

Diferenciación Sexual e Inicio de la Madurez de la Cachicata Blanca, *Haemulon plumieri* (Pisces: Haemulidae), en La Parguera, Puerto Rico

JEANNETTE G. MATEO and RICHARD S. APPELDOORN

Department of Marine Sciences

University of Puerto Rico

Mayagüez, Puerto Rico 00681-9013 USA

La cachicata blanca, *Haemulon plumieri*, es una especie dominante y un componente importante de las pesquerías deportivas y comerciales en la región del Caribe. Por ser muy susceptible a ser capturada por todas las artes predominantes (nasas, redes, arpones, compresores) esta especie está en riesgo de ser sobrepecada. Los estudios reproductivos necesarios para el manejo de la especie son escasos y generalmente dirigidos hacia individuos adultos. Con el fin de caracterizar las etapas tempranas del desarrollo reproductivo y determinar la talla en la cual se inicia la diferenciación y la madurez sexual en *H. plumieri*, se realizó un estudio de febrero a mayo de 1997. Se anotaron detalles individuales de comportamiento, talla, ubicación dentro o fuera de la costa y se determinó el estadio gonádico correspondiente. Se encontró que la talla mínima de diferenciación sexual fue de 72 mm LH en las hembras y de 86 mm LH en los machos, mientras que la madurez sexual se inicia a 91 mm LH en las hembras y 86 mm LH en los machos. El cincuenta por ciento de las hembras maduran a 120 mm LH y los machos desde 80 mm LH. Estos valores son menores que los reportados anteriormente para la misma especie.

PALABRAS CLAVE: *Haemulon plumieri*, diferenciación sexual, primera madurez.

Sexual differentiation and First Maturation of the White Grunt, *Haemulon plumieri* (Pisces: Haemulidae), in La Parguera, Puerto Rico

The white grunt, *Haemulon plumieri*, is a dominant species and an important component of the sport and commercial fisheries in the Caribbean region. Because it is very susceptible to capture by all dominate gears (traps, nets, spears, hooks) this species is at risk of being overfished. The reproductive studies needed for management of this species are scarce and generally directed toward larger adults. A study was conducted from February to May of 1997 to characterize the early stages of reproductive development and to determine the lengths at differentiation and first maturation in *H. plumieri*. Individual details of behavior, length, and inshore-offshore distribution were recorded and the corresponding gonadic stage was determined. The minimal observed lengths at sexual

differentiation was 72 mm FL in females and 86 mm FL in males, while sexual maturity started at 91 mm FL for females and 86 mm FL for males. Fifty percent of females were mature at 120 mm FL, 80 mm FL for males. These values are less than those previously reported for this species.

KEY WORDS: *Haemulon plumieri*, sexual differentiation, first maturation

INTRODUCCION

La cachicata blanca (*Haemulon plumieri*) es un pez arrecifal de gran importancia comercial y recreacional en las pesquerías de nasa del oeste del Atlántico y en las aguas del Caribe (Manooch 1976, Danmann 1980; McFarland et al., 1979). Es explotada en Puerto Rico e Islas Vírgenes (McFarland, 1979 Darcy 1983); en la República Dominicana (Aquino e Infante 1990) y en toda la plataforma cubana (Claro et al. 1994). Por ser abundante y alcanzar una de las mayores tallas dentro de su familia, la especie se encuentra bajo riesgo de sobrepesca (Appeldoorn y Lindeman 1985). Los estudios reproductivos necesarios para su manejo adecuado son escasos y orientados generalmente a descripciones histológicas.

No se ha observado dimorfismo sexual ni el desove en condiciones naturales en *H. plumieri*, pero se ha descrito el desarrollo de huevos (Sacksena y Richards 1975) y larvas en cautiverio (Lindeman 1986). Se sabe que es una especie gonocórstica (Román Cordero 1991), con camadas fraccionales, múltiples o de serie (Bagenal y Braum 1981, Román Cordero 1991, García-Cagide 1987).

La talla de primera reproducción en *H. plumieri* ha sido calculada por diversos autores (Mota y Pessoa 1973, Billings y Munro 1974, Darcy 1983, García Cagide y Claro 1983, Román Cordero 1991, García Cagide et al. 1994) pero en la mayoría de los casos se han contemplado sólo los adultos, por lo cual, una parte importante de la población potencialmente reproductora queda fuera de los análisis

Teniendo en consideración la escasez de datos en relación al tamaño en que *H. plumieri* comienza a madurar y la necesidad de actualizar y enriquecer la información existente sobre el desarrollo sexual de la cachicata blanca, los objetivos particulares de este trabajo fueron:

- i) determinar la talla a la cual *H. plumieri* se diferencia sexualmente y,
- ii) registrar la talla de primera madurez sexual en hembras y machos de la especie.

METODOLOGIA

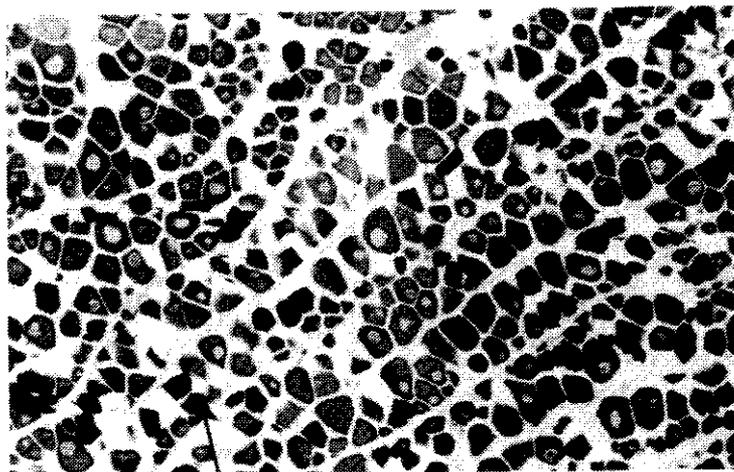
Se colectaron doscientos ocho especímenes de *H. plumieri* de varios tamaños en La Parguera, suroeste de Puerto Rico desde Febrero hasta Mayo de 1997. Los peces fueron capturados con arpón, y el comportamiento previo a la captura fue anotado para cada individuo y sus gónadas, así como los valores de longitud y peso.

Las gónadas fueron procesadas histológicamente siguiendo la metodología propuesta por Luna (1968) y ligeramente modificada por Polofski (c.p.) que conlleva deshidratación e inmersión en parafina y luego aclaramiento y tinción con hematoxilina de Harris y eosina. Los cortes histológicos se analizaron por triplicado y aquellas en donde no se pudo establecer el sexo fueron catalogadas como indeterminadas. En la identificación de las distintas etapas celulares, del sexo y grado de desarrollo se siguió a Román Cordero (1991), Asoh (1991), Claro (1996) y Posada (1996). La característica principal que permitió clasificar los especímenes en los inicios del desarrollo fue la presencia de ovocitos primarios en las hembras y en los machos, los espermatozoides primarios (Figura 1). Las hembras con proliferación de ovocitos terciarios y los machos con espermatozoides terciarios y espermatozoides fueron catalogados como maduros inactivos.

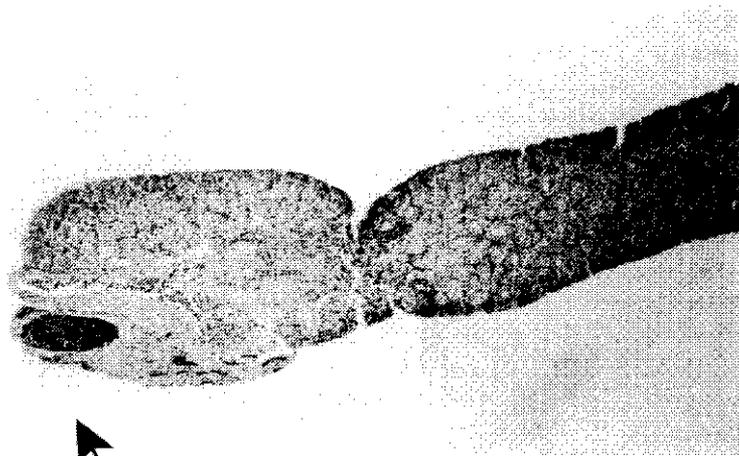
RESULTADOS

Treinta y tres de los individuos colectados no pudieron ser identificados debido al mal estado de las gónadas o al sexo irreconocible por estar en una etapa muy temprana del desarrollo gonádico. La proporción total fue de machos:hembras = 1:2.27 (N = 160). En el caso de los especímenes maduros la proporción sexual hallada fue de machos:hembras = 1:2.94 (N = 69). La talla mínima de diferenciación sexual encontrada para la cachicata blanca fue de 86 mm LH en los machos y de 72 mm LH en las hembras, mientras que el tamaño mínimo en el cual los primeros alcanzaron la madurez fue a los 86 mm LH y las hembras a los 91 mm LH.

Al tomar en consideración las diferentes etapas de desarrollo y madurez de las gónadas en este trabajo, se encontró que el 50% de las hembras de *H. plumieri* estaban en período de madurez inactiva a partir de 120 mm LH; maduras activas desde 160 mm LH y desovadas desde 190 mm LH. Se halló un 100% de individuos inmaduros entre 70 y 80 mm LH; maduros activos a partir de 180 mm LH y desovados a 210 mm LH. En el caso de los machos, los resultados de este trabajo indican que el 50% de los mismos están maduros inactivos desde los 80 mm LH, pero que es posible encontrar especímenes inactivos con tallas por encima de los 220 mm LH. El 50% de especímenes maduros activos solo fue encontrado a partir de 230 mm LH.



Ovi1



Esp1

Figura 1. A) Primeras etapas en la formación de los ovocitos en una hembra inmadura de *Haemulon plumieri* (Ovi1 = ovocito primario, longitud horquilla = 114 mm, aumento = 40x). B) Macho en los inicios del desarrollo sexual (Esp1 = espermatocitos primarios, longitud horquilla = 129 mm, aumento = 100x).

DISCUSION

La razón sexual total y en especímenes maduros hallada en el presente estudio, difiere de la proporción encontrada por Román Cordero (1991) para la especie en Puerto Rico (machos:hembras = 1:1.05) y del valor teórico esperado en las poblaciones (1:1). Estos resultados sugieren que las hembras en la población no son un recurso limitado. Diferentes autores han propuesto que la diferencias entre proporciones de sexo son debidas a diferencias sexuales en el crecimiento, mortalidad o disponibilidad de alimento. García Cagide et al. (1994) plantean que la proporción en que se encuentran los individuos está sujeta a gran variabilidad y está relacionado con el carácter adaptativo de la especie y con el hábitat ocupado por cada sexo y éste puede variar durante el ciclo anual y la ontogenia.

Las tallas mínimas de diferenciación sexual encontradas para la cachicata blanca en el presente trabajo (hembras = 72 mm LH, machos = 86 mm LH) son ligeramente menores que las indicadas por otros autores (Tabla 1). En estos trabajos se evidencia una ligera tendencia en las hembras a diferenciarse sexualmente a una talla menor que en los machos, aunque éstos alcancen tamaños mayores. Nagahama, (1983) indica que, usando las células germinales en meiosis como criterio, se ha hallado que la diferenciación sexual ocurre primero en hembras. Esto ha sido demostrado en el pez medaka, *Oryzias latipes* y en la tilapia, *Sarotherodon mossambicus* (Hoar et al. 1983).

Tabla 1. Tallas de diferenciación e inicio de la maduración en la cachicata blanca, *Haemulon plumieri* en La Parguera, Puerto Rico. Los valores representan las tallas de longitud horquilla en milímetros (DS= diferenciación sexual, IM= inicio de la madurez, L50= longitud de clase en la cual el 50% de los especímenes están maduros). M = machos; H = hembras

Autores	DS	IM (Lmin)	L ₅₀
Mateo (1999)	h = 72, m = 86	h = 91, m = 86	h = 120, m = 80
Román Cordero (1991)	h = 74, m = 97	h = 165, m = 160	h = 210, m = 165
García Cagide (1987)	90 ??	h = 110, m = 120	
García Cagide y Claro (1983)		140 - 160	
Gaut y Munro (1983)			h h = 220, m = 200
Billins y Munro (1974)		h = 143, m = 145	
Mota y Pessoa (1973)		h = 110, m = 120	

La definición de las tallas de diferenciación y de maduración sexual pueden ser elementos importantes al momento de clasificar las especies e individuos de acuerdo a su estado ontogenético, en donde, usualmente, sólo se toman en cuenta el tamaño promedio de la especie y su conducta. Nuestros resultados, al ser comparados con otros sugieren que la cachicata blanca obtiene su diferenciación sexual aún en tallas propias de juveniles.

El proceso de diferenciación sexual de las gónadas ha sido estudiado en diferentes peces teleósteos y se ha encontrado que este período varía de acuerdo a la especie y al sexo de los individuos. Redding y Patiño (1993) explican que la diferenciación sexual en peces es un proceso controlado por genes específicos en donde las células germinales bipotenciales podrían diferenciarse como espermatogonias en respuesta a andro-inductores y otras como ovogonias en presencia de gino-inductores, sin embargo la naturaleza de esos agentes no se conoce de manera definitiva.

Las tallas de inicio de la madurez en hembras y machos de *H. plumieri* registradas en este estudio fueron 91 y 86 mm LH, respectivamente, y son menores que las indicadas por otros autores para la misma especie (Tabla 1).

Al calcular la talla en la cual el 50% de los individuos alcanzan la madurez sexual, se encontró que los machos pueden estar maduros inactivos a partir de los 80 mm LH, mientras que las hembras maduraron a una talla más grande (120 mm LH). Estos valores de tamaños de maduración son mucho menores que los obtenidos por Román Cordero (1991) y Gaut y Munro (1983). Las tallas más pequeñas observadas en este estudio podrían estar relacionadas con varios factores. Primero, en este estudio se hizo énfasis en coleccionar los individuos dentro de la amplitud de tamaño en la cual se espera que tengan lugar la diferenciación y maduración. Segundo, los peces fueron coleccionados en áreas diferentes. En los estudios previos la mayoría de las muestras fueron tomadas de la pesquería y, por lo tanto, estuvieron perjudicadas hacia los individuos más grandes de las áreas de pesca comercialmente importantes. De esta manera, nuestro estudio ha debido tener una mayor facultad para determinar con más precisión los límites de tallas a las cuales el desarrollo gonádico se inicia.

Por otro lado, estos tamaños menores pueden ser el resultado de diferencias en las condiciones ambientales entre los estudios. Numerosos estudios (Pauly 1984, Stearns y Crandall 1984) han mostrado que las variaciones en los factores ambientales pueden afectar el tiempo de desarrollo gonádico en peces. Se ha sugerido (Roff 1984, Stearns y Crandall 1984, Stearns y Koella 1984, Schaefer 1987, Appeldoorn 1989) que tales variaciones son adaptaciones (genéticas o fenotípicas) hacia condiciones ambientales que afectan diferencialmente los patrones de crecimiento y mortalidad. En particular, cuando la mortalidad en adultos es alta y el crecimiento en las etapas tempranas es rápido, se debería esperar una maduración temprana. Esto ocurre en condiciones de elevada presión de pesca.

García Cagide et al. (1986) sugieren, específicamente, que esto podría afectar el desarrollo gonádico en las cachicatas. Así, es también posible que las tallas menores de diferenciación y maduración observadas sean un reflejo de que, al momento de nuestro estudio, la cachicata blanca haya estado sometida a una mayor presión pesquera en relación con los estudios previos. Es de notar que los estudios pasados en Puerto Rico han mostrado que el recurso está siendo sobreexplotado (Stevenson 1978, Appeldoorn y Lindeman 1985, Dennis, 1988), y no hay una base para esperar que la presión por pesca haya hecho otra cosa que incrementarse.

En un estudio asociado, 35 cachicatas blancas fueron mantenidas en un tanque grande con fondo natural y alimentadas diariamente. Bajo examinación histológica estos individuos presentaron un desarrollo gonádico más avanzado que otros individuos de tallas similares en el campo (Mateo Pérez 1999). Esto demuestra claramente el potencial para la variabilidad inducida por el ambiente en el inicio y tasa de desarrollo gonádico en esta especie. García Cagide y Claro (1983), García Cagide (1986b, 1987) argumentan que en peces de pequeño a mediano tamaño como son las cachicatas en su mayoría, la diferenciación sexual ocurre antes de la madurez sexual, la cual tiene lugar a temprana edad y esto provee un mecanismo de respuesta a las condiciones ambientales lo cual que se traduce como un mayor avance en el desarrollo gonádico y en la talla de madurez.

Si se toman en consideración los resultados obtenidos por diferentes autores (Román Cordero 1991, Billings y Munro 1974, Mota y Pessoa 1973, García Cagide y Claro 1983, García-Cagide 1987) respecto al tamaño mínimo de maduración en hembras y machos de la cachicata blanca, es difícil asegurar con exactitud cuál de los sexos madura primero ya que las tallas obtenidas varían de lugar a lugar. Es importante destacar, sin embargo, que los tamaños indicados para Puerto Rico (Román Cordero 1991, el presente trabajo) permiten sugerir que los machos inician la madurez sexual a tallas ligeramente inferiores que las hembras; mientras que en los informes de Brasil, Jamaica y Cuba, son las hembras las que parecen madurar primero.

Los resultados de este trabajo pueden ser aplicados en el diseño de planes de manejo de la especie y deben ser tomados en consideración a la hora de establecer tallas mínimas de captura con fines de evitar la sobrepesca del reclutamiento.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por el Programa de Colegio Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico (R/FA-06-3-94). En las colectas de los peces participaron E. Molina, M. Rosado, H. Ruíz, G. López y B. Shank. Queremos agradecer a S. Polofski y al Laboratorio de Histopatología Animal de la Universidad de Rhode Island por su asistencia en el procesamiento de las secciones histológicas.

LITERATURA CITADA

- Appeldoorn, R.S. 1989. Phenotypic life-history strategies as an alternative to *r*-*K*-type selection. Pages 149-158 in: J.C. Aldrich (ed.). *Phenotypic Responses and Individuality in Aquatic Ectotherms*. JAPAGA, Ashford, Ireland.
- Appeldoorn, R.S. y K.C. Lindeman. 1985. Multispecies assessment in coral reef fisheries using higher taxonomic categories as unit stocks, with analysis of artisanal haemulid fishery. *Proc. of the Fifth Int. Coral Reef Congr.* 5:507-514.
- Aquino, C., y J. Infante. 1990. Composición de especies y volúmenes de capturas de nasas Antillanas en Juan Esteban, Barahona, República Dominicana. En: *Reportes del Propescar-Sur. 1994.* 1:9-1, 9-25.
- Asoh, K. 1992. Sexual pattern and reproductive ecology of the fairy basslet, *Gramma loreto*. Thesis MS. Department of Marine Science. Univ. Puerto Rico. 202 pp.
- Bagenal, T. y E. Braum. 1981. Eggs and early life history. Pages 165-201 in: *Methods for assessment of fish production in fresh water. I. B. P. Handbook #3*. Blackwell Publications, London. 3rd Ed.
- Billings, V.C. y J. Munro. 1974. The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Pomadasyidae (Grunts). Part 5. *Res. Rep. Zool. Dep. Univ. West Indies*, 3:1-128.
- Claro, R. (ed.). 1994. *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Inst. Ocean.; Acad. Ci. Cuba. y Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México. 525 pp.
- Dammann, A. 1980. Caribbean reef fish: Fish traps and management. *Proc. Gulf Carib. Fish Invest.* 3 2:100-105.
- Dennis, G.D. 1988. Commercial catch length-frequency data as a tool for fisheries management with an application to the Puerto Rico trap fishery. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle* 48 (Supl. 3): 289-310.
- Darcy G.H. 1983. Synopsis of Biological Data on the Grunts *Haemulon aurolineatum* y *H. plumieri* (Pisces: Haemulidae). *FAO Fisheries Synopsis No. 133*. NOAA Technical Report NMFS circular 448. 36 pp.
- García Cagide, A. 1986. Características de la reproducción del ronco amarillo, *Haemulon sciurus*, en la oriental del Golfo de Batabanó, Cuba. *Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba* 48:1-28.
- García Cagide, A. 1987. Características de la reproducción del ronco arará, *Haemulon plumieri* (Lacépède), en la región oriental del Golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 8(3):39-55.
- García Cagide, A. y R. Claro. 1983. Datos sobre la reproducción de algunos peces comerciales del Golfo de Batabanó, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, Ser. 8, 3:39-55.

- García Cagide, A. y R. Claro. 1994. Reproducción. Páginas 187-209 en: Claro, R. (ed.) Ecología de los peces marinos de Cuba. *Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de Cuba y Centro de Investigaciones de Quintana Roo*. Mexico.
- Gaut, V.C. y J.L. Munro. 1983. The biology, ecology and bionomics of the grunts, Pomadasyidae. Pages 110-141 in: J. L. Munro (ed.) *Caribbean Coral Reef Fishery Resources. ICLARM Studies And Reviews*. ICLARM, Metro Manila, Philippines.
- Hoar, W.S., D.J. Randall, y E.M. Donaldson. (ed.). 1983. Reproduction. Part A. Endocrine Tissues and hormones. Pages 223-224 in: *Fish Physiology*.
- Lindeman, K. C. 1986. Development of larvae of the french grunt, *Haemulon flavolineatum*, and comparative development of the twelve species of Wester Atlantic *Haemulon* (Percoidae: Haemulidae). *Bull. Mar. Sci.* **39**:673-716.
- Luna, L. G. (ed.). 1968. *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. Third Edition. McGraw-Hill Book Company. 258 pp.
- Manooch, C.S., III. 1976. Age, growth and mortality of the white grunt, *Haemulon plumieri* Lacépède (Pisces: Pomadasyidae) from North Carolina and South Carolina. *Proc Annu. Conf. Southeast. Assoc. Fish Wildl. Agencies.* **30**:58-70.
- Mateo Pérez, J.G. 1999. Función de la madurez sexual en el control de las migraciones ontogenéticas de la cachicata blanca, *Haemulon plumieri* (Pisces: Haemulidae), en La Parguera, Puerto Rico. M.S. Thesis. University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.
- McFarland, W.N., J.C. Ogden and J.N. Lythgoe. 1979. The influence of light on the twilight migration of grunts. *Env. Biol. Fish.* **4**:9-22.
- McFarlan, W. N. and Z.M. Hillis. 1982. Observations on agonistic behavior between members of juvenile french and white grunts-family Haemulidae. *Bull. Mar. Sci.* **32** (1):255-268.
- Mota, M.I. y L.Pessoa. 1973. Maturacao sexual da biquara, *Haemulon plumieri* Lacepede (Pisces: Pomadasyidae). *Arq. Cien. Mar.* **13**(2):69-76.
- Nagahama, Y. 1983. The functional morphology of teleost gonads. Pages 223-224 in: W. S. Hoar, D. J. Randall and E. M. Donaldson (eds). *Fish Physiology*.
- Pauly, D. 1984. A mechanism for the juvenile-to-adult transition in fishes. *J. Cons.* **44**:280-284.
- Posada, J. M. 1996. *Life-history, reproductive biology and sexual pattern of the Creole fish *Paranthias furcifer* (Valenciennes, 1828) (Pisces: Serranidae)*. Ph.D. Dissertation. University of Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico. 210 pp.

Proceedings of the 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Redding , J. M. y R. Patiño. 1993. Pages 503-537 in: Evans, D.H. (ed.) *The Physiology of Fishes*.
- Roff, D.A. 1984. The evolution of life-history parameters in teleosts. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* **41**:989-1000.
- Román Cordero, A. M. 1991. Estudio sobre la dinámica reproductiva de la cachicata blanca *Haemulon plumieri* (Lacépede, 1802) (Pisces: Pomadasyidae). MS tesis. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 120 pp.
- Saksena, V. P. y W. J. Richards. 1975. Description of eggs and laboratory-reared white grunt, *Haemulon plumieri* (Lacépede) (Pisces: Pomadasyidae). *Bull. Mar. Sci.* **25**:532-536
- Schaefer, K. 1987. Reproductive biology of black skipjack, *Euthynus lineatus*, an Eastern Pacific Tuna. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* **19**(2):260 pp.
- Stearns, S.C., and R.E. Crandall. 1984. Plasticity for age and size at sexual maturity: a life-history response to unavoidable stress. Pages 13-33 in: G. Potts and R.J. Wootton, (eds.) *Fish Reproduction*. Academic Press, New York.
- Stearns, S.C., and J.C. Koella. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: predictions of reaction norms for age and size at maturity. *Evolution* **40**:863-913.
- Stevenson, D.K., 1978. Management of a tropical pot fishery for maximum sustainable yield. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **30**:95-115.