

# First Experiments on the Growth of Juvenile Red Grouper, *Epinephelus morio*, in a Close Marine Water System

THIERRY BRULE, MANUEL SANCHEZ-CRESPO,  
DALILA ALDANA-ARANDA, JOSE RAMON CONTRERAS-TENORIO,  
and JOSE FERNANDO CARDENA MARTIN

*Cinvestav-IPN-Unidad Merida*

A.P. 73

*Cordemex, Merida, Yucatan, C.P. 97370, Mexico*

## ABSTRACT

Two growth experiments of red grouper juveniles were conducted to know if it would be possible to keep this species in a close marine water system. After fourteen days of rearing, 90% of fish died because of high levels of ammonia and nitrite. After three months, the second experiment showed weight gain per fish of 26.2 to 33.8 g/month and survival rate of 94% to 100%.

**PALABRAS CLAVE:** *Epinephelus morio*

## INTRODUCCION

Los serranidos del genero *Epinephelus* reagrupan especies reconocidas como de alto valor comercial en varios países del mundo (Kuwait, Indonesia, Malasia, Thailandia y Filipinas). Debido a su importancia económica diferentes experimentos de cultivo fueron llevado a cabo sobre unas de estas especies como lo es, *E. tauvina* (Chua y Teng, 1978; Chou y Wong, 1985) y *E. salmoides* (Chua y Teng, 1979, 1980, 1982; Teng y Chua, 1978, 1979; Teng *et al.*, 1978).

En México, *E. morio* representa la especie de mayor relevancia pesquera y comercial, en particular en la región de la península de Yucatán al nivel del Banco de Campeche (Sevilla, 1987). Sin embargo, la biología de la población de esta parte del Golfo de México es muy poca conocida.

Paralelamente a la realización de un estudio sobre la biología descriptiva del animal en su medio natural, se inició en el Laboratorio de Biología Marina del CINESTAV Mérida, un trabajo de biología experimental sobre dicha especie. El estudio presentado a continuación agrupa los primeros resultados obtenidos sobre el engorda experimental de juveniles en circuito cerrado. La finalidad de tal investigación está basada en la necesidad de determinar si la especie considerada puede ser mantenida en medio confinado para la realización futura de estudios de ecofisiología o bioenergética.

## MATERIAL Y METODOS

### Sistema de Cultivo

Inicialmente, el dispositivo experimental, de un volumen de 6 m<sup>3</sup>, estaba compuesto de una tina de tratamiento de agua (1 m<sup>3</sup>) por filtración biológica

(arena y concha), un tanque elevado (280 Litros), un circuito de distribución de agua filtrada, un circuito de recuperación de agua usado y de cinco tinas experimentales (1 m<sup>3</sup> cada una). El flujo de agua estaba controlado por una bomba centrífuga exterior de 3.6 m<sup>3</sup>/h de caudal. Mas tarde se agregó una nueva tina de 1 m<sup>3</sup> como filtro biológico suplementario con dos eliminadores de proteínas por formación de espumas y una unidad de tratamiento por luz ultravioleta (dosis: 80, 000 fWS/cm<sup>2</sup>) (Figura 1). Este sistema está ubicado en el exterior pero con protecciones contra el sol y la lluvia.

### Control de Calidad del Agua

El agua de mar fue transportada por tubería del puerto de Progreso (30 km) hasta el laboratorio donde fue conservada en una cisterna de concreto de 25 m<sup>3</sup> de capacidad. Antes de utilizarla, el agua fue filtrada a través de un filtro de arena.

Los principales parámetros físico-químicos del agua del circuito fueron determinados regularmente durante los experimentos de engorda. El control de la salinidad fue realizado por medio de un refractómetro de mano (precisión: 5%), la temperatura con termómetro de campo (precisión: 1 °C) y el pH con un metro de pH digital. Los métodos de determinación de las concentraciones de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), de nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y de oxígeno utilizados en este trabajo, fueron adaptados de los descritos por Strickland y Parsons (1972).

Los valores de referencia adoptados para el control de estos parámetros fueron los siguientes:

- NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: 0.1 mg/l
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup>: 0.1 mg/l
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: 100 mg/l (Terver, 1989)
- pH: 8.0 - 8.3 (Ivanoff, 1972)
- Salinidad: 36-36.6%
- Oxígeno disuelto: 4.3-4.9 ml/l (6.1-7.0 mg/l) (Garcia, 1980)
- Temperatura: 15-30 °C (Óptimo: 19-25 °C) (Roe, 1976)

Los análisis fueron efectuados a partir de muestreos de agua provenientes de la entrada y de la salida del filtro biológico y tomadas entre las 10:00 y 11:00 a.m.

## EXPERIMENTOS

### Captura de los Juveniles

Los juveniles fueron capturados en frente del puerto de Progreso, entre 5 y 10 m de profundidad sobre fondos de piedra, con línea de mano y anzuelos. Los

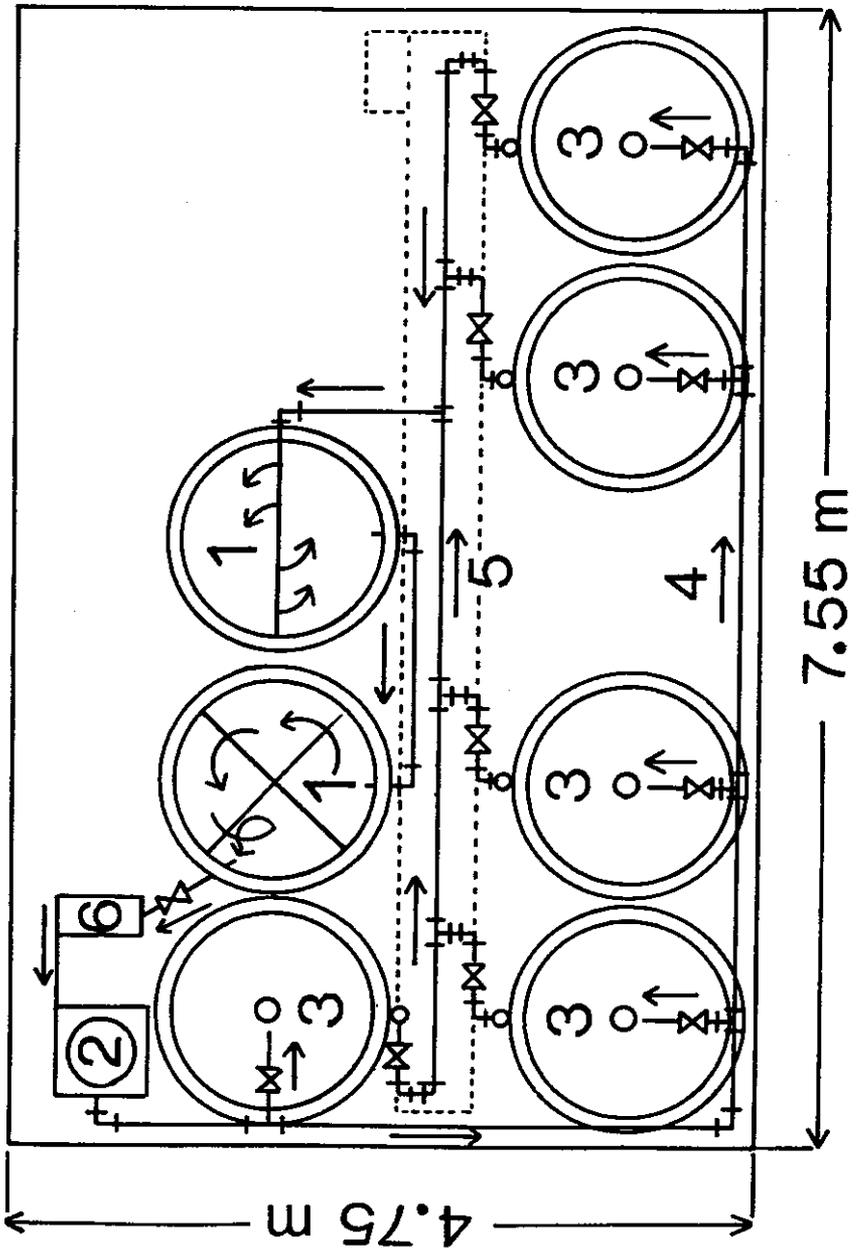


Figura 1. Esquema del sistema cerrado de engorda de juveniles de mero. (1) filtro biologico; (2) tanque elevado; (3) tina experimental; (4) circuito de distribucion del agua; (5) circuito de recuperacion del agua; uv: fitro de ultravioleta.

animales fueron transportados vivos hasta el laboratorio, en bolsas de plástico con agua y oxígeno y colocados en neveras.

Se tomo la longitud total (Lt cm) y el pese total (Pp g) de cada juvenil despues de haberlos anestesiado con Benzocaína.

Primer Experimento; Agosto de 1990:

Un total de 121 juveniles fueron caapturados durante siete salidas al mar y separados en cuatro lotes segun sus tamaños:

- Lote 1: 10.3 - 14.1 cm y 16.9 - 44.8 g N=27
- Lote 2: 11.8 - 14.4 cm y 23,8 - 45.2 g N=26
- Lote 3: 16.1 - 24.0 cm y 59.8 - 189.2 g N=34
- Lote 4: 16.2 - 21.7 cm y 64.1 - 154.5 g N=34

Segundo Experimento; Agosto de 1991

Un total de 63 juveniles fueron capturados durante cinco salidas al mar y separados en cuatro lotes segun sus tamaños:

- Lote 1: 15.6 - 21.9 cm y 59.5 - 155.3 g N=16
- Lote 2: 20.4 - 23.3 cm y 124.0 - 185.0 g N=16
- Lote 3: 20.3 - 23.1 cm y 128.0 - 180.8 g N=15
- Lote 4: 22.4 - 25.4 cm y 165.3 - 231.3 g N=16

### PROTOCOLO

Las duraciones iniciales de los experimentos fueron fijadas a seis meses con mediciones (Lt y Pp) cada 15 días.

Un alimento natural, sardinas, *Harengula jaguana*, conservado en el congelador fue suministrado seis días por semana en una cantidad correspondiente a 6% - 8% del peso vivo de los animales de cada lote.

En relacion con el comportamiento de la especie, y segun el trabajo realizado por Teng y Chua (1979) sobre *E. salmoides*, unos escondites (tubos de PVC de 35 cm de longitud y 10.5 cm de diámetro) fueron suspendidos en las tinas (1 tubo por mero).

### RESULTADOS

#### Primer Experimento

Los 121 juveniles capturados fueron repartidos en cuatro tinas experimentales a densidades de 26 a 34 individuos por metro cúbico (0.88 - 3.73 kg/m<sup>3</sup>) (Tabla 1).

Desde la introduccion de los individuos en el sistema, el análisis de los parámetros fisico-químicos pusieron en evidencia una degradacion inmediata de la calidad del agua circulante (Figure 2). El desequilibrio biológico fue debido a un aumento drastico de las concentraciones de amonio (2.5 a 3.0 mg/l) y nitritos

**Tabla 1.** Longitudes y pesos promedios, densidades, y biomاسas de los juveniles en el inicio del primer experimento.

LOTE	LONGITUD TOTAL PROMEDIO (cm)	PESO TOTAL PROMEDIO (g)	DENSIDAD PECES/m <sup>3</sup>	BIOMASA (kg/m <sup>3</sup> )
1	12.5 ± 0.8	29.6 ± 5.8	27	0.80
2	13.1 ± 0.8	33.9 ± 6.5	26	0.88
3	19.0 ± 1.4	102.4 ± 19.9	34	3.48
4	19.9 ± 1.9	109.6 ± 32.5	34	3.73

(3.4 mg/l). Unos cambios importantes de agua permitieron disminuir las concentraciones de amonio hasta valores cerca de lo normal (0.148 - 0.062 mg/l) pero no provocaron una bajada significativa de las de nitritos.

El sexto día de experimento dos individuos fueron encontrados muertos, y a partir del séptimo día aparece un fenómeno de mortalidad masiva: diéz a quince juveniles en promedio murieron por día. El examen de los individuos muertos puso en evidencia la aparicion de una contaminacion por ectoparásito (ciliado del genero: *Cryptocaryon*). Despues de catorce días de engorda, 90% de los juveniles mueren y solamente diéz individuos pudieron recuperar su estado de salud inicial.

### Segundo Experimento

El segundo experimento fue iniciado despues de haber realizado las mejoras al sistema (filtro biológico suplementario, eliminadores de proteinas y unidad de esterilizacion del agua por ultravioletas). Por otra parte, las densidades de peces por metro cúbico de agua fueron reducidas a la mitad.

La Tabla 2 y la Figura 3 presentan los resultados sobre el crecimiento en longitud y en peso de los cuatro lotes de juveniles durante los tres primeros meses de experimentacion.

Los individuos crecieron en promedio de 1.8 a 2.2 cm y engordaron en promedio de 78.7 a 101.4 g en tres meses. Las tasas promedio de crecimiento fueron de 0.02 cm/día y de 0.87 a 1.13 g/día. El factor de conversion alimenticio fluctuo entre 6.4:1 y 9.3:1. Las tasas de sobrevivencia fueron de 94% (lotes 1 y 4) y de 100% (lotes 2 y 3) (Tabla 3).

Los valores de los parámetros físico-químicos se quedaron siempre en los niveles compatibles con la salud de los peces gracias al funcionamiento adecuado del filtro biológico (Figure 4).

### DISCUSION

Las mortalidades observadas desde el séptimo día del primer experimento pueden ser relacionadas directamente con la fuerte subida de las concentraciones

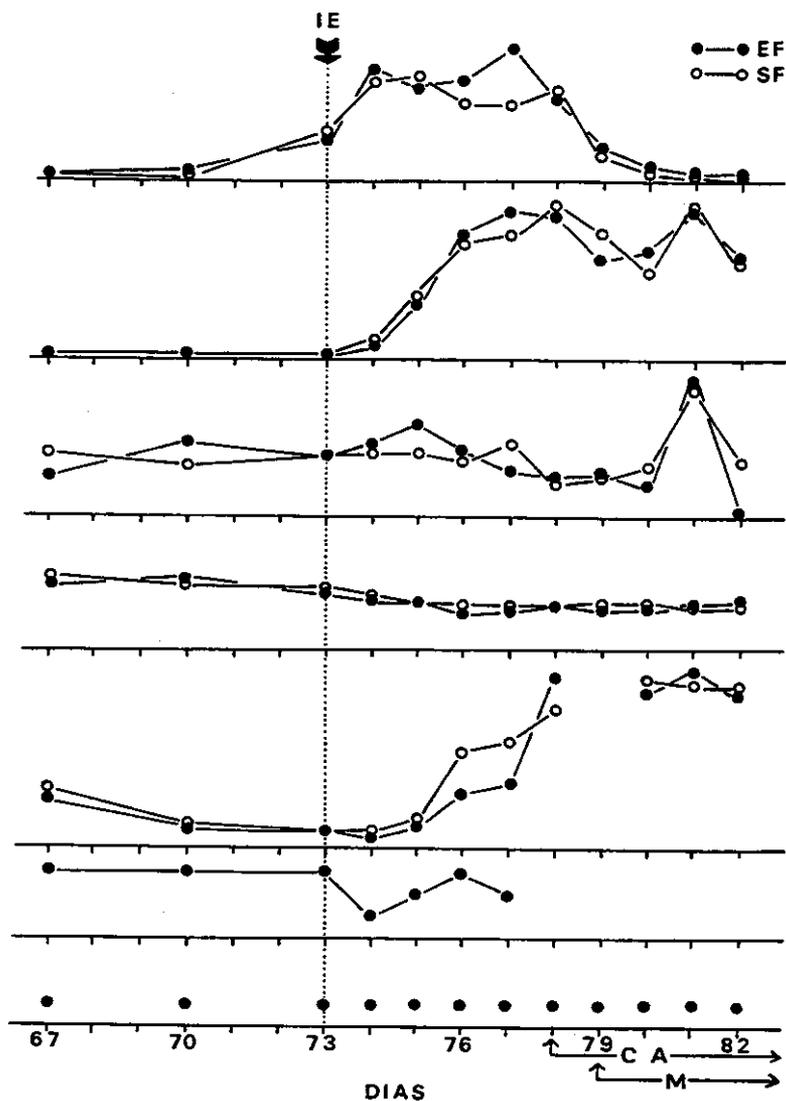


Figura 2. Evolucion de los parametros fisico-quimicos del agua del sistema durante el primer experimento.

**Non-Peer Reviewed Section**

**Table 2.** Crecimiento promedio en longitud y peso de los juveniles durante los tres meses del secundo experimento.

LOTE		1	2	3	4
01-08	Lt: 19.7 + 1.8		21.4 + 0.8	21.9 + 0.8	21.9 + 1.0
	Pp: 114.9 + 29.5		150.6 + 16.2	158.6 + 15.9	185.2 + 21.1
16-08	Lt: 19.9 + 1.8		21.7 + 0.8	22.1 + 0.8	23.4 + 1.0
	Pp: 128.7 + 32.1		168.0 + 19.5	176.9 + 19.6	209.3 + 26.7
31-08	Lt: 20.3 + 1.8		22.2 + 0.9	22.6 + 0.8	23.9 + 1.0
	Pp: 137.7 + 34.2		174.5 + 21.1	182.2 + 21.4	206.9 + 27.1
14-09	Lt: 20.6 + 1.9		22.5 + 0.9	22.7 + 0.9	24.1 + 1.0
	Pp: 148.2 + 39.4		196.2 + 26.3	200.6 + 26.0	234.3 + 32.2
29-09	Lt: 20.6 + 1.8		22.4 + 1.1	22.7 + 1.0	24.6 + 1.3
	Pp: 158.6 + 38.4		207.2 + 33.5	218.4 + 27.2	249.0 + 38.3
15-10	Lt: 21.5 + 1.9		23.2 + 1.4	23.2 + 1.1	24.7 + 1.1
	Pp: 186.4 + 47.2		234.0 + 41.8	223.9 + 33.	257.0 + 36.1
30-10	Lt: 21.8 + 2.3		23.6 + 1.5	23.7 + 1.2	25.2 + 1.3
	Pp: 197.2 + 50.3		252.0 + 48.6	237.3 + 35.0	272.2 + 40.9

**Table 3.** Crecimiento de los juveniles durante los tres meses de engorda en circuito cerrado.

LOTE	1	2	3	4
Densidad inicial (peces / m <sup>3</sup> )	16	16	15	16
Biomasa inicial (kg / m <sup>3</sup> )	1.84	2.41	2.38	2.96
Biomasa final (kg / m <sup>3</sup> )	2.96	4.03	3.56	4.08
Tasa promedio de crecimiento en longitud (cm)	2.1	2.2	1.8	1.9
Tasa promedio de crecimiento en peso (g)	82.3	101.4	78.7	87.0
Tasa promedio de crecimiento en longitud / mes (cm)	0.70	0.73	0.60	0.63
Tasa promedio de crecimiento en longitud / dia (cm)	0.02	0.02	0.02	0.02
Tasa promedio de crecimiento en peso / dia (g)	0.91	1.13	0.87	0.97
Factor promedio de conversion alimenticio	7.0: 1	6.4: 1	7.9: 1	9.3: 1
Tasa de sobrevivencia	94 %	100 %	100 %	94 %

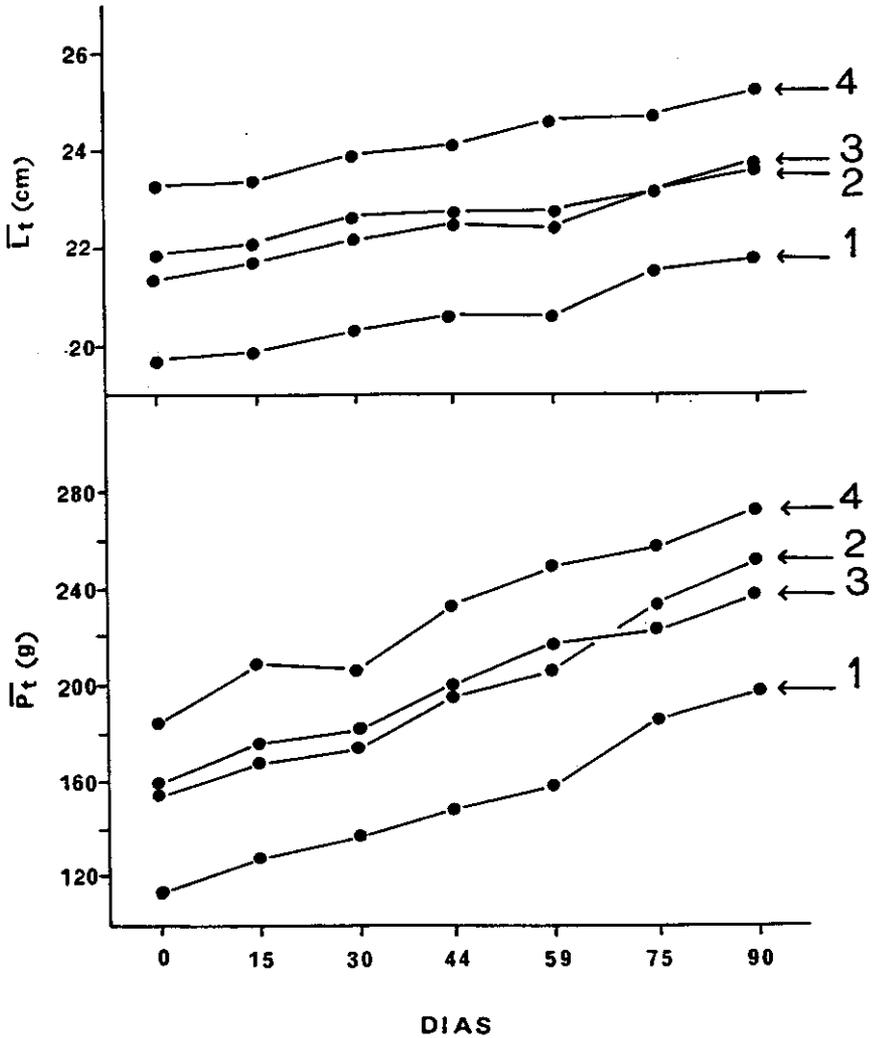


Figura 3. Representacion grafica del crecimiento en longitud y en peso de los juveniles durante el segundo experimento.

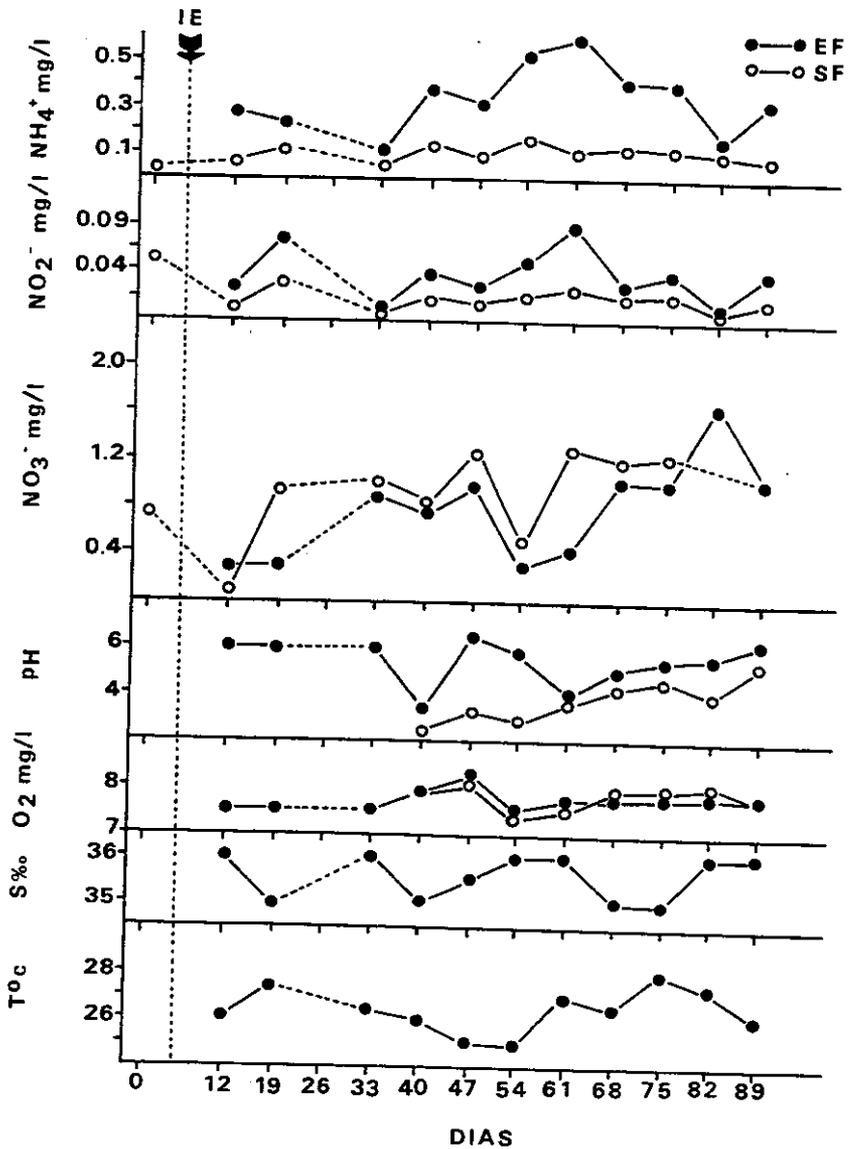


Figura 4. Evolucion de los parametros fisico-quimicos del agua del sistema durante el segundo experimento (IE: inicio del experimento; EF: entrada del filtro; SF: salida del filtro).

en amonio y nitritos en el agua del sistema. Los nitrógenos patógenos a muy bajas concentraciones para los peces son el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y los nitritos. En solución, el  $\text{NH}_4^+$  y el  $\text{NH}_3$  forman un equilibrio cuyas proporciones fluctúan con el pH, la temperatura y la salinidad (Kinkelin *et al.*, 1985; Coll Morales, 1986). El valor máximo de  $\text{NH}_4^+$  observado durante el cuarto día de experimento (3 mg/l) corresponde a una concentración de aproximadamente 0.12 mg/l de  $\text{NH}_3$ . Según Kinkelin *et al.* (1985) la toxicidad de  $\text{NH}_3$  empieza a provocar unos efectos nefastos sobre los peces por una concentración de 0.07 mg/l. Los aumentos de las concentraciones de  $\text{NH}_3$  y  $\text{NO}_2^-$  dejan suponer que los procesos de degradación de los nitrógenos no pudieron realizarse debido a un mal funcionamiento del filtro biológico (defecto de colonización del filtro por las bacterias responsables de la nitrificación). La aparición de la contaminación por el ectoparásito sería nada más que una consecuencia de la presencia de lesiones en los peces provocados inicialmente por las concentraciones elevadas de  $\text{NH}_3$  y  $\text{NO}_2^-$ .

En el segundo experimento, las modificaciones realizadas en el sistema de cultivo, y las densidades menores de peces, permitieron obtener buenos resultados en relación con la tasa de sobrevivencia y el estado de salud de los animales. Durante estos primeros tres meses de engorda, dos individuos sufrieron de exoftalmia bilateral.

El primero fue sacrificado antes del inicio del experimento y el segundo se curó de manera espontánea después de dos meses. Se aplicó un tratamiento desinfectante de manera preventiva a base de azul de metileno en cada medición y a base de verde malaquita (6ppm/l durante 30 minutos) cuando los juveniles presentaron un comportamiento anormal (tendencia a rasparse sobre el fondo o las paredes de las tinas).

Los resultados de este estudio sobre el aumento promedio de peso por mes, y el factor de conversión alimenticio, son inferiores a los obtenidos por otros autores sobre varias especies de serránidos (Chua y Teng, 1978, 1979, 1980, 1982; Teng y Chua, 1978, 1979; Teng *et al.*, 1978; Chou y Wong, 1985). Aunque las comparaciones son delicadas entre dichos estudios (especies y sistemas de cultivo diferentes, tiempos de cultivo variables), la continuación y la conclusión del presente estudio permitirá profundizar más los conocimientos sobre la biología de *E. morio* del Banco en Campeche.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue llevado a cabo gracias al apoyo financiero de la International Foundation for Science, Sweden (IFS No. A/1523-1) y la ayuda técnica de las biólogas María del Carmen Gamíño Cruz y Victoria Patiño Suárez.

LITERATURA CITADA

- Chou, R. & F. J. Wong. 1985. Preliminary observations on the growth and dietary performance of grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsk.) in floating net cages and fed dry pellet diet from autofeeders. *Singapore J. Pri. Ind.* 13: 84-91.
- Chua, T. E. & S. K. Teng. 1978. Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsk.) cultured in floatind net cages. *Aquaculture* 14: 31-47.
- Chau, T. E. & S. K. Teng. 1979. Relative growth and production of the estuary grouper, *Epinephelus salmoides*, under different stocking densities in floating net cages. *Marine Biology* 54: 363-372.
- Chau, T. E. & S. K. Teng. 1980. Economic production of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* (Maxwell), reared in floating net cages. *Aquaculture* 20: 187-228.
- Chau, T. E. & S. K. Teng. 1982. Effects of food ration on growth, condition factor, food conversion efficiency, and net yield of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* (Maxwell), cultured in floating net cages. *Aquaculture* 27: 273-283.
- Coll Morales, J. 1986. Acuicultura Marina Animal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2nd edition, 670 pp.
- Garcia, C. 1980. Caracterización del Banco de Campeche. *Revista Cubana de Investigación Pesquera* 5: 1-16.
- Ivanoff, A. 1972. Introduction a L'oceanographie. Tome I: proprietes physiques et chimiques des eaux de mer. Vuibert, Paris, 208 pp.
- Kinkelin, P., Ch. Michel, & P. Ghittino. 1985. *Precis de pathologie des poissons*. INRA-OIE, Lavoisier, Paris, 348 pp.
- Roe, R. B. 1976. Distribution of snappers and groupers in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea as determined from exploratory fishing data. In: *Proceedings Colloquium on snapper-grouper fishery resources of the Western Central Atlantic Ocean*, H. R. Bullis & A. C. Jones (eds.), *Florida Sea Grant Report* 17.
- Sevilla, M. I. 1987. *Biologia pesquera*. CECSA, Mexico, 59 pp.
- Strickland, J. D. H. & T. R. Parsons. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Canada, 310 pp.
- Teng, S. K. & T. E. Chau. 1978. Effect of stocking density on the growth of estuary grouper, *Epinephelus salmoides*, cultured in floating net cages. *Aquaculture* 15: 273-287.
- Teng, S. K. & T. E. Chau. 1979. Use of artificial hides to increase the stocking density and production of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* (Maxwell), cultured in floating net cages. *Aquaculture* 16: 219-232.

- Teng, S. K., T. E. Chau, and P. E. Lim. 1978. Preliminary observation on the dietary protein requirement of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* (Maxwell), cultured in floating net cages. *Aquaculture* 15:257-271.
- Terver, D. 1989. Manuel d'aquariologie. 1/l'aquarium eau douce eau de mer. Realisations Editoriales Pedagogiques, 4th edition, Paris, 303 pp.