la disminución del potencial de depredación y a las condiciones de alimentación limitadas para las larvas, con el fin de viabilizar la supervivencia de reclutas.

El análisis de rendimiento por recluta realizado por Dennis (1987) sugiere que *O. chrysurus* estaba siendo sobrepecada en Puerto Rico hace ya una década, y no tenemos razones para pensar que la situación ha mejorado. Actualmente existe un tamaño mínimo permitido de 12 pulgadas (aprox. 305 mm) LT, establecido por el Consejo de Administración Pesquera del Caribe (CFMC por sus siglas en inglés). Esa medida permite que una porción significativa de la población-basándonos en nuestras distribuciones de frecuencias de tamaño- pueda reproducirse por lo menos una vez antes de ser capturadas. El CFMC ha establecido, además, que las nasas deben poseer dos paneles de escape (malla de 51 x 51 mm o malla hexagonal de 38 mm) (CFMC, 1993). Desafortunadamente, hoy en día, esas medidas están vigentes solamente en aguas de jurisdicción federal (9 millas náuticas de la costa hasta las 200 millas náuticas). En aguas estatales (de la orilla a las 9 millas náuticas) no existe reglamentación. Esta discrepancia hace prácticamente imposible llevar a cabo la implantación de esas medidas de forma eficaz. Es imperativo adoptar las mismas para las aguas estatales. En segundo lugar, debe considerarse el control y/o modificación de la malla del chinchorro de arrastre por el impacto negativo que tiene ese arte sobre los juveniles de esta especie, y en general, sobre los peces juveniles que viven en áreas costaneras llanas.

Sparisoma viride

Las características de la distribución de frecuencias de tamaño de *S. viride* son consistentes con el patrón observado en otras especies hermafroditas protogínicas

(Bullock et al., 1996). No obstante, cabe señalar aquí que una distribución de frecuencias de tamaño bimodal no implica necesariamente la ocurrencia de cambio de sexo (ver Sadovy y Shapiro, 1987). Sin embargo, en las 304 muestras examinadas, no se detectaron individuos transicionales. Robertson y Warner (1978) encontraron dos individuos transicionales de un total de 262 peces. Koltes (1993), utilizando métodos no histológicos reporta que, de 220 peces examinados, 15 fueron transicionales. Aunque existe un marcado solapamiento de tamaños entre los sexos (ver discusión de *S. chrysopterum*), la ausencia de individuos transicionales y la escasez de machos inmaduros (N = 7) sugieren que el cambio de sexo ocurre rápidamente y que los machos maduran poco después del mismo. La presencia de hembras de igual tamaño que los machos más grandes, resultado reportado también por Robertson y Warner (1978) y Koltes (1993), sugiere que no todos los individuos en la población cambian de sexo.

La distribución de las frecuencias de tamaño por fase de color concuerda con los resultados de Robertson y Warner (1978) en el sentido de que existen machos en ambas fases mientras que la fase inicial está compuesta exclusivamente por hembras. Sin embargo, esos autores encontraron aproximadamente un 10% de los machos con fase de color inicial, mientras en este estudio solamente un 0.8% tenía esa fase. Esa diferencia puede deberse en parte al bajo número de machos pequeños (< 230 mm) en nuestra muestra, ya que los machos en fase inicial de Robertson y Warner (1978) están comprendidos en las clases de tamaño 130 - 210 mm largo estándar (LE). Nuestros estimados de 188 mm y 205 mm (tamaño mínimo y de 50% de madurez, respectivamente) para las hembras de *S. viride* son similares a los obtenidos por diversos autores en el área del Caribe. Según Koltes (1993), en Gran Turco (B.W.I.) esta especie madura entre los 170 - 270 mm LE. Robertson y Warner (1978) mencionan que las hembras maduran sobre los 160 mm LE en Panamá. La hembra madura más pequeña capturada por Reeson (1983) en Jamaica midió 179 mm LH. Winn y Bardach (1960) señalan que las hembras maduran a los 163 mm LE en Bermuda. Los comentarios hechos sobre las comparaciones de estos estimados en las secciones de *L. synagris* y *O. chrysurus* son igualmente válidos para *S. viride*.

Reeson (1975) sugiere que la temporada de desove en Jamaica se extiende de octubre a mayo, con un posible pico en febrero. En Bermuda, Winn y Bardach (1960) encontraron hembras maduras en junio, julio y agosto. Erdman (1976) aunque reporta haber encontrado muy pocos escáridos (no menciona especies en particular) con gónadas desarrolladas o maduras en Puerto Rico, señala la presencia de juveniles durante todo el año, hecho del cual puede inferirse que el desove es continuo. Robertson y Warner (1978) y Colin y Clavijo (1988) mencionan que *S. viride* probablemente desova a través de todo el año, sin picos definidos. Koltes (1993) encontró que ocurre desove todo el año, con un incremento al comienzo de la primavera. Nuestros datos confirman ese patrón;

no obstante se necesitan datos adicionales para corroborar si la disminución observada en junio y julio es realmente una tendencia o simplemente se relaciona con un problema relacionado al muestreo.

Los escáridos son uno de los componentes más abundantes e importantes del arrecife, siendo considerados el grupo principal de herbívoros, junto a los acantúridos, en las comunidades coralinas del Atlántico Occidental (Böhlke y Chaplin, 1993). Las especies de *Sparisoma* tienden a encontrarse como individuos aislados o a formar agregaciones no muy densas. Aunque el uso de lugares específicos y la formación de grupos de desove es común en esta familia, la concentración de grandes cantidades de individuos en lugares y épocas definidas, similares a las reportadas para ciertas especies de meros, no ha sido reportado en *Sparisoma*. La diversidad y complejidad de los sistemas socio-sexuales ha sido documentada para varias especies (Thresher, 1984). En *S. viride*, el comportamiento, la distribución y la estructura social varía de acuerdo al hábitat y el lugar (Alevizon y Landmeier, 1984; Barlow, 1975; Gygi, 1975; Robertson y Warner, 1978). La explotación de esta especie, y de la familia Scaridae en general, indudablemente ha aumentado en los últimos años en Puerto Rico (Matos-Caraballo, en prensa). Debido a su importancia ecológica y económica, unidas a las características complejas de su biología reproductiva y comportamiento, es necesario, como mínimo, mantener una estrecha vigilancia de los desembarcos reportados en la Isla. De particular interés sería el incrementar el esfuerzo destinado a la recolección de datos bioestadísticos (incluyendo sexo y fase de color) de esta especie y otras relacionadas. Dadas esas particularidades, el establecimiento de reservas en lugares donde abunden estas especies parece ser la mejor opción disponible para la protección de las mismas.

Sparisoma chrysopterum

Aunque se encontró diferencia estadísticamente significativa en la distribución de frecuencias de tamaño de machos y hembras, la misma no sigue el patrón encontrado en *S. viride*. De hecho, las hembras son más abundantes en las clases de tamaño mayores. El único estudio publicado, a nuestro mejor entender, que presenta datos sobre la proporción de los sexos respecto al tamaño (Reeson, 1975), reporta la misma tendencia. En las demás especies examinadas por ese autor (dos del género *Sparisoma* y dos de *Scarus*) la proporción de hembras disminuye con el aumento en tamaño. Sadovy y Shapiro (1987) mencionan que en *Coryphopterus personatus* (góbido monándrico protogínico) la distribución de frecuencias de tamaño de machos y hembras se solapa casi completamente debido a que mientras algunos machos provienen directamente de hembras funcionales, otros pasan por una fase de hembra inmadura (no funcional) y se convierten en machos de tamaño pequeño. Eso no explica la diferencia entre las distribuciones de frecuencias de tamaño entre *S. viride* y *S. chrysopterum*, pero los mismos

autores presentan el siguiente ejemplo que, en conjunto con lo anteriormente expuesto, puede en parte explicar esas diferencias. En *Sparisoma aurofrenatum*, que es también una especie protogínica monándrica, al combinar individuos provenientes de distintas áreas, las distribuciones de frecuencias de tamaño de los sexos se solapan; sin embargo, al separar los datos por lugares de origen, el solapamiento entre machos y hembras es mucho menor, sugiriendo diferencias marcadas. Desafortunadamente, esa posibilidad no pudo ser revisada, debido a que el tamaño de nuestra muestra no permitió agrupar los peces por lugar de origen.

El tamaño de madurez en las hembras y el tamaño del cambio de sexo en los machos son similares y ocurren aproximadamente entre los 200 mm y los 250 mm LH. Esos estimados son algo menores en Panamá, donde Robertson y Warner (1978) reportan que la madurez en las hembras comienza alrededor de los 140 mm LE, mientras que el tamaño del cambio de sexo ocurre aproximadamente entre los 120 y 191 mm LE. No conocemos otro estimado del 50% de madurez realizados para esta especie.

La distribución de las frecuencias de tamaño por fase de color es similar a la encontrada en *S. viride* (este estudio) y por Robertson y Warner (1978). Esos autores señalan que un 5.1% de los machos poseían fase inicial, ocupando las clases de tamaño menores de dicha fase. Robertson y Warner (1978) indican que *S. chrysopterum* se reproduce probablemente durante todo el año, sin picos definidos. Reeson (1975) encontró en Jamaica solamente un pez maduro, en marzo, de 512 examinados. Individuos con gónadas activas fueron colectados en febrero, marzo y septiembre por el mismo autor, con un pico sugerido en febrero. Munro *et al.* (1973) colectaron peces con gónadas activas, disminuyendo en frecuencia, de febrero a junio, no encontrando más actividad después de ese mes. La falta de muestreos completos cubriendo todos los meses del año hacen muy difícil cualquier comparación. No obstante, es muy probable que esta especie se reproduzca en mayor o menor grado, a través de todo el año. La fragmentada información existente parece también sugerir que ocurre un ligero aumento en la actividad reproductiva durante los meses de invierno. Colin y Clavijo (1988) señalan que se han detectado variaciones geográficas en las temporadas de reproducción en el género *Scarus*, sugiriendo que esas diferencias pudieran estar relacionadas al tamaño de la población que desova o al grado de transparencia o turbidez del agua. Los mismos autores comentan que en el suroeste de Puerto Rico muchas de las especies estudiadas tienen temporadas de desove prolongadas y hacen mención de varios trabajos que documentan la existencia de incrementos definidos en la actividad reproductiva en peces con épocas de desove extendidas. Señalan, además, que ese incremento ocurre durante el invierno, cuando la temperatura del agua se encuentra disminuyendo o en su punto más bajo. De acuerdo a Munro *et al.* (1973), la mayoría de las especies estudiadas en Jamaica desovan de febrero a abril, cuando la temperatura del agua se encuentra en un

mínimo.

Desde un punto de vista evolutivo, Colin y Clavijo (1988) comentan que la ocurrencia de picos de desove durante los meses de temperaturas bajas sea tal vez una adaptación a la disminución de la temperatura superficial del mar durante los períodos glaciales. Es posible que la temporada de desove se moviera hacia el verano en épocas de temperaturas frías. Concurrentemente con las variaciones en temperatura, ocurrieron cambios drásticos en las características físicas de los arrecifes del Atlántico. Durante los períodos más fríos, ocurrieron disminuciones de 100 metros o más en el nivel del mar, causando la desaparición de los arrecifes de zonas poco profundas, quedando arrecifes únicamente en áreas escarpadas, casi verticales. La tendencia actual observada en muchos peces de desplazarse al veril para el desove, pudiera ser una expresión de las estrategias desarrolladas como adaptación a las condiciones glaciales, en las que había menor diversidad o tipos de ambiente arrecifal donde el desove podía llevarse a cabo exitosamente. Por otro lado, Reshetnikov y Claro (1976) indican que uno de los factores principales que controlan los procesos biológicos en los trópicos en general y en el Caribe en particular, sobre todo en las costas, es la precipitación. La temporada de lluvia produce normalmente un aumento en la abundancia de plancton, que a su vez tiene una marcada influencia en los ritmos estacionales de los procesos biológicos en los peces, incluyendo obviamente la reproducción y el crecimiento. A diferencia de lo que ocurre en aguas templadas, leves fluctuaciones en variables ambientales tales como la temperatura, la salinidad y el fotoperíodo pueden ser la base para el desarrollo de ciclos estacionales en los trópicos. Es posible que en especies tropicales asociadas a la costa en mayor grado, la época de desove esté más relacionada a la lluvia. A su vez, en especies cuyo ciclo de vida se desarrolla mayormente en áreas relativamente fuera de la influencia directa de los cambios asociados al patrón de precipitación, la mayor actividad reproductiva estaría relacionada a cambios en la temperatura del agua.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico y al Puerto Rico/NMFS Cooperative Fisheries Statistics Program por el financiamiento de este proyecto. Al personal del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras por la ayuda prestada en diversas fases del estudio. A los pescadores que a través de toda la Isla cooperaron proveyendo muestras y compartiendo sus conocimientos sobre la pesca. En particular queremos darle las gracias, por su esfuerzo y dedicación, a las siguientes personas: Jesús León, Luis Aníbal Rivera, Celso Cruz, Héctor Vélez, Pedro Acosta, Noel Ruiz, Aida Rosario, Miguel Dávila, Pedro Correa, Félix Lugo, William Acosta, Juan Irizarry y Simón Rodríguez.

LITERATURA CITADA

- Acosta, A. and R.S. Appeldoorn. 1992. Estimation of growth, mortality and yield per recruit for *Lutjanus synagris* (Linnaeus) in Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.* **50**(2):282 - 291.
- Adams, P.B. 1980. The life-history patterns in marine fishes and their consequences for fisheries management. *Fish.Bull. U.S.* **78**:1 - 12.
- Alcalá, A. y M. Hauschild [sin fecha]. Algunos aspectos de la reproducción de la rabirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Pisces: Lutjanidae), en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques. Contribución No. 27 de la Fundación Científica Los Roques. MS thesis.
- Alevizon, W. and D. Landmeier. 1984. Variability in the population structure of four western Atlantic parrotfishes. *Envir. Biol. Fish.* **10**:149 - 158.
- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size, and age in fishes. Inst. Freshwater Res. Drottningholm Rep.40. 145 p.
- Barlow, G.W. 1975. On the sociobiology of four Puerto Rican parrotfishes (Scaridae). *Mar. Biol.* **33**:281 - 293.
- 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 p.
- Bullock, L.H., M.F. Godcharles, and R.E. Crabtree. 1996. Reproduction of yellowedge grouper, *Epinephelus flavolimbatus*, from the eastern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* **59**(1):216 - 224.
- Caribbean Fisheries Management Council (CFMC). 1993. Amendment 2 to the Fishery Management Plan for the Shallow-Water Reef Fish Fishery of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Caribbean Fisheries Management Council, San Juan, Puerto Rico.
- Carrillo de Albornoz, C. y M.E. Ramiro. 1988. Estudio biológico de la rabirrubia (*Ocyurus chrysurus*) en el oeste de la plataforma suroriental de Cuba. II. Reproducción y alimentación. *Rev. Inv. Mar.* **9**(3):55 - 65.
- Claro, R. 1981. Ecología y ciclo de vida de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma cubana. II. Biología Pesquera. Academia de Ciencias de Cuba. Informe científico-técnico No. 177. 53 p.
- Claro, R. 1982. Ecología y ciclo de vida de la biajaiba *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en la plataforma cubana. IV. Reproducción. *Acad. Cienc. Cuba, Rep. Invest., Inst. Oceanol.* **5**:1 - 37.
- Claro, R. 1983. Ecología y ciclo de vida de la rabirrubia, *Ocyurus chrysurus* (Bloch), en la plataforma cubana. I. Identidad, distribución, hábitat, reproducción y alimentación. *Acad. Cienc. Cuba, Rep. Invest., Inst. Oceanol.* **15**:1 - 34.
- Colin, P.L. and I.E. Clavijo. 1988. Spawning activity of fishes producing pelagic eggs on a shelf edge coral reef, southwestern Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.* **43**:249 - 279.

Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Collins, A. and J.H. Finucane. [1986] Reproductive biology of yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*) from the Florida Keys. 25 p. MS.
- Dennis, G.D. 1987. The validity of length-frequency derived growth parameters from commercial catch data and their application to stock assessment of the yellowtail snapper. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **40**:126 - 138.
- Erdhart, H. 1977. Beitrage zur Biologie von *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) an der Kolumbianischen Atlantikkuste. *Zool. Beitr.* **23**(2):235 - 265.
- Erdman, D.S. 1976. Spawning patterns of fishes from the Northeastern Caribbean. Puerto Rico Dept. Agric., *Agric. and Fish. Contrib.* **8**(2):1 - 36.
- 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.
- Grier, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Am. Zool.* **21**:345 - 357.
- 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.
- Grimes, C. and G. Huntsman. 1980. Reproductive biology of the vermilion snapper, *Rhomboplites aerorubens* from North Carolina and South Carolina. *Fish. Bull.* **78**(1):137 - 146.
- Gygi, R.A. 1975. *Sparisoma viride* (Bonaterre), the stoplight parrotfish, a major sediment producer on coral reefs of Bermuda? *Eclogae Geol. Helv.* **68**:327 - 359.
- Hunter, J.R. and 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 p.
- Hunter, J.R., B.J. Macewicz, N.C.H. Lo, and C.A. Kimbell. 1992. Fecundity, spawning, and maturity of female Dover sole, *Microstomus pacificus*, with an evaluation of assumptions and precision. *Fish. Bull., U.S.* **90**:101 - 128.
- Johannes, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env. Biol. Fish.* **3**(1):65 - 84.
- Johnson, A. 1983. Age and growth of yellowtail snapper from South Florida. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **112**:173 - 177.
- Koltes, K.H. 1993. Aspects of the reproductive biology and social structure of the stoplight parrotfish *Sparisoma viride*, at Grand Turk, Turks and Caicos Islands, B.W.I. *Bull. Mar. Sci.* **52**(2):792 - 805.
- Manickchand-Dass, S. 1987. Reproduction, age and growth of the lane snapper,

- Lutjanus synagris* (Linnaeus) in Trinidad, West Indies. *Bull. Mar. Sci.* **40**(1):22 - 28.
- Matos-Caraballo, D. 1997. Puerto Rico/NMFS Cooperative Fisheries Statistics Program 1994-97. Dept. Env. Nat. Res. Final Report to the NMFS, 74 p.
- Matos-Caraballo, D. (In press) Comparison of size of capture of *Sparisoma viride* and *Sparisoma chrysopterum* in Puerto Rico using traps and entanglement nets during 1988-92. *Proc. Gulf & Carib. Fish. Inst.*, 45th meeting, Corpus Christi, Texas.
- Méndez, F. 1989. Contribución al estudio de la biología y la pesquería del pargo guanapo, *Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758 (Pisces: Lutjanidae), en el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques, Vzla. T.E.G. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 103 p.
- Millares, N., M. Borrero, T. Damas y E. González. 1979. Desove inducido en la biajaiba (*Lutjanus synagris* Linnaeus, 1758). *Rev. Cub. Inv. Pesq.* **4**(1):1 - 20.
- 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 p.
- O'Brien, L. et al. 1993. Maturation of nineteen species of finfish off the northeast coast of the United States, 1985- 1990. NOAA Tech. Rep. NMFS 113, 66 p.
- Piedra, G. 1969. Materials on the biology of the yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*, Bloch). Pages 251-296 in: A.S. Bogdanov (ed.) *Soviet-Cuban Fishery Research*. Translated from Russian: Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, Israel.
- Reeson, P.H. 1975. The biology, ecology and bionomics of the parrotfishes, Scaridae. Pages 166-177 in: J.L. Munro (ed.) *Caribbean Coral Reef Fisheries Resources*. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. 1983.
- Reshetnikow, Y.S. and R.M. Claro. 1976. Cycles in of biological processes in tropical fishes with reference to *Lutjanus synagris*. *J. Ichthyol.* **16**:711 - 723.
- Robertson, D.R and R.R. Warner. 1978. Sexual patterns in the labroid fishes of the Western Caribbean, II: The Parrotfishes (Scaridae). *Smithsonian Contrib. to Zool.* **255**:1 - 26.
- Rodríguez, P.Z. 1962. Estudios estadísticos y biológicos sobre la biajaiba (*Lutjanus synagris*). Centro de Investigaciones Pesqueras, Notas sobre Investigación 4. 91 p.

Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Roff, D.A. 1981. On being the right size. *Am. Nat.* **118**:405 - 422.
- Sadovy, Y. and D.Y. Shapiro. 1987. Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. *Copeia* **1987**(1):136 - 156.
- 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 (ed.) *Caribbean Coral Reef Fishery Resources*. International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. 1983.
- Thresher, R.E. 1984. *Reproduction in reef fishes*, T.F.H. Publications, Inc. Ltd., Neptune City, New Jersey. 399 p.
- Wallace, R.A. and K. Selman. 1981. Cellular and dynamics aspects of oocyte growth in teleost. *Am. Zool.* **21**:325 - 343.
- Winn, H.E. and J.E. Bardach. 1960. Some aspects of the comparative biology of parrotfishes at Bermuda. *Zoologica* **45**:29 - 34.
- 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 p.