

## **Reproducción en el mero mantequilla (*Cephalopholis fulva*) en Puerto Rico**

MIGUEL FIGUEROLA, WILFREDO TORRES-RUIZ y AIDA ROSARIO JIMENEZ

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Negociado de Pesca y Vida Silvestre  
Laboratorio de Investigaciones Pesqueras  
P.O. Box 3665, Mayagüez, Puerto Rico 00681

### **RESUMEN**

El propósito de este estudio fue estimar algunos parámetros reproductivos del mero mantequilla (*Cephalopholis fulva*). Entre noviembre de 1997 y marzo de 1999 se colectaron en el oeste de Puerto Rico un total de 987 meros mantequilla, de los cuales 596, fueron examinados histológicamente.

La existencia de individuos transicionales (cambiando de sexo de hembra a macho), así como la diferencia de tamaño observada entre los sexos confirman que *C. fulva* es una especie hermafrodita protogínea. La presencia de hembras casi tan grandes como los machos de mayor tamaño sugiere que no todas las hembras cambian de sexo. Aunque se encuentran hembras maduras activas desde noviembre a marzo, un análisis más detallado señala que el desove se limita a varios días alrededor de las fases de luna menguante-nueva de los meses de enero y febrero. El 50% de las hembras maduran, como máximo, a los 130 mm largo horquilla. Antes del desove los testículos representaban un 0.4% del peso del cuerpo mientras los ovarios representaban un 3.0%. Tomando como base el tamaño relativo de la gónada no existe competencia de esperma en *C. fulva*. La razón de sexos para todas las muestras combinadas fue de 1♂:1.9♀. Observaciones hechas por varios autores señalan que el mero mantequilla no forma agregaciones y que desova en pequeños grupos compuestos por un macho y varias hembras, pero esos aspectos del comportamiento reproductivo de *C. fulva* no fueron considerados en este estudio. Nuestros resultados indican que la situación del mero mantequilla en el oeste de Puerto Rico puede considerarse como estable. Dada la posibilidad de que la presión pesquera sobre esta especie aumente considerablemente durante los próximos años se recomienda hacer evaluaciones periódicas que permitan detectar cambios antes de que éstos sean muy pronunciados o irreversibles.

**PALABRAS CLAVES:** Serranidae, reproducción, tamaño de madurez sexual

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine several reproductive parameters of the coney (*Cephalopholis fulva*). From November 1997 to March 1999 a total of 987 coney were sampled off the West Coast of Puerto Rico. A subsample of 596 coney were examined histologically.

The presence of transitional individuals, as well as significant size differences between males and females, confirm protogynous hermaphroditism in *C. fulva*. The occurrence of large females suggests that not all individuals change sex. Although ripe ovaries are found from November to March, spawning activity is limited to several days around the last quarter and new moon phases during January and February. The size class at which 50% of the females were sexually mature was 130 mm fork length. Prior to spawning, testes weighed approximately 0.4% of body weight, while ovaries represented 3.0%, suggesting the absence of sperm competition in the coney. Sex ratio for all samples combined was 1♂:1.9♀. Several studies have indicated that *C. fulva* does not form spawning aggregations, spawning occurring in pairs within small groups composed by one male/multiple females. These aspects of the reproductive behavior were not directly addressed in this study. Our findings suggest that the status of the coney in western Puerto Rico can be considered as stable. Given the possibility of an increase in fishing pressure occurring on this species in the near future, close monitoring of the stock is recommended.

KEY WORDS: Serranidae, reproduction, size of sexual maturation

## INTRODUCCION

Los meros (Serranidae) constituyen uno de los grupos de peces de arrecife más importantes tanto desde un punto de vista ecológico como de la pesca comercial y recreativa en el Caribe y países adyacentes (Sadovy, 1994). En muchos países tropicales, frecuentemente representan una parte significativa de los desembarcos. El mero mantequilla (*Cephalopholis fulva*), al igual que muchas otras especies de la familia, son hermafroditas protogíneas (ocurre cambio de sexo, de hembra a macho), condiciones que la hacen más susceptible a los efectos de la pesca que a especies gonocoras (en las que no ocurre cambio de sexo) (Bannerot et al., 1987; Manooch, 1987; Ralston, 1987; Sadovy, 1993a; Huntsman y Schaff, 1994).

Para los años 1970-1975 los meros alcanzaban del 12% al 13% del total de desembarcos reportados en Puerto Rico. En el 1998, esa cifra bajó a un 3.3%. Por ejemplo, el mero cherna, *Epinephelus striatus*, considerado ahora extinto para efectos comerciales, fue hasta la década de los 70 una de las especies principales en la pesquería local (Everman, 1900; Suárez-Caabro, 1970; Sadovy, 1994; Rosario, 1998; Matos, 1996).

### **Mero Mantequilla (*Cephalopholis fulva*)**

El mero mantequilla, *Cephalopholis fulva*, es considerada en Puerto Rico la segunda especie de mero tanto en términos de importancia comercial como en muestreos independientes de la pesquería (Matos, 1995; Rosario 1996) aunque como se mencionó anteriormente, no existen datos de las libras reportadas por los pescadores comerciales para esta especie. Rosario (1996) reporta que *C. fulva* ocupó el segundo lugar en las capturas, representando el 13.6% (línea y anzuelo) y 19.6% (nasas) por peso del total obtenido. Contrario a la situación descrita para el mero cabrilla, y reconociendo que no se ha hecho una evaluación formal del estado de esta especie en Puerto Rico (Bolden, 1994), los datos existentes no han permitido hacer una evaluación sobre la situación de *C. fulva*. En esa especie, los datos existentes no reflejan una disminución en el tamaño promedio entre 1985 y 1995 (Matos, 1995; Rosario, 1988, 1998).

En comparación con la cabrilla, la literatura sobre el mero mantequilla es escasa, posiblemente debido a la relativamente poca importancia económica que posee (Heemstra y Randall, 1993; Bolden, 1994). En las Islas Vírgenes Americanas se han realizado análisis sobre el estado del stock (Cummings et al. 1997; Beets et al., 1994). En Jamaica, Thompson y Munro (1974, 1978) y Munro (1983) reportan diversos parámetros de la biología pesquera, incluyendo algunos aspectos sobre la reproducción. Aparte de algunos datos y observaciones publicados por Erdman (1956), Stevenson (1978) y Colin et al. (1987), los informes de Rosario (1988, 1996, 1998) contienen, hasta donde tenemos conocimiento, los únicos datos disponibles relacionados a la biología reproductiva de *C. fulva* en Puerto Rico. En este trabajo se describen, utilizando métodos histológicos, varios aspectos básicos de la reproducción de esta especie. Teniendo en cuenta las características biológicas de los meros, toda información relacionada con la formulación de

medidas de protección debe ser evaluada cuidadosamente.

Los objetivos de este trabajo eran 1) Describir la dinámica reproductiva de *C. fulva* en el oeste de Puerto Rico, incluyendo: a) ciclo reproductivo anual (determinación del período de desove); b) determinación del tamaño de madurez sexual; c) evaluar la relación peso cuerpo vs. peso gónada en los machos (competencia por esperma); d) confirmación del patrón sexual e) establecer la relación largo total vs. peso y la razón de sexos.

## METODOS

Las muestras utilizadas en este estudio fueron obtenidas como parte del proyecto regular de monitoreo del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras (LIP) del Negociado de Pesca y Vida Silvestre del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico. El período de muestreo se extendió de noviembre de 1997 a marzo de 1999. El 80% de los peces fue capturado en las áreas incluidas en la veda: Abrir La Sierra, Bajo de Cico y Tourmaline, en orden de importancia (Fig. 1). El 96% de las muestras fueron capturadas con línea y anzuelo. De acuerdo a Shapiro et al. (1993a) las capturas realizadas con ese arte reflejan con precisión los tamaños y sexos de los meros cabrilla presentes en un área dada.

Todos los peces fueron medidos y pesados a un milímetro (mm) y un gramo (g) de precisión. Todas las medidas mencionadas se refieren al largo horquilla (LH) (el largo horquilla es igual al largo total en esta especie). Las gónadas fueron removidas, pesadas a 0.01 g de precisión, y colocadas en fijador de Davidson (Yevich and Barszcz, 1981) para luego ser procesadas histológicamente utilizando parafina, seccionadas a 8µm 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. Para la clasificación de las etapas de desarrollo de las gónadas se siguieron los criterios histológicos utilizados por Sadovy et al. 1994a (M1 = macho inactivo; M2 = macho activo, maduro o que ya ha "desovado"; T = transicionales (individuos en el proceso de cambio de sexo); H1 = hembra inactiva; H2 = hembra madurando; H3 = hembra madura activa; H4 = hembra recientemente desovada (Tabla 1). Para los análisis de tamaño de madurez sexual, razón de sexos, patrón sexual y ciclo anual sólo se utilizaron las muestras examinadas histológicamente.

El tamaño de madurez sexual se define aquí como la clase de tamaño menor en la que el 50% de las hembras son sexualmente maduras (incluyendo las etapas de madurez sexual H2, H3 y H4). El ciclo reproductivo anual ha sido caracterizado por medio del porcentaje de hembras de cada etapa (etapas H1-H4) presentes por mes. Para el período de desove se tomaron como criterios principales la frecuencia de hembras en la etapa de desarrollo más avanzada (etapa H3) y el índice gonadosomático. Para la determinación más precisa de los días del desove se utilizó como criterio la presencia de ovocitos hidratados en la gónada.

El índice gonadosomático (IGS), como indicador del momento del desove, fue calculado según la siguiente fórmula:  $IGS = [\text{peso gónada} / (\text{peso gónada} + \text{peso del pez})] \times 100$  (Sadovy et al., 1994a). Solamente las gónadas de hembras maduras y activas (H3) fueron utilizadas para el cálculo del IGS, ya que la relación peso del pez vs. peso de la gónada varía de acuerdo a la etapa de desarrollo gonadal (ver Sadovy et al. 1994a; Shapiro et al., 1993b). La relación entre el tamaño de la gónada y el tamaño del cuerpo en los machos (M2) proporciona una medida razonable de si ocurre o no competencia de esperma (definida como competencia entre los machos para prevenir la fertilización por otros machos, Krebs y Davis, 1981). Por ejemplo, en especies que forman grupos de apareamiento con varios machos, las gónadas deben ser relativamente mayores que en las que son monógamas o las que forman grupos de apareamiento con un solo macho (Harcourt et al., 1981; Warner, 1984; Sadovy et al. 1994a).

Las gónadas de los peces que fueron clasificados como transicionales (cambiando de hembra a macho) contenían ovocitos vitelogénicos (maduros) en proceso de degeneración y/o haces de músculo / tejido conectivo (características indicativas de desoves previos) junto a áreas dispersas conteniendo tejido espermatogénico (Sadovy y Shapiro, 1987; Shapiro et al., 1993b; Sadovy et al., 1994a). Las pruebas estadísticas fueron tomadas de Siegel (1956) y Sokal y Rohlf (1981).

## RESULTADOS

### Distribución de frecuencia de tamaños y razón de sexos (*C. fulva*)

La Figura 2 muestra la distribución de frecuencia de tamaños de la muestra total y la muestra examinada histológicamente de *C. fulva* capturados entre noviembre de 1997 y abril de 1999. No se encontró diferencia significativa en la submuestra (Kolmogorov-Smirnov *C. fulva*:  $D = 0.038$ , NS). El número de muestras, totales y procesadas histológicamente, por mes y por año se presenta en la Tabla 2. Los detalles sobre el tamaño de los peces capturados, por sexo aparecen en la Tabla 3.

La información relativa a la razón de sexos operacional (RSO: calculada durante el período reproductivo) y la global (RSG: incluye todas las muestras), se resume en la Tabla 4. La RSO en fue diferente de 1:1 en los períodos 1997-1998 y 1998-1999 ( $p < 0.001$ , chi-cuadrado, Cf) y no varió significativamente entre ambos períodos. La RSG para *C. fulva* fue de  $1\sigma:1.9\varphi$ ,  $N = 556$ . La razón de sexos de *C. fulva* calculada para los meses de no actividad reproductiva (mayo a octubre de 1998 y abril 1999 combinados) fue de  $1\sigma:2.4\varphi$ ,  $N = 233$ , valor no significativamente diferente a la RSO de cualquiera de los dos períodos reproductivos estudiados (chi-cuadrado = 2.703).

Como parte de un estudio de marcaje y liberación realizado entre enero y junio de 1999 con el propósito de estudiar los patrones de movimiento de los meros cabrilla y mantequilla (Rosario y Figuerola, 2001) se marcaron y liberaron un total de 579 meros mantequilla en varias localidades de la zona oeste de Puerto Rico. Aunque se

siguió el mismo procedimiento y se usaron los mismos materiales para ambas especies, hasta el momento se han vuelto a capturar 35 de las 374 cabrillas marcadas (9.4%) y ninguna mantequilla. Ese resultado, hasta cierto punto inesperado, necesita ser evaluado.

### **Ciclo reproductivo anual: estacionalidad del desarrollo gonádico e índice gonadosomático, IGS (*C. fulva*)**

La distribución por meses de las etapas de madurez sexual de las hembras de *C. fulva* se muestra en la Figura 3. De las 369 hembras procesadas histológicamente, 367 fueron clasificadas por etapa de madurez sexual. El período principal reproductivo en *C. fulva* se extiende de diciembre a febrero, alcanzando el máximo en enero. El mayor número de hembras maduras activas (H3), donde predominan los ovocitos vitelogénicos, se encontró entre diciembre y febrero, representando éstas el 96% de las muestras en el mes de enero. En los meses de noviembre y marzo el porcentaje de individuos con gónadas H3 fue de 10% y 23%, respectivamente. No se encontraron ovarios maduros activos entre los meses de abril a octubre, aunque dos hembras capturadas en junio presentaban indicios de haber desovado recientemente. Febrero y marzo fueron los meses con los porcentajes más altos de hembras ya desovadas, (35% y 21%, respectivamente), siendo éstas muy escasas o inexistentes en los restantes meses. El 93% de las muestras colectadas entre los períodos de desove (abril-octubre) fueron clasificadas como H2 (gónadas en estado de desarrollo, en las que predominan ovocitos previtelogénicos). Para ese período no se encontraron hembras maduras activas. Entre los meses de diciembre a febrero no se capturaron hembras inactivas. De las doce hembras con ovocitos hidratados (indicadores de desove inminente) nueve (de un total de 16) fueron capturadas entre el 20 y el 27 de enero de 1998; ese período correspondió a la semana entre la fase de luna menguante y luna nueva (el cuarto menguante fue el 21 de enero y luna nueva fue el 28). Las otras tres (de un total de 8) se capturaron entre el 18 y el 24 de febrero de ese mismo año (el día de fase menguante fue el 20 de febrero). Para principios de marzo se notó un aumento en el número de ovarios ya desovados. No se observaron gónadas con señales de desove inminente durante ese mes. En resumen, estos datos sugieren que aunque se encuentran hembras maduras activas desde noviembre a marzo, el desove propiamente se limita a varios días alrededor de las fases de luna menguante-nueva de los meses de enero y febrero. Entre las hembras capturadas en 1999 no se encontró ninguna con ovocitos hidratados. Esto posiblemente se debió a que en ese año el número de muestras examinadas histológicamente fue significativamente menor que a las examinadas en 1998. Es importante tener en cuenta que la etapa de hidratación ocurre rápidamente (de 12 a 24 horas) y que, por lo tanto, es común que no se encuentren ovocitos hidratados en algunos muestreos (ver Thompson y Munro, 1974). Se encontraron machos inactivos en todos los meses del año, excepto enero y febrero. El 99% de los machos colectados entre noviembre y abril fueron clasificados como activos.

El análisis de los datos del IGS (nov. 1997-mar. 1998) concuerda con los resultados reflejados por el patrón de desarrollo de las gónadas examinadas histológicamente

para el mes de enero (Figura 4). El IGS aumentó constantemente del 18 de diciembre al 20 de enero, para luego decaer rápidamente entre el 21 y el 27 de enero, indicando que la mayoría de los peces desovaron durante la semana previa a la fase de luna nueva. El desove indicado por la presencia de ovocitos hidratados en febrero no se reflejó en el IGS, posiblemente debido al bajo número de muestras disponibles. Del mismo modo, la cantidad y distribución temporal de los datos colectados para la temporada 1998-1999 no permite establecer comparaciones entre años. A pesar del bajo número de gónadas examinadas, los picos secundarios del 16 de diciembre y del 17 de marzo sugieren la posibilidad de que ocurra alguna actividad de desove en esos meses. Para confirmar esa tendencia y para establecer el grado de variabilidad interanual en el patrón de desove observado en 1997-1998 se necesitan datos de varios años colectados diariamente, o por lo menos cada dos o tres días, a través de todas las fases lunares de los meses de diciembre a marzo. En dos de las hembras examinadas (CF 417, LH = 230 mm, 18 febrero 1998; CF 428, LH = 231 mm, 18 febrero 1998) se encontraron simultáneamente folículos post-ovulatorios (indicador de desove previo) y ovocitos hidratados, hecho que indica que en 1998 ocurrió un desove en enero y otro en febrero, siendo éste último posiblemente de menor intensidad.

#### **Tamaño de madurez sexual (*E. guttatus* y *C. fulva*), competencia de esperma (*C. fulva*) y patrón sexual (*C. fulva*)**

En el caso de *C. fulva* el tamaño de madurez sexual no pudo ser determinado en forma concluyente debido a la falta de ejemplares menores de aproximadamente 120 a 130 mm LH en nuestros muestreos. El 50% de las hembras maduran, como máximo, a los 130 mm LH; pero la porción inferior de la curva de madurez no pudo ser estimada (Figura 5). Todas las hembras mayores de 250 mm LH eran maduras. La hembra madura activa más pequeña, corresponde al mero mantequilla menor capturado durante el estudio, midió 118 mm LH.

La Figura 6 ilustra la relación peso de la gónada (PG)-peso del cuerpo (PC), para ambos sexos de *C. fulva* (machos:  $PG = -0.128 + 0.004PC$ ,  $r^2 = 0.50$ ,  $N = 23$ , sig.  $p < 0.05$ ; hembras:  $PG = 0.066 + 0.029PC$ ,  $r^2 = 0.26$ ,  $N = 36$ , NS) capturados entre el 13 de enero y el 24 de febrero de 1998. Antes del desove los testículos representaban un 0.4% del peso del cuerpo mientras los ovarios representaban un 3.0%. De acuerdo a estos datos, basándose en el tamaño relativo de la gónada no existe competencia de esperma en *C. fulva* (ver Sadovy et al., 1994a,b).

De los 596 *C. fulva* examinados histológicamente, 38 fueron clasificados como transicionales. El tamaño de los individuos transicionales varió de 186 mm LH a 258 mm LH. En términos de la distribución temporal de los individuos transicionales, los mismos se encontraron en todos los meses del año, excepto julio (Figura 7). Las hembras ( $N = 369$ ) midieron de 118 mm LH a 306 mm LH, mientras los machos ( $N = 189$ ) midieron entre 150 mm LH a 321 mm LH (Tabla 3; Figura 8). No hay diferencia en tamaño entre los machos activos e inactivos (Kolmogorov-Smirnov:  $D = 0.094$ , NS). Los machos resultaron ser significativamente mayores

que las hembras (Kolmogorov-Smirnov:  $D = 0.448$ ,  $p < 0.01$ ). De nuestros datos se infiere que *C. fulva* es una especie hermafrodita protogínica monándrica (todos los peces se desarrollan como hembras y los machos se generan a través del cambio de sexo). Esa conclusión está basada en ciertas características de las gónadas (ver Métodos), las distribuciones de frecuencia de los tamaños de los sexos, la ausencia de hembras juveniles con tejido espermatogénico y la ausencia de machos menores que la hembra madura más pequeña encontrada.

Al clasificar las gónadas H2, es difícil distinguir claramente entre las que estaban madurando por primera vez de las que estaban en regresión o entrando en un nuevo ciclo de maduración. No obstante, el solapamiento de los tamaños entre las gónadas H2 y las H3-H4 indica que las H2 estaban en regresión o entrando en un nuevo ciclo de maduración (Fig. 9). Además, los tamaños de las hembras H1 difieren significativamente de los tamaños de las otras categorías combinadas (Kolmogorov-Smirnov:  $D = 0.419$ ,  $p < 0.01$ ). Esto sugiere que la etapa H1 se compone principalmente de gónadas inmaduras, en lugar de gónadas maduras en receso o reabsorbidas parcialmente.

La relación Largo Horquilla-Peso para *C. fulva* está dada por la ecuación:  $\text{Log Peso} = -4.805 + 3.006 \text{ Log LH}$ ,  $r^2 = 0.96$ ,  $N = 986$ .



## DISCUSION

### Reproducción en *C. Fulva*

El mero mantequilla ha sido catalogada como una especie hermafrodita protogínea (Smith, 1959; Shapiro, 1987), patrón sexual que nuestros datos confirman. Thompson y Munro (1974) reportaron un espécimen clasificado como hermafrodita simultáneo debido a la presencia de huevos y esperma maduros en la misma gónada. Hasta donde tenemos conocimiento éste es el único caso reportado en la literatura. Thompson y Munro (1974) reportaron que el mero mantequilla en Jamaica cambia de sexo entre los 260-269 mm LH. Nuestros datos reflejan que el alcance de tamaños de los individuos transicionales va de 186 a 258 mm LH. La diferencia en las metodologías empleadas en la determinación de esos estimados hacen difícil cualquier comparación. No obstante, la amplitud de nuestro estimado parece estar más en consonancia con los alcances reportados en otras especies de meros. El alcance de los tamaños en las hembras, los transicionales y los machos, en combinación con el tamaño de madurez sexual, sugieren que no todos los individuos se reproducen como hembras antes de cambiar de sexo. Sadovy et al. (1994a) no descartan la posibilidad de que un fenómeno similar ocurra ocasionalmente en *E. guttatus*. Aproximadamente hasta 1987 se había asumido un patrón sexual hermafrodita-protogíneo-monándrico en los meros en general. Sin embargo, investigaciones recientes reflejan que existe un espectro más amplio en términos del patrón sexual exhibido por distintas especies, que va desde uno esencialmente gonocoro con potencial para el cambio de sexo (Ej.: *E. striatus*, Sadovy y Colin, 1995) hasta el cambio de sexo de macho maduro a hembra reportado por Tanaka (1990) para *E. akaara* en condiciones de cultivo (Posada, 1996).

De acuerdo a Smith (1965), en un estudio basado principalmente en el análisis de gónadas de *C. fulva* y *C. cruentata*, los individuos transicionales aparecen durante el período no reproductivo, ocurriendo el cambio de sexo poco después del desove (en ese estudio no se presentan los datos utilizados para llegar a esa conclusión; ver Shapiro, 1987). En nuestro estudio se encontraron transicionales en todos los meses del año, excepto junio. Resultados similares han sido reportados para el mero cabrilla por Shapiro et al. (1993b), que reportan individuos transicionales en todos los meses, excepto marzo y agosto. No obstante, existen varios ejemplos en donde se han encontrado serránidos cambiando de sexo en períodos (meses) específicos, sugiriendo que no existe un patrón más o menos consistente en términos del momento de iniciación del cambio de sexo [ver Shapiro (1987) y Shapiro et al. (1993a, 1993b) para detalles sobre ese tema].

El tema de si esta especie forma o no agregaciones de desove no ha estado libre de controversias. Sadovy et al. (1994a,b) señalan que esta especie no forma agregaciones sino que desova en pequeños grupos y comentan que el

comportamiento de agregación ocurre en todas las especies de meros de mediano y gran tamaño, mientras que no se conoce en las especies pequeñas (ver Tabla 3, Sadovy et al., 1994a). Se asume que las especies de mayor tamaño (Ej.: *E. guttatus*, *E. adscensionis*, *E. striatus*) tienen la capacidad de desplazarse las distancias requeridas para formar las agregaciones, mientras que las pequeñas (Ej.: *C. fulva* y *E. cruentatus* = *C. cruentata*) tienden a desovar en los lugares donde residen habitualmente. En Sadovy et al. (1994b) se clasifica a *C. fulva* como especie no migratoria (citando una obs. pers. de Patrick L. Colin), mientras que *E. guttatus* está clasificada como especie migratoria con el mismo sistema de apareamiento. Thresher (1984) comenta que las especies de mayor tamaño pueden ser menos vulnerables a la depredación que conlleva realizar esos movimientos. Se ha sugerido también como posible causa para la formación de agregaciones el hecho de que las mismas actúan como un mecanismo que provee la oportunidad para el encuentro de machos y hembras en especies sexualmente dimórficas en las que existe alguna relación entre el tamaño y/o la profundidad y factores tales como las preferencias de alimento o de hábitat (Ej.: lugares de refugio). De un modo más general, las agregaciones de meros pueden interpretarse como una especialización de las especies más grandes que confiere ventajas en términos reproductivos tanto para los adultos como para la supervivencia de las larvas (Thresher, 1984; Shapiro et al., 1993a; Domeier y Colin, 1997).

Por otro lado, en Bermuda, Burnett-Herkes (1975), aunque no menciona el criterio o criterios utilizados para hacer tal aseveración, señala la existencia de una agregación de desove de *C. fulva* ocurriendo simultáneamente y prácticamente en el mismo lugar de una agregación de *E. guttatus*. Ese autor, basado en el reporte de Smith (1966) sobre la hibridización entre *C. fulva* y *Paranthias furcifer*, concluyó que el lugar y momento pico de desove coinciden en ambas especies. En febrero de 1995 (Rosario, 1996) se capturó el único híbrido (*Menophorus dubius*) de mantequilla y *Paranthias furcifer* reportado en Puerto Rico en el área de agregación del mero cabrilla (Bajo de Cico). Rosario (1996) colectó meros mantequilla (machos y hembras maduras) en diciembre de 1994 y enero de 1995 en el mismo lugar donde había una agregación de mero cabrilla (Abrir La Sierra); sus datos sugieren, además, que en esa área en 1995 ocurrió un desove en enero y otro en febrero (con una semana de diferencia respecto al desove de *E. guttatus*). Cabe señalar que ese patrón no se ha reportado para las zonas donde tradicionalmente no abundan los meros mantequilla. Carter et al. (1994) reportan en Belice la formación de pequeñas agregaciones así como comportamiento de cortejo en *C. fulva*, aunque no observaron peces desovando. En las Islas Vírgenes Americanas, los pescadores han sugerido que el mero mantequilla tiende a concentrarse (aumentan las capturas) durante períodos específicos, aunque no se ha investigado si existe relación entre el aumento en las capturas y la actividad reproductiva (Beets et. al., 1994). De la información recopilada durante este estudio no puede inferirse una conclusión sobre ese aspecto del comportamiento reproductivo de *C. fulva*. Según Posada (1996) se necesita más información para explorar el alcance de la sugerencia de Sadovy et al., 1994a en términos de la relación tamaño de la especie-comportamiento de agregación dentro de la subfamilia Epinephelinae. Como concluyen Domeier y

Colin (1997) el entendimiento de la dinámica de las agregaciones de desove (en general) está en su infancia.

El sistema de apareamiento en el mero mantequilla, basado en observaciones directas hechas por Patrick L. Colin (Sadovy et al., 1994b) (ver también Colin et al., 1987; Carter et al. 1994; Sadovy et al. 1994b y Beets et al. 1994) se compone de pequeños grupos cada uno compuesto por un macho y varias hembras en los que ocurre desove en parejas. Ese es el sistema de apareamiento descrito para *E. guttatus* (Colin et al. 1987; Shapiro et al. 1993a). La ausencia de competencia por esperma (testículos representan el 0.4% del peso total) en *C. fulva* reportada en este estudio es consistente con ese sistema (Clutton-Brock y Harvey, 1984 en Sadovy et al., 1994a; Sadovy et al. 1994b).

De acuerdo al IGS la temporada reproductiva se extiende de diciembre a marzo. Aunque ese resultado básicamente concuerda con el análisis histológico de las gónadas, las diferencias observadas (Ej.: el IGS no refleja actividad gonádica en diciembre y aparece un pequeño pico en marzo) el mismo debe ser interpretado con cautela debido al bajo número de muestras disponibles para algunos días. Utilizando como índice la presencia de ovarios maduros activos, la temporada reproductiva se extiende de noviembre a marzo. Sin embargo, un análisis histológico más detallado (Ej.: presencia de ovocitos hidratados) permite establecer que la actividad de desove principal ocurre alrededor de varios días alrededor de las fases de luna menguante-llena en los meses de enero y febrero. Ese patrón es similar al descrito por Sadovy et al. (1994a) y Shapiro et al. (1993b) para el mero cabrilla en Puerto Rico. Según Erdman (1956) en Puerto Rico el mero mantequilla desova en diciembre. Thompson y Munro (1974) encontraron, en Jamaica, individuos maduros de noviembre a julio, con el pico principal de desove entre enero y marzo y un pico secundario en junio-julio. Es interesante notar aquí que en este estudio se capturaron cuatro machos activos (M2) y dos hembras desovadas recientemente (H4) entre el 9 y 10 de junio de 1998, sugiriendo vagamente la posibilidad de que también en Puerto Rico ocurra algún desove en junio. Estos fueron los únicos peces no clasificados como machos inactivos (M1) o hembras inactivas (H1)/hembras madurando (H2) entre abril y octubre (período considerado no reproductivo). Con los datos existentes actualmente no puede estimarse con precisión la variabilidad interanual del momento en que ocurre el desove en Puerto Rico. Por otro lado, en Curaçao se encuentran gónadas maduras de mayo a octubre (Nagelkerken, 1979). Bolden (1994) cita que en Bermuda se ha observado actividad de desove de mayo a agosto (Smith, 1971). En las Bahamas la temporada de desove es de diciembre a enero (Heemstra y Randall, 1993).

Varios autores han estudiado la relación entre la estacionalidad reproductiva en los meros con factores ambientales tales como la duración del día, la productividad primaria y la temperatura del agua (ver Posada, 1996), siendo aparentemente este último factor el que mejor explica la variabilidad observada en los meses en que estos peces desovan. Sin embargo, la compleja combinación de factores biológicos

y ambientales que regulan el momento y duración precisas del desove permanece básicamente desconocida.

La razón de sexos de *C. fulva* en los bancos oceánicos de Jamaica, reportada por Thompson y Munro (1974), fue de 1♂:2.1♀. Ese valor es muy similar a la RSG estimada durante este trabajo, 1♂:1.9♀, y sugiere estabilidad en la población estudiada y/o que la pesca no afecta significativamente la razón de sexos. Cabe mencionar aquí los comentarios hechos por Coleman et al. (1996) en el sentido de que la razón de machos a hembras puede disminuir si la pesca es selectiva hacia los machos o si la presión pesquera anula los mecanismos que regulan esa razón. Cuando esos mecanismos operan todo el año, fuera y dentro de las áreas de desove, es poco probable que la presión pesquera altere la proporción de sexos. Ese es el caso reportado para *Epinephelus morio* (1♂:2♀ a 1♂:3♀) y *Epinephelus striatus* (1♂:1♀). En el caso de *E. guttatus* se han reportado cambios significativos intra e interanuales en la razón de sexos (Sadovy et al., 1994a) a través de varios años, aunque en algunas ocasiones no se han detectado diferencias entre un año y el siguiente. Durante este estudio, la RSO no varió entre los dos períodos reproductivos analizados. El hecho de que la razón de sexos fuera del período reproductivo y la razón de sexos durante el mismo sean muy similares concuerda con la idea de que el mero mantequilla no forma agregaciones para el desove.

El tamaño de madurez sexual de *C. fulva* no pudo ser calculado con exactitud por Thompson y Munro (1974) debido a que la clase de tamaño menor de sus muestreos contenía una proporción substancial de hembras maduras. Es decir, el tamaño de madurez de *C. fulva* en Jamaica es menor, o como máximo igual, al tamaño mínimo retenido por las artes de pesca empleadas: 160 mm LH. Una situación similar ocurrió en este estudio, a pesar que en nuestros muestreos se capturaron individuos mucho menores de 160 mm LH (ver Resultados). No obstante, nuestro estimado de madurez, que debe considerarse preliminar o tentativo (130 mm LH; criterio de 50%), ocurre aproximadamente al 40% del tamaño máximo para esta especie en Puerto Rico, valor similar al 42% estimado para *E. guttatus* (estimado a partir de Sadovy et al., 1992, 1994a). La Figura 10 muestra, con diez años de diferencia, las distribuciones de frecuencia de tamaños de los meros mantequilla capturados por pescadores comerciales en Puerto Rico (datos Laboratorio Investigaciones Pesqueras, DRNA). Sólo 9 de 2,723 (0.3%) individuos estaban por debajo del tamaño tentativo de madurez sexual. El grupo de datos de 1988-1989 (N = 1,333; LH promedio = 231 mm) resultó ser significativamente menor (Kolmogorov-Smirnov: D = 0.210, p < 0.01) que el grupo de 1997-1999 (N = 390; LH promedio = 242 mm). Esto sugiere que, al igual que en el caso de Jamaica mencionado arriba, las artes de pesca utilizadas en Puerto Rico básicamente no capturan individuos juveniles. Por otro lado, aunque no tenemos datos que corroboren esto, cabe señalar aquí que algunos pescadores comerciales del área oeste han notado una disminución en las capturas de meros mantequilla durante 1998-1999 (Santiago Vélez, comunicación personal).

En este estudio no se analizó la fecundidad en *C. fulva*. Estimados de fecundidad

han sido publicados por Thompson y Munro (1974) y Heemstra y Randall (1993). Por otro lado, falta por determinar el tipo de fecundidad que presenta esta especie. En especie que desovan pocas veces en un período de tiempo corto, se supone que la fecundidad anual sea determinada (es decir, la cantidad de ovocitos vitelogénicos que pueden ser desovados durante la temporada reproductiva está predeterminada desde el comienzo de la misma) (Hunter et al., 1992; Sadovy, 1996). En especies pequeñas, debido al reducido espacio disponible para acomodar ovocitos maduros en la cavidad abdominal, se presume que la fecundidad debe ser indeterminada (ovocitos previtelogénicos van madurando y son desovados a lo largo de la temporada reproductiva) (Wootton, 1990; Hunter et al., 1992). La presencia en el mes de junio de algunas hembras desovadas recientemente dificultan llegar a una conclusión sobre el tipo de fecundidad que exhibe el mero mantequilla basándose en los criterios mencionados.

En conclusión, la información sobre *C. fulva* recopilada y analizada durante este estudio sugiere que ese recurso pesquero se encuentra estable en el oeste de Puerto Rico. El tamaño pequeño al alcanzar la madurez sexual, la ausencia de agregaciones de desove, la posibilidad de que la presión pesquera no afecta significativamente la razón de sexos, su relativa poca importancia comercial hasta el presente y el hecho de que por lo menos parte de la población local desova en las mismas áreas protegidas para el mero cabrilla, son buenos presagios para el futuro de esta especie, siempre y cuando se mantenga un programa de monitoreo recurrente que permita detectar cambios antes de que éstos sean muy pronunciados o irreversibles.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó como un esfuerzo conjunto entre los programas de Investigación y Monitoreo del Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del Negociado de Pesca y Vida Silvestre del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico. Queremos agradecer al personal del LIP por su apoyo en las distintas facetas del estudio. En particular a los señores Celso Cruz, Pedro Acosta, Héctor Vélez y Noel Ruiz, del programa de Monitoreo, por su trabajo arduo y dedicación durante los viajes de pesca. La Sra. Livia Montalvo, del Consejo de Administración Pesquera del Caribe, y el Sr. Alfonso Aguilar, del Departamento de Ciencias Marinas del Recinto Universitario de Mayagüez, proveyeron valiosas referencias.

### LITERATURA CITADA

- Bannerot, S. P., W. W. Fox Jr., and J. E. Powers. 1987. Reproductive strategies and the management of snappers and groupers in the Gulf of Mexico and Caribbean. Pages 561-603 in: J. J. Polovina and S. Ralston, (eds.) *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Beets, J., A. Friedlander and W. Tobias. 1994. Stock analysis of coney, *Epinephelus fulvus*, in St. Croix, U.S. Virgin Islands. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* **43**:403-416.
- Bolden, S. 1994. A summary of biological and fishery data on the Red Hind *Epinephelus guttatus* and Coney *Cephalopholis fulva* stocks in the U.S. Virgin Islands. Report submitted to the Caribbean Fishery Management Council. 33 p.
- Burnett-Herkes, J. 1975. Contribution to the biology of the red hind, *Epinephelus guttatus*, a commercially important serranid fish from the tropical western Atlantic. Ph.D. Thesis. University of Miami, Coral Gables. 154 p.
- Carter, J., G. J. Marrow and V. Pryor. 1994. Aspects of the ecology and reproduction of Nassau Grouper, *Epinephelus striatus* off the coast of

- Belize, Central America. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **43**:64-109.
- Clutton-Brock, T.H. and P. H. Harvey. 1984. Comparative approaches to investigating adaptation. Pages 7-29 in: J. R. Krebs and N. B. Davies (eds.) *Behavioural Ecology, An Evolutionary Approach*. 2nd ed., Sinauer Associates, Sunderland.
- Coleman, F. C., C. C. Koenig and L. A. Collins. 1996. Reproductive styles of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. *Env. Biol. of Fishes* **47**:129-141.
- Colin, P., D. Y. Shapiro and D. Weiler. 1987. Aspects of the reproduction of two groupers, *E. guttatus* and *E. striatus* in the West Indies. *Bull. Mar. Sci.* **40**:220-230.
- Cummings, N. J., M. L. Parrack and J. W. Zweifel. 1997. The status of red hind and coney in the U.S. Virgin Islands between 1974 and 1992. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* **49**:354-397.
- Domeier, M. L. and P.L. Colin. 1997. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bull. Mar.Sci.* **60**(3):698-726.
- Erdman, D. S. 1956. Recent records from Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.* **6**:315-340.
- Evermann, B. W. 1900. *Fishes and fisheries of Porto Rico*. United States Comission of Fish and Fisheries, Washington, D.C. 350 p.
- Harcourt, A. H., P. H. Harvey, S. G. Larson and R. V. Short. 1981. Testis weight, body weight and breeding system in primates. *Nature* **293**: 55-77.
- Heemstra, P. C. and J. E. Randall. 1993. *FAO species catalogue. Vol 16. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelidae)*. Rome, Italy. 382 p.
- Hunter, J. R., B. J. Macewicz, N. C. H. Lo and C. A. Kimbrell. 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.
- Huntsman, G. R. and W. E. Schaaf. 1994. Simulation of the impact of fishing on reproduction of a protogynous grouper, the graysby. *North Amer. J. of Fish. Manag.* **14**:41-52.
- Krebs, J. R. and N. B. Davies. 1981. *An Introduction to Behavioural Ecology*, Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts. 292 p.

- Manooch, C. S., III. 1987. Age and growth in snappers and groupers. Pages 329-373 in: J. J. Polovina and S. Ralston, (eds.) *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Matos-Caraballo, D. 1995. Puerto Rico/NMFS Interjurisdictional Fisheries Program 1992-94. Final Report to NMFS. P.R. Dept. Nat. Env. Res. 82 p.
- Matos-Caraballo, D. 1996. Status of the groupers in Puerto Rico, 1970-95. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* **49**:340-353.
- Moe, M. A. 1969. Biology of the red grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes), from the eastern Gulf of Mexico. Fla. Dep. Nat. Resour. Lab. Prof. Pap. Ser. 10. 95 p.
- Munro, J. L. 1983. Coral reef fish and fisheries of the Caribbean Sea. *ICLARM Stud. Rev.***7**:1-9.
- Nagelkerken, W. P. 1979. Biology of the graysby, *Epinephelus cruentatus*, of the coral reef of Curaçao. *Stud. Fauna Curaçao* **60**:1-118.
- Posada-López, J. M. 1996. Life-history, reproductive biology and sexual pattern of the Creole fish, *Paranthias furcifer* (Valenciennes, 1828) (Pisces: Serranidae). Ph. D. Thesis. University of Puerto Rico, Mayagüez, PR. 210 p.



- Ralston, S. 1987. Mortality rates of snappers and groupers. Pages 375-404 in: J. J. Polovina and S. Ralston, (eds.) *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- Rosario, A. 1988. Monitoring of commercially exploited fisheries resources in Puerto Rico. Completion Rep. CODREMAR/NMFS Cooperative Statistics Program. Mayagüez, P.R. 86 p.
- Rosario, A. 1996. Caribbean/NMFS Cooperative SEAMAP Program. Annual Report to NMFS: Shallow water reef fish monitoring. January, 1996. 133 p.
- Rosario, A. 1998. Caribbean/NMFS Cooperative SEAMAP Program. Completion Report 1994-1998: Shallow-water reef fish survey, Queen conch survey, Spiny lobster larval recruitment survey. April, 1998. 85 p.
- Rosario, A. and M. Figuerola. 2001. Tag and recapture study of red hind and coney at three spawning aggregations sites off the west coast of Puerto Rico. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **52**:15-25.
- Sadovy Y. 1993. Biology and fisheries of the red hind in Puerto Rico and the United States Virgin Islands. Report to the Caribbean Fishery Management Council, July 1993, 66 p.
- Sadovy, Y. 1994. Grouper stocks of the western central Atlantic: the need for management and management needs. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **43**:43-64.
- Sadovy, Y. and P. L. Colin. 1995. Sexual development and sexuality in the Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Pisces, Serranidae). *J. Fish. Biol.* **46**:961-976.
- Sadovy, Y. and D. Y. Shapiro. 1987. Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. *Copeia* 1987:136-156.
- Sadovy, Y., M. Figuerola and A. Román. 1992. Age and growth of red hind, *Epinephelus guttatus*, in Puerto Rico and St. Thomas. *Fish. Bull.* **90**:516-528.
- Sadovy, Y., A. Rosario and A. Román. 1994a. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. *Env. Biol. Fish.* **41**:269-286.
- Sadovy, Y., P. L. Colin and M. Domeier. 1994b. Aggregation and spawning of the tiger grouper, *Mycteroperca tigris* (Pisces: Serranidae). *Copeia* 1994:511-516.

- Shapiro, D. Y. 1987. Reproduction in groupers. Pages 295-328 in: J. J. Polovina and S. Ralston (eds.) Tropical snappers and groupers: Biology and fisheries management. Westview Press, Boulder and London.
- Shapiro, D. Y., Y. Sadovy and M. A. McGehee. 1993a. Size, composition, and spatial structure of the annual spawning aggregation of the red hind, *Epinephelus guttatus* (Pisces: Serranidae). *Copeia* 1993:399-406.
- Shapiro, D. Y., Sadovy and M. A. McGehee. 1993b. Periodicity of sex change and reproduction in the red hind, *Epinephelus guttatus*, a protogynous grouper. *Bull. Mar. Sci.* **53**:1151-1162.
- Siegel, S. 1956. *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill, New York. 312 p.
- Smith, C. L. 1959. Hermaphroditism in some serranid fishes of Bermuda. *Pap. Mich. Acad. Sci. Arts Lett.* **44**:111-118.
- Smith, C. L. 1965. The patterns of sexuality and the patterns of classification of serranid fishes. *Am. Mus. Novit.*, (2207):1-20.
- Smith, C. L. 1966. *Menophorus* Poey, a serranid genus based on two hybrids of *Cephalopholis fulva* and *Paranthias furcifer*, with comments on the systematic placement of *Paranthias*. *Amer. Mus. Novitates* **2276**:1-11.
- Smith, C. L. 1971. A revision of the American groupers: *Epinephelus* and allied genera. *Bull. American Museum of Nat. Hist.* **146**:2.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, Cal. 859 p. Stevenson, D. K. 1978. Management of a tropical fish pot fishery for maximum sustainable yield. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **30**:95-115.
- Stevenson, D.K. 1978. Management of a tropical fishery for maximum sustainable yield. *Gulf Caribb. Fish. Inst.* 30: 386-397.
- Suárez-Caabro, J.A. 1970. Estadísticas pesqueras de Puerto Rico 1968-69. Reporte técnico del Departamento de Agricultura de Puerto Rico. *Contribuciones Agropecuarias y Pesqueras* **2**(1):1-38.
- Tanaka, H., K. Hirose, K. Nogami, K. Hattori and N. Ishibashi. 1990. Sexual maturation and sex reversal in red spotted grouper. *Epinephelus akaara*. *Bull. Nat. Res. Inst. Aq.* **17**:1-15 (in Japanese with English abstract).
- Thompson, R. and J. L. Munro. 1974. The biology, ecology and bionomics of the hinds and groupers, Serranidae. Pages 59-81 in: J. L. Munro (ed.)

Caribbean Coral Reef Fishery Resources. ICLARM Studies and Reviews  
7. International Center for Living Aquatic Resources Management,  
Manila, Phillipines.

Thompson, R. and J. L. Munro. 1978. Aspects of the biology and ecology of  
Caribbean reef fishes: Serranidae (hinds and groupers). *J. Fish. Biol.*  
**12**:115-146.

Thresher, R. E. 1984. Reproduction in reef fishes. T.F.H. Publications, Neptune  
City. 399 p.

Yevich, P. P. and C. A. Barszcz. 1981. Preparation of aquatic animals for  
histopathological examination. Aquatic Biol. Section Biol. Methods  
Branch. Environmental Monitoring and Support Laboratory. U.S.  
Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio.

Warner, R. R. 1984. Mating behavior and hermaphroditism in coral reef fishes.  
*Amer. Sci.* **72**:128-136.

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

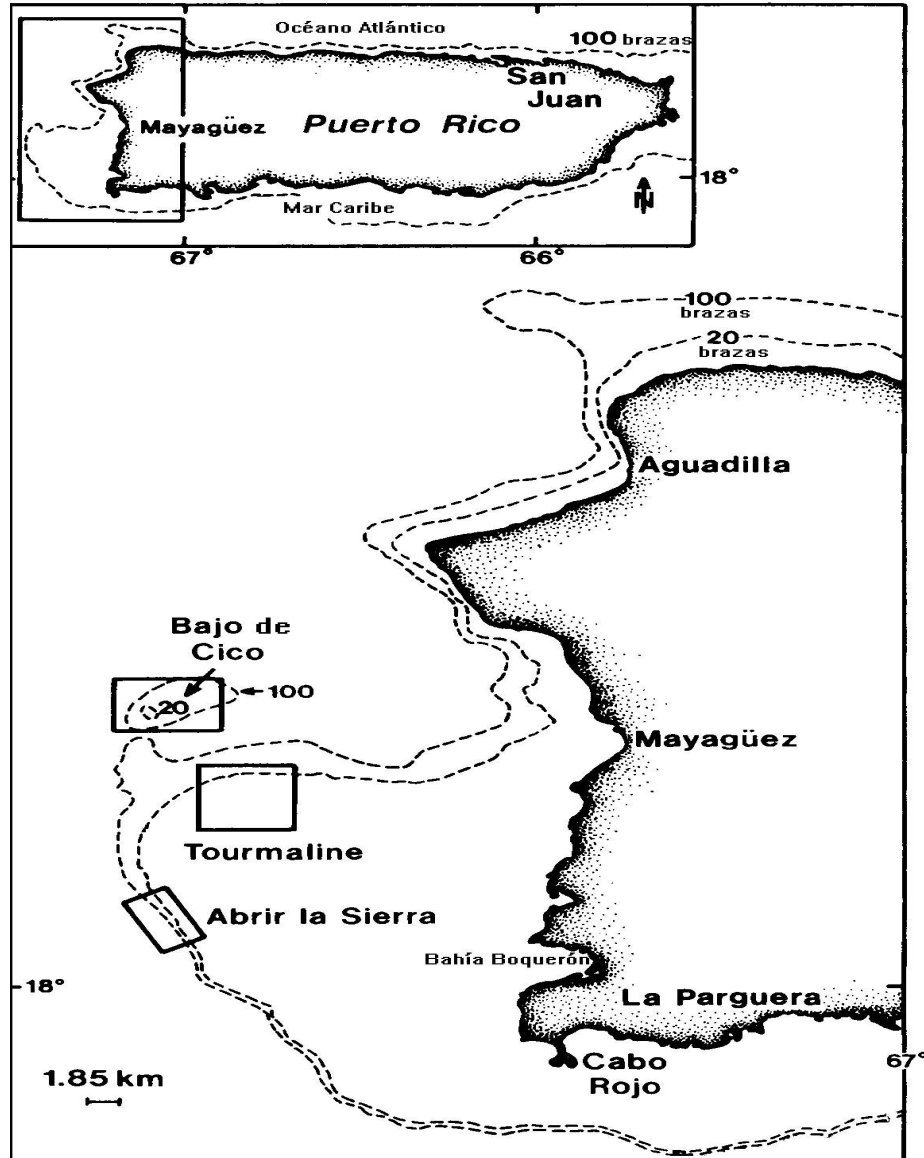


Figura 1. Mapa de Puerto Rico indicando la localización de las áreas protegidas durante el período de agregación del mero cabrilla (1 de diciembre al 28 de febrero de cada año) (1 braza = 1.83m).

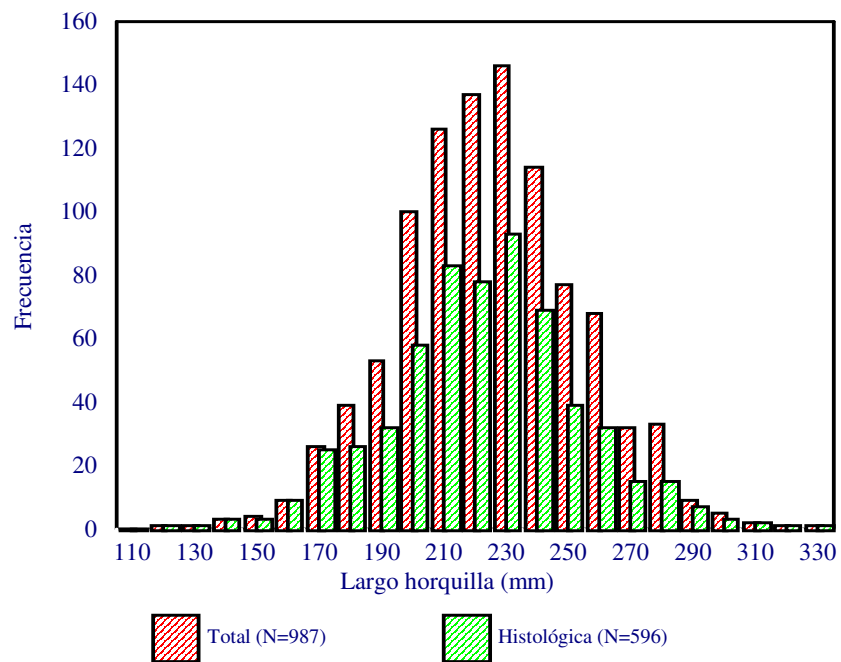


Figura 2. Distribuciones de la frecuencia de tamaños de todos los *Cephalopholis fulva* colectados durante el estudio (rayado) y de la submuestra examinada histológicamente (sólido).

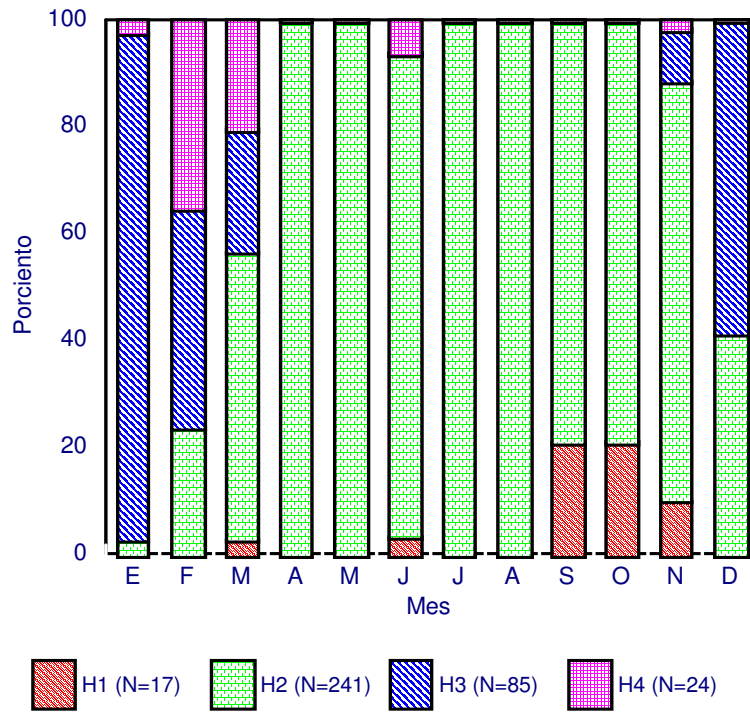


Figura 3. Distribución porcentual de las etapas de madurez sexual por mes para las hembras de *Cephalopholis fulva*, determinadas histológicamente (N = 367 años combinados).

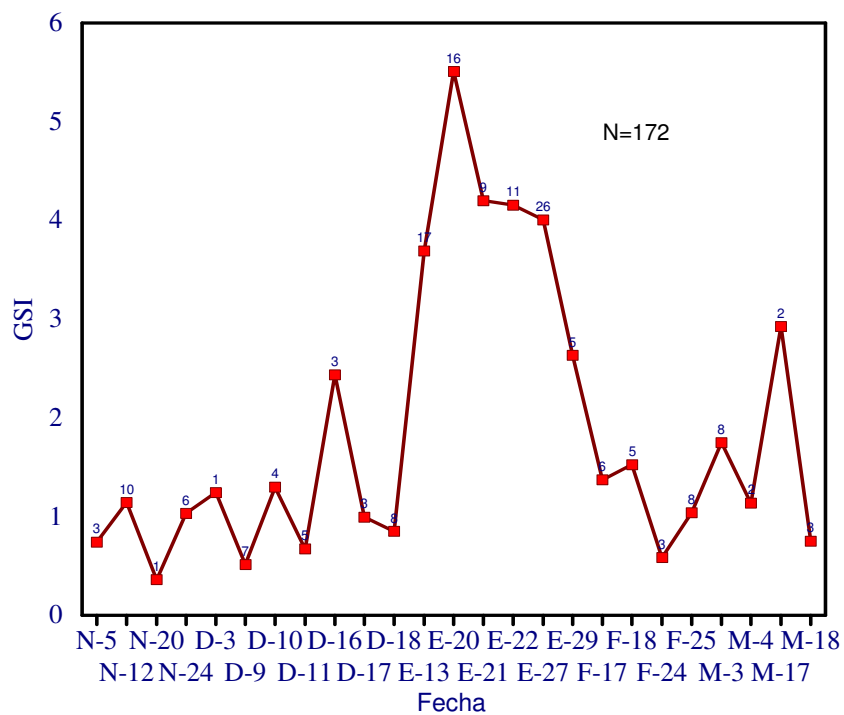


Figura 4. Índice gonadosomático promedio de las hembras de mantequilla capturadas entre el 5 de noviembre de 1997 y el 18 de marzo de 1998. Se incluye el número de muestras por día (la fase de cuarto menguante de la luna corresponden al 21 de enero, 20 de febrero y el 21 de marzo de 1998).

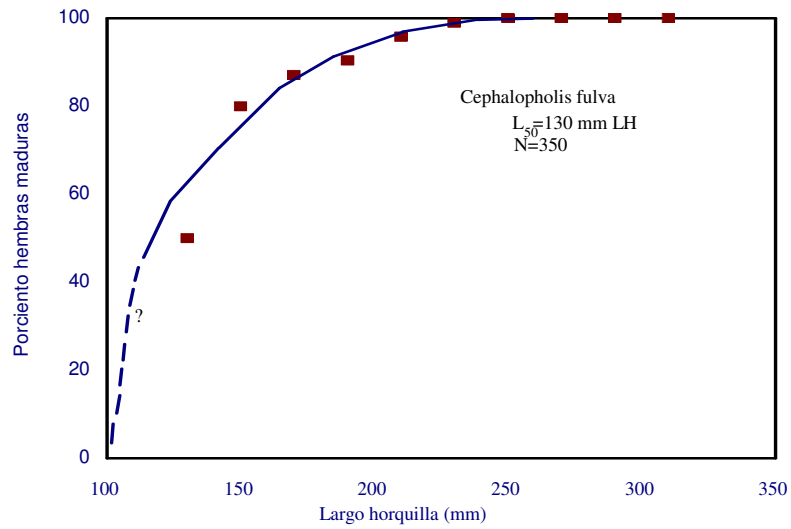


Figura 5. Curva de madurez sexual, determinada histológicamente, de las hembras de *Cephalopholis fulva*.  $L_{50}$  es el largo horquilla (mm) al cual el 50% de los individuos son maduros (años combinados).



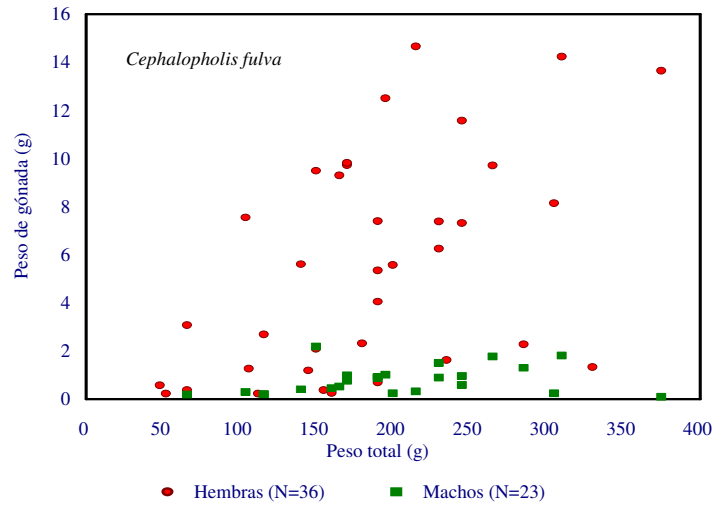


Figura 6. Relación entre el peso de la gónada (g) y el peso del cuerpo (g) para ambos sexos de *Cephalopholis fulva* capturados antes del desove (muestras capturadas entre el 13 de enero y el 24 de febrero de 1998).

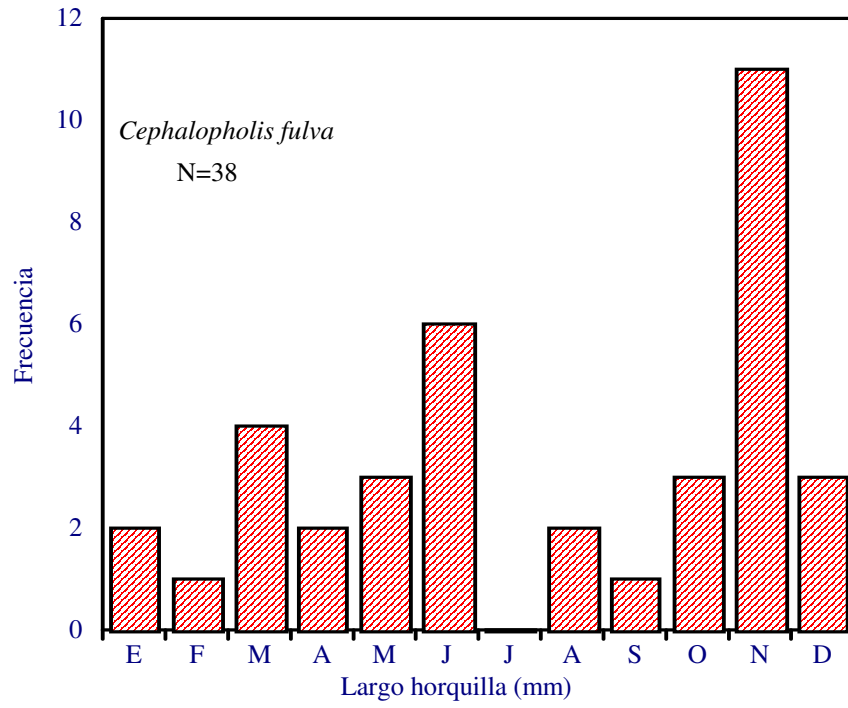


Figura 7. Distribución mensual de los individuos transicionales, determinados histológicamente, de *Cephalopholis fulva* capturados entre noviembre de 1997 y abril de 1999.

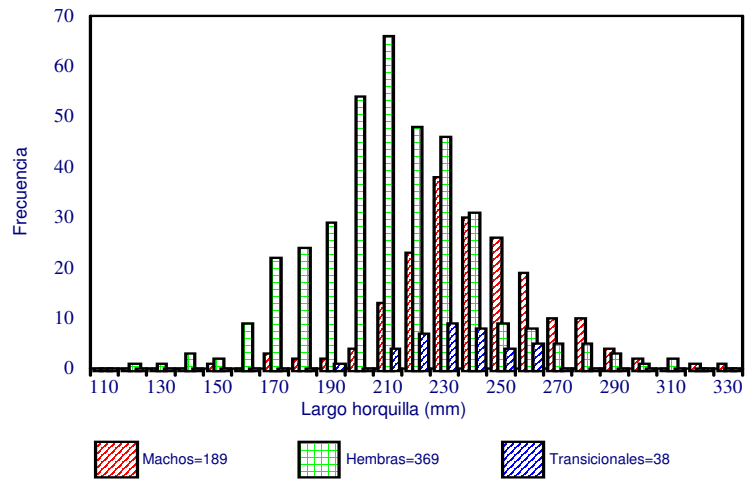


Figura 8. Distribuciones de la frecuencia de tamaños de los machos, hembras, y transicionales de *Cephalopholis fulva*, determinados histológicamente, capturados entre noviembre de 1997 y abril de 1999.

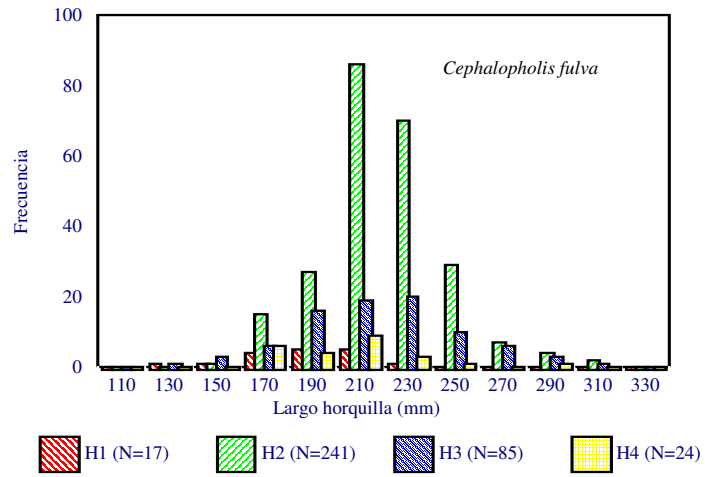


Figura 9. Distribuciones de la frecuencia de tamaños de las hembras de *Cephalopholis fulva*, determinadas histológicamente, por etapa de madurez sexual capturadas entre noviembre de 1997 y abril de 1999 (N=367).

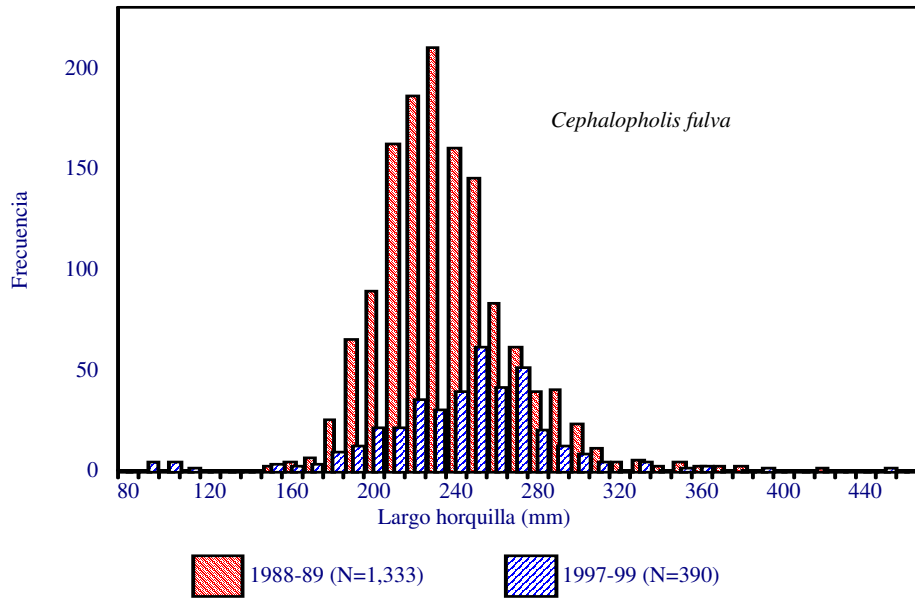


Figura 10. Distribuciones de la frecuencia de tamaños de *Cephalopholis fulva* capturados por pescadores comerciales en todo Puerto Rico durante 1988-1989 (rayado) y durante 1997-1999 (sólido). (Datos del Programa de Estadísticas Pesqueras, Laboratorio de Investigaciones Pesqueras, Negociado de Pesca y Vida Silvestre, DRNA).

Tabla 1. Descripción de las etapas de madurez sexual para machos y hembras de *Cephalopholis fulva*. Clasificación según Sadovy et al., 1994a y Moe, 1969.

Hembras		Machos	
Etapa madurez sexual	Descripción	Etapa madurez sexual	Descripción
H1 (inactiva)	Gónada pequeña y compacta con ovocitos previtelogénicos (etapas 1 y 2). La mayoría son inmaduras pero puede incluir gónadas en estado de regresión que ya han desovado.	M1 (inactivo)	Gónada pequeña y compacta con etapas tempranas de espermatogénesis (espermatogonias) y tubos seminíferos.
H2 (madurando)	Incluye dos tipos de gónadas: a) gónadas en desarrollo con ovocitos en etapas 1, 2 y 3; b) gónadas ya desovadas con ovocitos vitelogénicos alfa-atréticos, haces musculares prominentes y pared gruesa.	M2 (activo)	Incluye tres tipos de gónadas: a) gónada en la que todas las etapas de espermatogénesis están presentes en proporciones iguales; b) gónada en la que predominan etapas avanzadas de espermatogénesis; c) gónada luego de eyaculación. Su apariencia es desorganizada o colapsada; lumen vacío.
H3 (madura activa)	Gónada grande. Predominan ovocitos vitelogénicos (etapa 4 tardía). Ovocitos hidratados (etapa 5) presentes en algunos casos.		
H4 (recientemente desovada)	Gónada grande y desorganizada con folículos postovulatorios, ovocitos vitelogénicos alfa-atréticos y ovocitos vitelogénicos dispersos.		

Tabla 2. Número de muestras capturadas entre noviembre de 1997 y abril de 1999, por año y por mes, y total de muestras procesadas histológicamente por mes.

Mes	1997	1998	1999	Total	<u>Total procesadas histológicamente</u>
Enero		160	37	197	69
Febrero		72	33	105	66
Marzo		81	34	115	70
Abril			32	32	31
Mayo		48		48	48
Junio		52		52	50
Julio		33		33	32
Agosto		29		29	28
Septiembre		32		32	30
Octubre		34		34	31
Noviembre	112	58		170	93
Diciembre	122	18		140	48
Total	234	617	136	987	596

Tabla 3. Tamaños de los peces capturados durante este estudio por sexo. Todas las medidas se refieren al largo horquilla en milímetros.

<i>Cephalopholis fulva</i>	Muestra total (N=967)	Machos (N=189)	Hembras (N=369)	Transicionales (N=38)
Tamaño máximo	321	321	306	258
Tamaño mínimo	118	150	118	186
Tamaño promedio ( $\pm$ d.e.)	220.5 ( $\pm$ 29.1)	235.1 ( $\pm$ 26.1)	207.3 ( $\pm$ 28.6)	228.8 ( $\pm$ 16.4)
Tamaño ♂ maduro más pequeño	150			
Tamaño ♀ madura más pequeña	118			

Tabla 4. Datos de las muestras colectadas durante los períodos de agregación de 1997-1998 y 1998-1999, para el mero mantequilla. Se presentan las fechas de muestreo, el número de individuos activos e inactivos por sexo y la razón de sexos operacional.

<i>Cephalopholis fulva</i>							
Año	Fecha de muestreo (días)	N	N (H1+M1)	Razón de sexo	N <sub>maduros</sub>	♂N <sub>maduros</sub>	♀N <sub>maduros</sub>
1997-98	4 nov - 19 mar (33)	164	4 (2+2)	1:1.8	160	58	102
1998-99	3 nov - 17 mar (34)	161	16 (5+11)	1:1.9	145	50	95