



# informe progresivo

nº  
64

Agosto  
1997

**Condiciones oceanográficas frente a la costa norte y centro del Perú. 22 de octubre al 10 de noviembre de 1996. (Operación MOPFEN 9610-11)**

*Luis Pizarro, Patricia Ayón, Margarita Girón,  
Elcira Delgado, Juana Solis*

3

**Notas sobre cultivo de los lenguados *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes* en ambiente controlado**

*Mónica Chinchayán, Giovanna Vera, Rosario Cisneros,  
Lili Carrera*

34

DGIO - 30  
DGIRH - 44

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. El INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito - Callao.

Apartado 22, Callao - Perú.

Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023

E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe

## NOTAS SOBRE CULTIVO DE LOS LENGUADOS *PARALICHTHYS ADSPERSUS* Y *ETROPUS ECTENES* EN AMBIENTE CONTROLADO

*Mónica Chinchayán*

Area de Cultivos Marinos  
DGIRH. IMARPE

*Giovanna Vera*

Dirección de Oceanografía Química  
DGIO. IMARPE

*Rosario Cisneros*

*Lili Carrera*

Area de Cultivos Marinos. DGIRH. IMARPE

### CONTENIDO

Resumen .....	34
1. Introducción .....	34
2. Material y métodos .....	36
2.1 Cultivo de <i>Paralichthys adspersus</i> y <i>Etropus ectenes</i> .....	36
2.2 Cultivo de alimento vivo .....	37
3. Resultados .....	39
3.1 Cultivo de <i>Paralichthys adspersus</i> y <i>Etropus ectenes</i> .....	39
2.2 Cultivo de alimento vivo .....	40
4. Discusión y conclusiones .....	43
5. Referencias .....	45
Tablas .....	46
Figuras .....	48

### RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio del Area de Cultivos Marinos, IMARPE durante los meses de julio de 1996 a enero de 1997, con los lenguados *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*, los que fueron capturados en la playa "Carpayo", Callao.

La finalidad de la investigación fue determinar la factibilidad del cultivo de estas especies en ambiente controlado.

Los resultados mostraron que es posible el cultivo de estas especies, en especial de *P. adspersus*, que se adapta más fácilmente al cautiverio y a las condiciones abióticas del medio, en comparación a *E. ectenes*.

Además, se evaluó el crecimiento de las microalgas *Dunaliella tertiolecta*, *Isochrysis galbana*, *Nannochloris* sp., *Chlorella* sp. y *Tetraselmis suecica* como probables fuentes alimenticias para el rotífero *Brachionus plicatilis*, el cual es utilizado como alimento de larvas de peces. Así mismo se realizaron pruebas sobre tasas de consumo de dicho rotífero con respecto a las microalgas *Nannochloris* sp. e *Isochrysis galbana*.

### 1. INTRODUCCION

Los peces de la familia Bothidae *Paralichthys adspersus* "lenguado común" y *Etropus ectenes* "lenguado de boca chica" se caracterizan por su excelente calidad de carne, elevado precio, demanda comercial y alto valor nutritivo; por ello, destacan como especies potenciales en acuicultura.

Actualmente *P. adspersus* es cultivado en Chile, Ecuador y Brasil a escala experimental y piloto, con el propósito de su comercialización ya que tendría un mercado importante en Japón debido a su similitud con el *P. olivaceus* "hirame", especie muy cotizada en dicho país, con un precio de 15 a 40 dólares por kilo.

Según estadísticas, existe una tendencia decreciente con respecto a los volúmenes de desembarque de *P. adspersus* y *E. ectenes*, pudiendo deberse a que quizás se encuentren sometidos a una intensa captura por lo que se ha desarrollado el interés en su crianza, lo que constituiría una opción muy atractiva de cultivo en nuestro país. Por este motivo en el último semestre del año 1996, se realizaron en el IMARPE pruebas preliminares sobre el cultivo de estas especies con el fin de desarrollar una metodología de cultivo en ambiente controlado, trabajo que se continuará durante 1997.

Las especies *P. adspersus* y *E. ectenes*, en especial la primera, constituyen una alternativa de cultivo en nuestro país debido a sus excelentes perspectivas de desarrollo tanto en el mercado nacional como internacional.

Por otro lado, existe una metodología de cultivo para peces planos, específicamente de *Scophthalmus maximus* "turbot", la que se inició a fines del siglo pasado, determinándose así la tecnología de cultivo para cada fase de desarrollo (fase larvaria, juvenil y engorde).

Es por esta razón que el cultivo de las especies mencionadas anteriormente, con énfasis en el *P. adspersus*, constituyen una alternativa que se debe investigar, siendo necesario determinar las condiciones de su cultivo en nuestro país, desde una perspectiva comercial.

Los lenguados son teleósteos marinos carnívoros pertenecientes al orden Pleuronectiformes, que incluye a los peces planos que se encuentran en las costas generalmente frías, de todo el mundo. Son especies bentónicas y presentan una metamorfosis peculiar durante las primeras fases pelágicas de su vida: la migración de un ojo al otro lado del cuerpo y el aplanamiento del lado del cuerpo que estará en contacto con el fondo (COLL 1991).

La alimentación es variada en los diferentes tipos de peces planos, los que pueden ser clasificados dependiendo del tipo de alimento, longitud del tracto alimentario y longitud del cuerpo. Se alimentan de noche y su dieta se compone generalmente de bivalvos, poliquetos, crustáceos y pequeños peces (RAMOS 1981, LIEWES 1984). Por otro lado, los alimentos o piensos para especies acuícolas pueden ser clasificados de acuerdo a su contenido de humedad en: húmedos (mayor al 50%), semihúmedos (20 -50%) y secos (menor al 20%) los que deben presentar una textura, densidad, color, humedad, plasticidad, aroma, etc. adecuados a los hábitos alimentarios, comportamiento frente al alimento, hábitat de cultivo, calidad del agua, entre otros, de los organismos en cultivo (GUTT 1985, MARTINEZ *et al.* 1987).

Es necesario conocer las relaciones longitud/peso de la especie en cultivo a lo largo de todo su ciclo, como valoración del estado nutritivo de la especie (RAMOS Y ROURES 1985, MARTÍNEZ 1987, FERNÁNDEZ-PATO *et al.* 1990).

Según los autores PASCUAL Y YÚFERA (1987) y SILVA (1991), el cultivo del lenguado se puede dividir en tres etapas: obtención de huevos fecundados, manejo de juveniles

y engorde; donde cada fase presenta su propia tecnología de cultivo. Asimismo, la alimentación en la fase larvaria se basa en dos especies fundamentales: el rotífero *Brachionus plicatilis* y el crustáceo *Artemia* sp., los que se alimentan de microalgas y son fuentes alimenticias indispensables en la sobrevivencia y crecimiento de larvas de dicho organismo.

Con respecto al rotífero *B. plicatilis*, éste se alimenta de una amplia variedad de microalgas, siendo las más convenientes las microalgas marinas *Nannochloropsis oculata* y *Tetraselmis tetrahele*. Otras microalgas utilizadas en su alimentación incluyen a la *Nannochloris* sp., *Chaetoceros* sp., *Dunaliella* sp., *Pyramimonas* sp., *Isochrysis* sp., entre otras, las que, en general, se utilizan no sólo en la alimentación de rotíferos sino también en almejas, ostras y larvas de camarones (POURRIOT 1990, ROSEN 1990, COLL 1991, IKENOUE y KAFUKU 1992, HOFF y SNELL 1993).

## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1 Cultivo de *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Cultivos Marinos del IMARPE durante el último semestre del año 1996, en el marco del Proyecto Cultivo de Lenguado en Ambiente Controlado.

Los especímenes utilizados en el estudio fueron capturados en la Playa Carpayo de la Bahía del Callao. Se examinaron tres juveniles para cada especie, siendo identificados como *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*, los que fueron colocados y mantenidos en dos tanques de fibra de vidrio de 300 L, uno para cada especie (Fig. 4) con agua de mar prefiltrada, efectuándose un recambio diario de la misma para mantener las condiciones fisicoquímicas en forma estable. Además, se utilizó una piedra difusora de 7x3,5x3,5 cm para cada tanque, lo que permitió una concentración aceptable de oxígeno disuelto para dichos organismos.

Se cuantificó valores de temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza mediante un termómetro en canastilla, refractómetro, pHmetro digital y kits de análisis, respectivamente.

Asimismo, para mejorar la calidad del agua de mar, se utilizaron bolsas con abertura de los poros de 5 µm y un relleno de fibra sintética para filtrar el agua, lo que minimizó la presencia de materia orgánica.

Se realizó la evaluación longitud/peso o biometría en forma semanal y quincenal, utilizándose una balanza portátil y un malacómetro (Fig. 5).

El valor calculado del peso total se determinó mediante la relación longitud-peso :

$$W = a \cdot L^b$$

Donde :

W	=	Peso individual promedio
L	=	Longitud individual promedio
a y b	=	Coefficientes alométricos

La alimentación de los peces *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes* consistió primeramente en alimento vivo, alevines de pejerrey y artemias como estrategia de alimentación hasta la aceptación de alimento húmedo (trozos de pejerrey).

## 2.2 Cultivo de alimento vivo

Estos ensayos se realizaron con miras a una futura crianza de lenguados, desde larvas. En esta oportunidad no se criaron larvas.

### *Cultivo de microalgas*

Se evaluó, mediante conteos diarios, el crecimiento de las microalgas *Dunaliella tertiolecta*, *Isochrysis galbana*, *Nannochloris* sp., *Chlorella* sp. y *Tetraselmis suecica* como probables fuentes alimenticias de *B. plicatilis* (Fig. 6) (CISNEROS 1996).

Asimismo, se realizaron curvas de crecimiento de cada una, para determinar las diferentes fases. El ajuste de curva se realizó utilizando la ecuación de crecimiento poblacional de VERHULST (ANDREWARTHA 1965):

$$N_t = \frac{K}{1 + e^{a - r t}}$$

Donde :

- Nt = Tamaño de la población al tiempo t
- K = Asíntota superior o máximo valor de N
- a = Constante de integración definiendo la posición de la curva relativa al origen
- r = Tasa de crecimiento de la población.
- t = Tiempo en días

Los parámetros a y r se determinaron mediante la ecuación de VERHULST con base en una regresión lineal por mínimos cuadrados (ARANEDA *et al.* 1993, CISNEROS 1996):

$$\ln \left\{ \frac{K-N}{N} \right\} = a - r t$$

### Cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis*

Se obtuvo una cepa del rotífero *Brachionus plicatilis* proveniente de las Salinas de Chilca, y se evaluó las tasas de filtración e ingestión del mismo con respecto a las microalgas *Nannochloris* sp. e *Isochrysis galbana* con y sin aplicación de aire. El cultivo se realizó en recipientes cilíndricos transparentes de 4 L, con agua de mar filtrada y esterilizada (Fig. 7). Cada tratamiento se realizó por triplicado.

En relación a la microalga *Isochrysis galbana*, sin aplicación de aire, las densidades del rotífero *B. plicatilis* fueron de 88; 92 y 132 rot/mL. Las microalgas fueron administradas como alimento cuando llegaron a la fase

exponencial de cultivo, las densidades iniciales para las tres repeticiones fueron  $0,23 \times 10^6$  céls/mL,  $0,28 \times 10^6$  céls/mL y  $0,43 \times 10^6$  céls/mL.

Con aplicación de aire, las densidades iniciales de *I. galbana* en las tres repeticiones fueron  $0,40 \times 10^6$  céls/mL,  $0,50 \times 10^6$  céls/mL y  $0,38 \times 10^6$  céls/mL. Las densidades utilizadas del rotífero *B. plicatilis* fueron de 129; 115 y 164 rot/mL.

Con respecto a la microalga *Nannochloris* sp., sin aplicación de aire, las densidades iniciales fueron de  $1,88 \times 10^6$  céls/mL,  $1,38 \times 10^6$  céls/mL y  $0,98 \times 10^6$  céls/mL. Las densidades empleadas de rotíferos fueron de 88; 94 y 72 rot/mL. Con aplicación de aire al medio de cultivo, la densidad inicial de *Nannochloris* sp. fue de  $1,08 \times 10^6$  céls/mL,  $1,13 \times 10^6$  céls/mL y  $1,08 \times 10^6$  céls/mL. Las densidades empleadas de *B. plicatilis* fueron de 86; 114 y 83 rot/mL para las tres repeticiones.

La densidad microalgal se determinó mediante conteo en una cámara de NEUBAUER y la de los rotíferos utilizando una cámara de SEDGEWICK RAFTER para zooplancton.

Para determinar la tasa de filtración e ingestión, se registró el tiempo inicial de inoculación de la microalga, así como la densidad inicial de éstas. Al cabo de dos horas (hora final) se cuantificó nuevamente la densidad microalgal (densidad final).

Según HIRAYAMA y OGAWA (1972), las fórmulas empleadas para estimar las tasas de consumo del rotífero son:

$$\text{Tasa de filtración} \quad F = \frac{\ln N_i - \ln N_f}{V(T_f - T_i)}$$

Donde:

F	=	tasa de filtración
N <sub>i</sub>	=	densidad inicial de la microalga
N <sub>f</sub>	=	densidad final de la microalga
V	=	densidad absoluta de rotíferos
T <sub>f</sub> -T <sub>i</sub>	=	intervalo de tiempo durante el proceso de filtración

$$\text{Tasa de ingestión} \quad I = FN_i$$

Donde:

I	=	tasa de ingestión
F	=	tasa de filtración
N <sub>i</sub>	=	densidad inicial de la microalga

Por otro lado, se colectaron quistes y adultos del crustáceo *Artemia* sp. de las Salinas de Chilca, para su posterior cultivo y evaluación como alimento vivo para larvas de lenguado.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Cultivo de los lenguados *Paralichthys adspersus* y *Etropus ectenes*.

En el tanque de cultivo de *P. adspersus* los valores promedio de los factores abióticos como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza, fueron de: 18,9 °C (17 a 21,9 °C); 36 ‰; 7,86; 7 ppm; 0,33 ppm; 9,33 ppm y 8 %dH respectivamente.

La Tabla 1 muestra la tasa de crecimiento (talla y peso) de *P. adspersus* bajo condiciones controladas, con valores de 0,9 cm/mes y 18,8 g/mes para ejemplares de rango de talla entre 17,4 a 23 cm; 0,3 cm/mes y 10,7 g/mes para los rangos comprendidos entre 23,2 a 24,7 cm; y 0,3 cm/mes y 14,4 g/mes para los rangos de 22,4 a 23,6 cm.

La Figura 1 muestra las curvas observadas y calculadas de la relación longitud-peso de los ejemplares de *P. adspersus*, observándose un comportamiento exponencial con respecto a estos dos parámetros, para especímenes que oscilan entre 17 a 25 cm de longitud y 40 a 200 g de peso.

El ajuste de curva de la relación longitud-peso corresponde a la siguiente ecuación final:

$$W = 0,0088 \times L^{3,1142}$$

La Tabla 2 muestra el crecimiento (talla y peso) de *E. ectenes* bajo condiciones controladas, observándose un menor crecimiento en comparación a *P. adspersus*. En cuanto al peso, el ejemplar 1 tuvo un incremento de 7,35 g/mes, mientras que en el ejemplar 2 el incremento fue de 11,75 g/mes.

La Figura 2 muestra el incremento en peso, observándose un mayor incremento en el ejemplar 2.

Los valores promedio de factores abióticos como la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza en el tanque de *Etropus ectenes* fueron de 18,6 °C (17 °C a 22,2 °C); 37 ‰; 7,60; 7 ppm; 0,33 ppm; 10,33 ppm y 7 %dH respectivamente.

Existió un período de tiempo durante el cual los peces no se alimentaron en el tanque de cultivo. El proceso de no alimentación en los lenguados trajo como consecuencia una disminución en su sistema inmunológico y por consiguiente una mayor propensión a enfermedades. Esto se observó en ambas especies, las que presentaron manchas irregulares causadas por hongos y la enfermedad conocida como "Fin-rot" ocasionada por la bacteria *Aeromonas hydrofila*. Como profilaxis, los especímenes fueron tratados con 2 ppm de verde de malaquita para los hongos, e inyecciones de 55 mg/kg pez de oxytetraciclina para la bacteria.

*E. ectenes* tardó 4 meses en adaptarse al cautiverio, tiempo en el que no aceptaron alimento húmedo pero si artemia adulta y en menor grado juveni-

les de pejerrey. Esto trajo como consecuencia que se infectaran con las enfermedades mencionadas anteriormente, las que ocasionaron mortandad. Un factor que aceleró su adaptación a cautiverio fue la colocación de arena fina en el fondo del tanque de cultivo, simulando su hábitat natural, donde los ejemplares se enterraban.

Esto no se observó con *P. adspersus*, dado que esta especie tardó un mes en adaptarse al cautiverio, no siendo indispensable la colocación de arena en el tanque. Esta especie aceptó el pejerrey trozado como alimento, así como juveniles del mismo; sin embargo, no aceptaron artemia adulta.

La alimentación se realizó cada 24 horas. La conversión alimenticia fue de 24,71 para el *P. adspersus* y 9,79 para *E. ectenes*, para esto se pesó el alimento dado y el alimento no consumido por los peces. El alimento húmedo fue consumido en un valor promedio de 7,80 y 2,90 g; respectivamente.

### 3.2 Cultivo de alimento vivo

*Cultivo de microalgas (fuente de alimento de rotíferos)*

#### *Dunaliella tertiolecta*

Con respecto a esta microalga la temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, el fotoperiodo 24 L:0N, la salinidad 34 - 38 ‰, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 8,22 (valor promedio).

Los resultados de densidad se aprecian en la Tabla 3; la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial a partir del cuarto día ( $1,78 \times 10^6$  céls/mL), la fase de retardo el décimo primer día ( $8,11 \times 10^6$  céls/mL). Las densidades anteriores y posteriores a estos días pertenecen a las fases de ajuste y estacionaria respectivamente.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final :

$$N_t = \frac{8,11}{1 + e^{3,78 - 0,57 t}}$$

#### *Tetraselmis suecica*

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 35-36 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 8,30 (valor promedio). Se presentaron organismos contaminantes a partir del quinto día de cultivo, los que compitieron con la microalga por los nutrientes del medio de cultivo.

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial el segundo día de cultivo ( $0,91 \times 10^6$  céls/



mL) y la de retardo el sétimo día ( $1,10 \times 10^6$  céls/mL). La fase de ajuste se dio en los dos primeros días de cultivo de la microalga y la fase estacionaria se inició el sétimo día de cultivo de la misma.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final:

$$N_t = \frac{1,26}{1 + e^{3,065 - 0,74 t}}$$

#### Chlorella sp.

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 34-36 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 7,64 (valor promedio).

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial a partir del primer día ( $0,55 \times 10^6$  céls/mL) y la de retardo, el tercer día ( $2,89 \times 10^6$  céls/mL). Las densidades posteriores a estos días pertenecieron a la fase estacionaria no presentando una fase adaptativa o de ajuste.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final:

$$N_t = \frac{3,19}{1 + e^{3,66 - 1,92 t}}$$

#### Nannochloris sp.

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 35-38 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, pH de 8,05 (valor promedio).

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose las mayores densidades a partir del cuarto día ( $4,96 \times 10^6$  céls/mL) hasta el sétimo día ( $63,87 \times 10^6$  céls/mL) las que correspondieron a las fases exponencial y de retardo de *Nannochloris* sp. Las densidades anteriores y posteriores a estos días pertenecieron a las fases de ajuste y estacionaria respectivamente.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final :

$$N_t = \frac{63,87}{1 + e^{6,97 - 1,50 t}}$$

### *Isochrysis galbana*

La temperatura de cultivo fue de 22-23 °C, 24 L:0N de fotoperíodo, 35-40 ‰ de salinidad, 1300 lux (valor aproximado) de intensidad luminosa, un pH de 7,96 (valor promedio). Se presentó una cantidad considerable de organismos contaminantes a partir del quinto día de cultivo, lo que inhibió su crecimiento ya que compitieron con la microalga por los nutrientes del medio de cultivo.

Los resultados de densidad para esta microalga se aprecian en la Tabla 3, y la Figura 3 muestra las curvas de crecimiento observadas y calculadas, observándose la fase exponencial desde el primer día ( $0,14 \times 10^6$  céls/mL) hasta el quinto día ( $1,78 \times 10^6$  céls/mL) de cultivo y una fase de retardo desde el quinto ( $1,78 \times 10^6$  céls/mL) hasta el séptimo día ( $1,83 \times 10^6$  céls/mL) del mismo. Las densidades posteriores a estos días pertenecieron a la fase estacionaria de la microalga, la cual no presentó una fase adaptativa o de ajuste en su crecimiento.

La curva de ajuste corresponde a la siguiente ecuación final:

$$N_t = \frac{1,83}{1 + e^{2,59 - 0,82 t}}$$

La aireación en los cultivos fue constante y se utilizó el medio de cultivo de GUILLARD modificado.

### Cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis*

La Tabla 4 reúne los valores de las densidades inicial y final de las microalgas utilizadas en la alimentación del rotífero, en las tres repeticiones, sin y con aplicación de aire.

La Tabla 5 muestra los valores de las tasas de filtración e ingestión del rotífero *B. plicatilis* con respecto a las microalgas *Isochrysis galbana* y *Nannochloris* sp. sin aplicación y con aplicación de aire al cultivo en cada una de las repeticiones.

### Sin aplicación de aire al cultivo

En *I. galbana* la tasa de filtración promedio fue de 2,55  $\mu$ L/h/rot y la tasa de ingestión promedio llegó a 17,18 céls/min/rot. Las densidades finales en las tres repeticiones fueron  $0,30 \times 10^6$  céls/mL;  $0,23 \times 10^6$  céls/mL y  $0,08 \times 10^6$  céls/mL.

En *Nannochloris* sp., la tasa de filtración promedio fue de 5,40  $\mu$ L/h/rot y la tasa de ingestión promedio 131,86 céls/h/rot. Las densidades finales de la microalga fueron  $0,53 \times 10^6$  céls/mL;  $0,70 \times 10^6$  céls/mL y  $0,45 \times 10^6$  céls/mL respectivamente.

#### Con aplicación de aire al cultivo

En *I. galbana* las tasas de filtración e ingestión de dicho rotífero tuvieron, respectivamente, promedios de 2,02  $\mu\text{L/h/rot}$  y 14,99 céls/min/rot. Las densidades finales fueron  $0,25 \times 10^6$  céls/mL;  $0,25 \times 10^6$  céls/mL y  $0,25 \times 10^6$  céls/mL para las tres repeticiones (Tabla 4).

En *Nannochloris* sp., el rotífero tuvo tasa de filtración promedio de 6,63  $\mu\text{L/h/rot}$ , y tasa de ingestión promedio de 120,05 céls/min/rot. Con respecto a las densidades finales de *Nannochloris* sp., la Tabla 4 muestra que fueron  $0,43 \times 10^6$  céls/mL;  $0,30 \times 10^6$  céls/mL y  $0,28 \times 10^6$  céls/mL para las tres repeticiones.

#### 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Es factible el cultivo del lenguado *Paralichthys adspersus* en ambiente controlado, lo que ha sido demostrado con el crecimiento y supervivencia obtenidos para esta especie en el Laboratorio de Cultivos Marinos del IMARPE.

El crecimiento y supervivencia de *P. adspersus* estuvieron influenciados por factores abióticos como temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y dureza. Sin embargo, sería conveniente evaluar dichos parámetros con diferentes densidades de juveniles de *P. adspersus*, para así obtener valores de los mismos adecuados y extrapolables a producción.

Las tasas de crecimiento obtenidas por el primer ejemplar de *P. adspersus* fueron 3 veces más altas en cuanto a longitud y 1,76 y 1,31 veces más en cuanto a peso, con respecto a los dos ejemplares restantes, lo que nos indicaría que la energía obtenida por alimentación, se encuentra totalmente canalizada hacia el crecimiento. Las menores tasas de crecimiento obtenidas para estos dos últimos se debería quizás a que la energía se encuentra distribuida no sólo hacia el crecimiento sino también hacia la reproducción, dado que la talla de madurez sexual en *P. adspersus* es de 24 cm (CHONG y GONZÁLEZ 1995).

En la estimación del cálculo de la simetría del crecimiento en peso, referido a la longitud, se obtuvo un valor de 3,1142 para el coeficiente b, el que indicaría que probablemente esta especie presenta una tasa de crecimiento en peso del tipo isométrico. Sin embargo, POBLETE *et al.* (1987) destacan que el valor de b es variable y se encuentra influenciado por factores como condición nutricional, disponibilidad de alimento, tamaño y composición de la muestra, período de muestreo, sexo y estados de madurez por lo que el valor de este coeficiente es válido únicamente para los tres ejemplares examinados con una longitud y peso que oscilan entre 17 a 25 cm y 40 a 200 g respectivamente.

Las conversiones alimenticias obtenidas, 24,71 para *P. adspersus* y 9,79 para *Etropus ectenes* no son adecuadas para estas especies dado que se requeriría demasiado alimento con respecto a la ganancia de peso de los mismos. Es por ello, que sería conveniente utilizar en la alimentación diversos tipos de alimento húmedo o emplear un alimento enriquecido.

La especie *P. adspersus* es más resistente que el *E. ectenes* a las condiciones del Laboratorio de Cultivos Marinos, lo que se demuestra con el crecimiento obtenido

para ambas especies. Es por ello, la necesidad de seguir evaluando el crecimiento del lenguado *P. adspersus* mediante sistemas de recirculación y utilización de diferentes tipos de alimento pelletizado presentes en el mercado nacional para así obtener conversiones alimenticias más adecuadas a las obtenidas en este trabajo.

El rotífero *Brachionus plicatilis* acepta en mayor grado a la microalga *Nannochloris* sp. que a *Isochrysis galbana* debido a su tamaño más pequeño, densidad y quizás calidad nutricional constituyéndose por consiguiente en una microalga objetivo en la alimentación de dicho rotífero.

Las fases exponencial y de retardo de *Dunaliella tertiolecta* se obtienen del cuarto al décimo primer día de cultivo, pudiendo cosecharse el noveno o décimo día para alimentar a los rotíferos. Sin embargo, sería conveniente disminuir el tiempo de la fase adaptativa para obtener en el menor tiempo posible las fases exponencial y de retardo, las que son ideales por su valor nutricional para la alimentación de dicho zooplancton.

Las fases exponencial y de retardo de *Tetraselmis suecica* se obtienen del segundo al sétimo día de cultivo, pudiendo cosecharse el sexto día para alimentar a los rotíferos.

Las fases exponencial y de retardo de *Chlorella* sp. se obtienen del primer al cuarto día de cultivo, pudiendo cosecharse el tercer día para alimentar a los rotíferos.

Las fases exponencial y de retardo de *Nannochloris* sp. se obtienen del cuarto al sétimo día de cultivo, pudiendo cosecharse el quinto o sexto día para alimentar a los rotíferos.

Las fases exponencial y de retardo de *Isochrysis galbana* ocurren el primer al sétimo día de cultivo, pudiendo cosecharse la microalga el sexto día de cultivo.

Las tasas de filtración e ingestión promedio obtenidas para el rotífero *B. plicatilis* con respecto a la microalga *I. galbana*, con y sin aplicación de aire al medio de cultivo, fueron de 2,02  $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$ , 2,55  $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$  y 14,99 céls/min/rot, 17,18 céls/min/rot, respectivamente. Sin embargo, sería conveniente determinar la concentración de saturación para esta microalga con respecto al rotífero *B. plicatilis* para así obtener un crecimiento adecuado del mismo, aunado con parámetros abióticos óptimos a dicho crecimiento.

Las tasas de filtración e ingestión promedio obtenidas para el rotífero *B. plicatilis* con respecto a la microalga *Nannochloris* sp., con y sin aplicación de aire, fueron de 5,40  $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$ , 6,63  $\mu\text{L}/\text{h}/\text{rot}$  y 131,86 céls/min/rot y 120,05 céls/min/rot, respectivamente. Como en el caso anterior, sería conveniente determinar la concentración de saturación de la microalga para obtener tasas de consumo adecuadas del rotífero *B. plicatilis*, las que se traduzcan en un crecimiento adecuado de dicha especie de zooplancton conjuntamente con otros factores de cultivo.

Con estos resultados preliminares se tiene la base para continuar con el desarrollo del Proyecto Cultivo de Lenguado en Ambiente Controlado durante 1997, a fin de desarrollar una tecnología adecuada de cultivo.

## 5. Referencias

- ANDREWARTHA, H. 1965. Introduction to the study of animal populations. Third impression. The University of Chicago Press, Chicago y London. USA. 281 pp.
- ARANEDA, G., B. HERNÁNDEZ, A. RAMÍREZ Y F. ORTIZ 1993. Cultivo masivo de la microalga crisofita *Chromulina* sp., endémica del Caribe, como fuente de alimento en acuicultura. Boletín Red de Acuicultura, Bogotá, Colombia. 7(3): 17-20.
- CISNEROS, R. 1996. Cultivo masivo de la microalga nativa *Isochrysis* sp., como fuente de alimento de post-larvas de moluscos bivalvos. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 36: 65-72.
- COLL, J. 1991. Acuicultura marina animal. Ediciones Mundi-Prensa. Tercera edición. España. 671 pp.
- CHONG J. Y P. GONZÁLEZ 1995. Ciclo reproductivo del lenguado de ojos chicos *Paralichthys microps* (Gunther, 1881) (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) frente al litoral de Concepción, Chile. Biología Pesquera 24:39-50.
- FERNÁNDEZ-PATO, C., A., C. MARTÍNEZ-TAPIA, O. CHEREGUINI Y E. SOLA 1990. Growth of *Scophthalmus maximus* L.) from 1 to 3000 g in the north of Spain. International Council for Exploration of the Sea. C.M. 90/F:29.
- GUTT, J. 1985. Metabolism and growth of juvenile flounder (*Platichthys flesus* L.) reared at different salinities and in freshwater. International Council for the Exploration of the Sea. C.M. 1985/F:50.
- HIRAYAMA, K. Y S. OGAWA 1972. Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture - I. Filter feeding of rotifer. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 38(11): 1207-1214.
- HOFF, F. Y T. SNELL 1993. Plankton culture manual. Florida Aqua Farms Inc. Third Edition. U.S.A. 155 pp.
- IKENOUE, H. Y T. KAFUKU 1992. Modern methods of aquaculture in Japan. Second revised edition. Developments in Aquaculture and fisheries Science. Volume 24. Elsevier Science Publishers B.V. Printed in Japan. 272 pp.
- LIEWES, E. 1984. Culture, feeding and diseases of commercial flatfish species. Printed in Netherlands. 104 pp.
- MARTÍNEZ, L. 1987. Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. p. 295-325. En: Alimentación en acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. España. 325 pp.
- MARTÍNEZ, L. A., E. VIAN E I. CAÑAS 1987. Tecnología de fabricación de piensos para la acuicultura. p. 131-165. En: Alimentación en Acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. España. 325 pp.
- PASCUAL, E. Y YUFERA 1987. Alimentación en el cultivo larvario de peces marinos. p. 251-293. En: Alimentación en acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. España. 325 pp.
- POBLETE, T., H. TOLEDO, R. ARTEAGA, R. CÁRDENAS Y M. TOLEDO 1987. Estimación de la estructura por clases anuales de tamaño en una población de *Nucella crassilabrum* (Gastropoda, Muricidae). Biota Osorno 3: 9-31.
- POURRIOT, R. 1990. Rotifers-biology. p. 213-231. En: Gilbert Barnabé Aquaculture. Volume 1. Université des Science et. Techniques du Languedoc. Translator: Lindsay Laird. University of Aberdeen. England.
- RAMOS, J. 1981. Régimen y comportamiento alimentario del lenguado (*Solea solea* L.) (Pisces. Soleidae). Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras 83:3-15.
- RAMOS, J. Y S. ROURES 1985. Crecimiento del lenguado *Solea solea* (L. 1758) en cultivo intensivo. Informes Técnicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras 121:4-12.
- ROSEN, B. 1990. Microalgae identification for aquaculture. Published by Florida Aqua Farms. First Edition. U.S.A. 44 pp.
- SILVA, A. 1991. Nuevos y seguros pasos en acuicultura. Peces planos: desarrollo a dos frentes. IV Región, la capital de los lenguados. Aquanoticias Internacional, Chile. 6:7-19.

Tabla 1. Crecimiento en longitud (cm) y peso (g) del lenguado *Paralichthys adspersus* en ambiente controlado. IMARPE. 1996.

Fecha	Longitud (cm)			Peso (g)		
	1	2	3	1	2	3
05.07.96	17,4	23,2	23,9	53,5	133,7	160,6
13.07.96	17,7	23,2	23,7	64,4	133,8	154,7
19.07.96	17,7	23,2	23,6	75,0	138,7	152,7
26.07.96	18,0	23,2	23,8	71,4	142,6	167,7
03.08.96	18,2	23,2	23,8	75,2	151,3	177,6
17.08.96	18,4	23,2	*24,0	81,9	161,2	*185,0
01.09.96	18,8	23,5	22,4	87,2	164,5	128,4
16.09.96	19,0	24,3	22,4	68,8	160,5	120,1
30.09.96	19,2	24,3	22,4	97,8	180,4	137,3
14.10.96	20,0	24,3	22,6	109,1	188,4	154,4
28.10.96	20,7	24,5	23,0	116,5	180,7	159,6
13.11.96	21,4	24,5	23,3	131,4	183,9	166,8
25.11.96	21,8	24,6	23,3	144,7	189,9	171,0
09.12.96	22,5	24,6	23,5	155,5	196,9	182,1
23.12.96	23,0	24,6	23,6	163,7	196,7	185,0
06.01.97	23,0	24,7	23,6	166,4	197,9	185,8
tasa crec. cm/mes	0,9	0,3	0,3			
tasa crec. g/mes				18,8	10,7	14,4

\* Ejemplar muerto y sustituido

Tabla 2. Crecimiento en longitud (cm) y peso (g) del lenguado *Etropus ectenes* en ambiente controlado. IMARPE. 1996.

Fecha	Longitud (cm)		Peso (g)	
	1	2	1	2
13.11.96	21,1	23,8	57,8	85,3
25.11.96	21,1	24,0	60,2	93,5
09.12.96	21,1	24,0	65,8	11,5
23.12.96	21,2	24,0	68,6	108,6
06.01.97	21,4	24,0	72,6	110,8
21.01.97	21,4	24,0	72,5	108,8
Tasa Crec. g/mes			7,35	11,75

Tabla 3. Crecimiento en densidad (cél x 10<sup>6</sup>/mL) de microalgas en volumen de 2 L

Especie	<i>Dunaliella tertiolecta</i>		<i>Tetraselmis suecica</i>		<i>Chlorella</i> sp.		<i>Nannochloris</i> sp.		<i>Isochrysis galbana</i>	
	Densidad (cél x 10 <sup>6</sup> / mL)		Densidad (cél x 10 <sup>6</sup> / mL)		Densidad (cél x 10 <sup>6</sup> / mL)		Densidad (cél x 10 <sup>6</sup> /mL)		Densidad (cél x 10 <sup>6</sup> /mL)	
	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado	Observado	Calculado
1	0,09	0.31	0.12	0.11	0.55	0.47	0.38	0.27	0.14	0.27
2	0,82	0.54	0.19	0.21	1.45	1.73	2.69	1.18	0.66	0.51
3	1,54	0.91	0.37	0.38	2.89	2.84	2.82	4.97	0.86	0.85
4	1,78	1.48	0.63	0.59	3.19	3.13	4.96	17.52	1.21	1.22
5	3,08	2.29	0.80	0.82	3.17	3.18	34.9	40.15	1.78	1.5
6	3,10	3.33	1.26	1.00	1.62	3.19	61.53	56.42	1.18	1.67
7	4,31	4.47	1.10	1.12			63.87	62.04	1.83	1.75
8	6,33	5.56					52.71	63.45	1.71	1.80
9	5,87	6.44					45.58	63.78	1.29	1.81
10	6,67	7.07								
11	8,11	7.49								
12	7,24	7.75								

TABLA 4. Densidades de las microalgas *I. galbana* y *Nannochloris* sp. obtenidas en las tasas de consumo del rotífero *B. plicatilis*. IMARPE 1996.

Especie de algas	Densidad (cél x 10 <sup>6</sup> / mL)			
	sin aplicación de aire		con aplicación de aire	
	Repeticiones	inicial	final	inicial
<i>Isochrysis galbana</i>				
1	0,23	0,30	0,40	0,25
2	0,28	0,23	0,50	0,25
3	0,38	0,08	0,38	0,25
<i>Nannochloris</i> sp.				
1	1,88	0,53	1,08	0,43
2	1,38	0,70	1,13	0,30
3	0,98	0,45	1,08	0,28

TABLA 5. Tasas de Filtración (F) e Ingestión (I) del rotífero *Brachionus plicatilis* alimentado con dos especies de microalgas, en laboratorio. IMARPE 1996.

Especies de algas	Filtración (F)		Ingestión (I)	
	µL / h / rot		cél / min / rot	
	Repeticiones y Promedio	sin aplicación de aire	con aplicación de aire	sin aplicación de aire
<i>Isochrysis galbana</i>				
1	0,00	1,82	0,00	12,14
2	1,09	3,01	5,00	25,11
3	6,57	1,24	46,54	7,73
Promedio	2,55	2,02	17,18	14,99
<i>Nannochloris</i> sp.				
1	7,23	7,42	226,02	132,95
2	3,59	4,27	82,30	80,05
3	5,37	8,21	87,25	147,14
Promedio	5,40	6,63	131,86	120,05

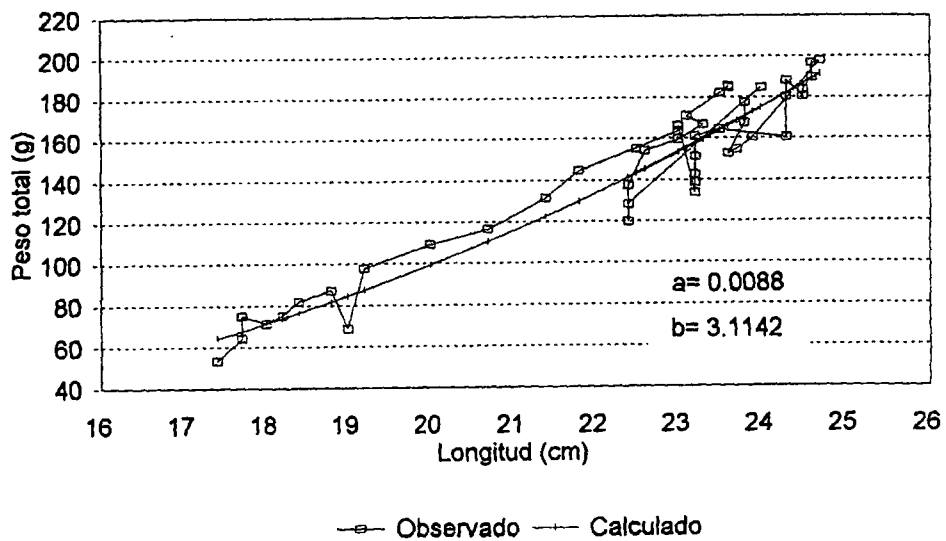


FIGURA 1. Relación longitud-peso del lenguado *Paralichthys adspersus* en ambiente controlado.

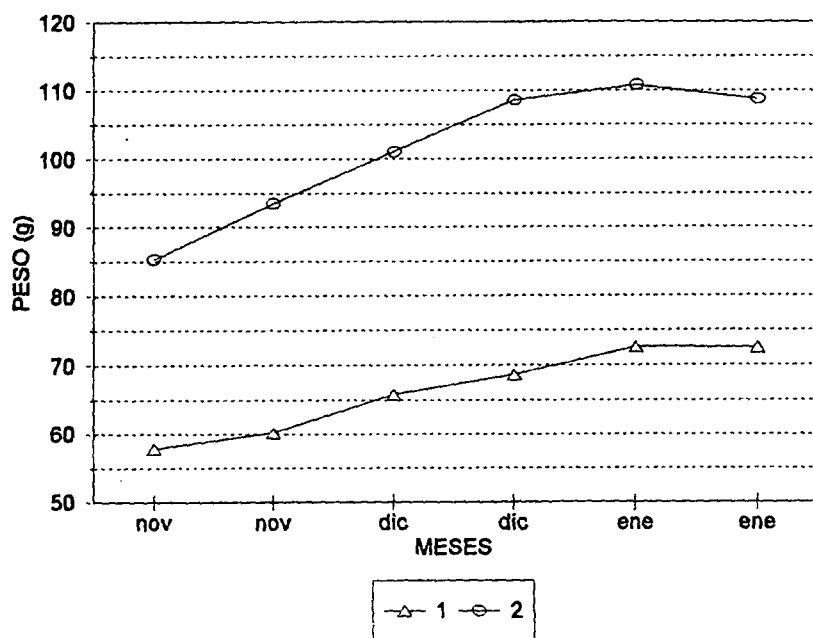


FIGURA 2. Crecimiento en peso (g) de *Etropus ectenes* en ambiente controlado.



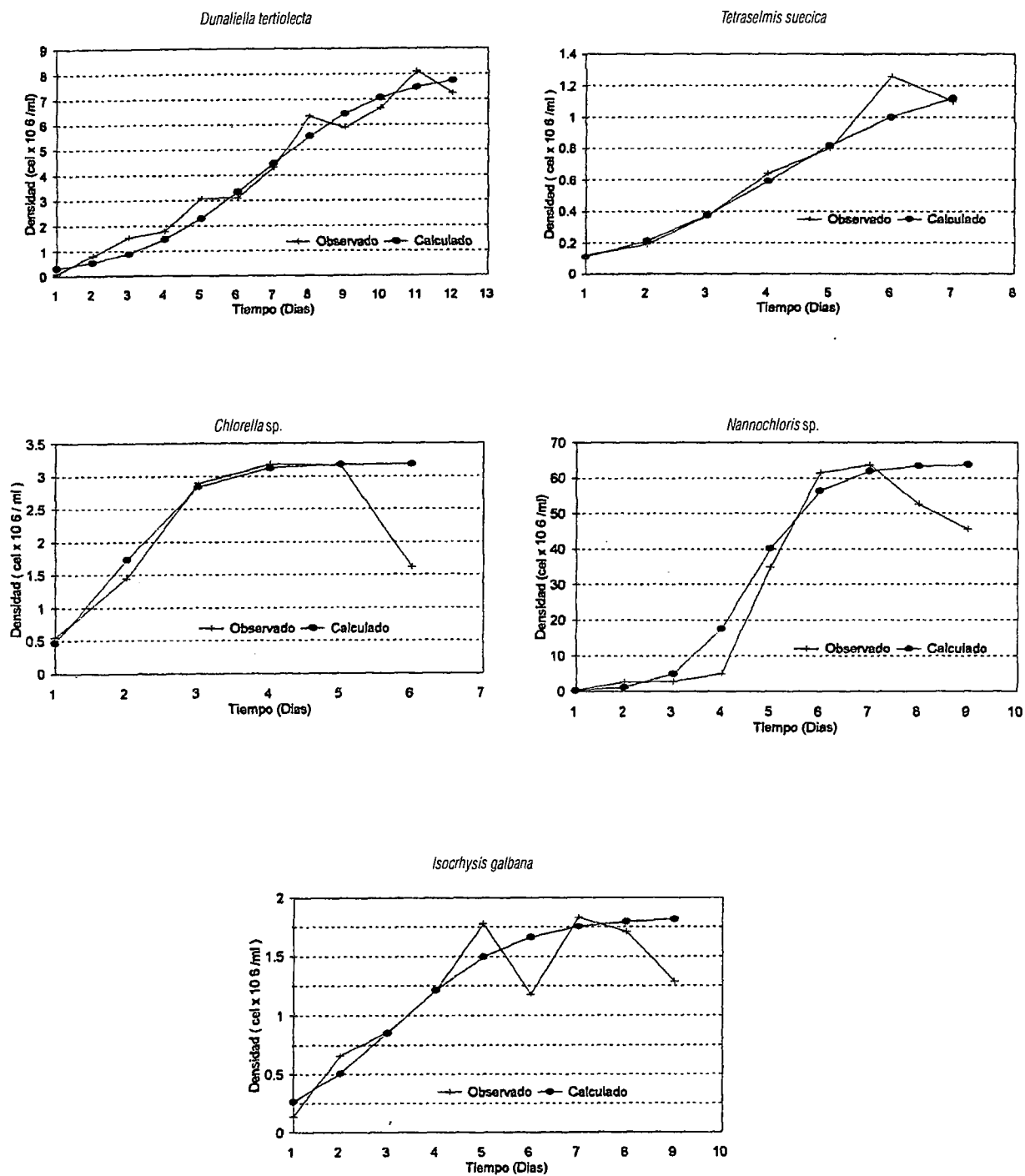


FIGURA 3. Curvas de crecimiento (cel. x 10<sup>6</sup>/ml) observadas y calculadas de microalgas en volumen de 2000 ml.

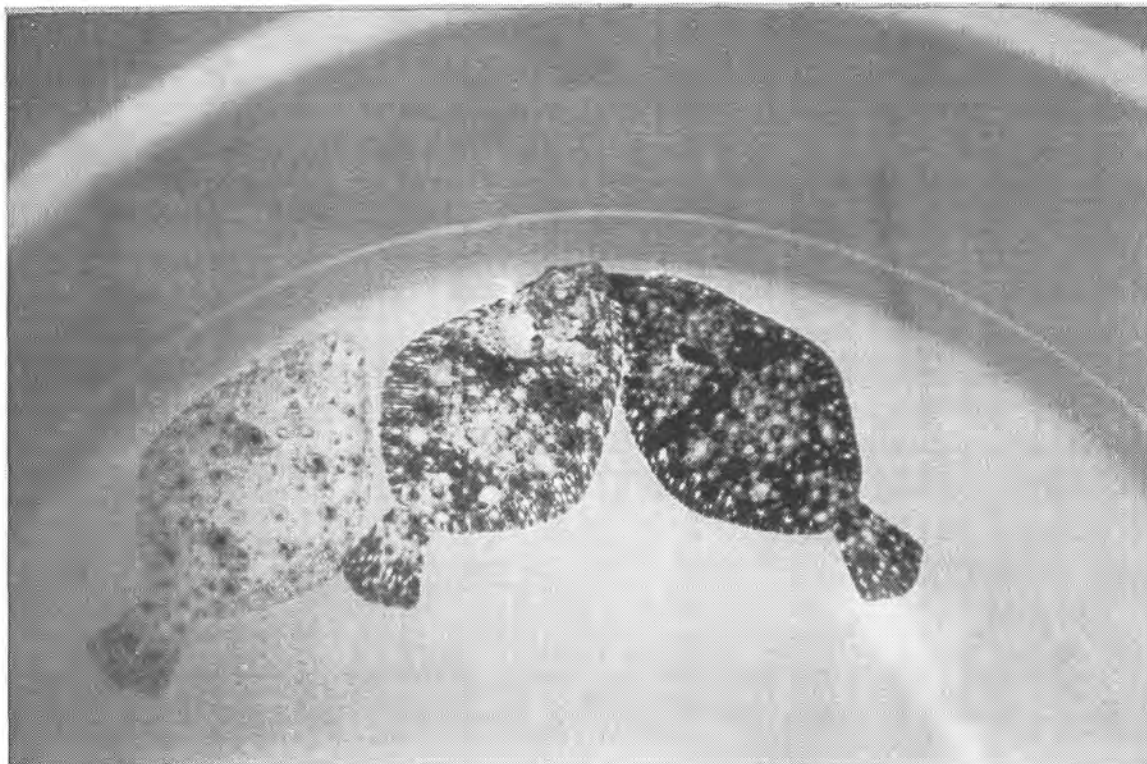


FIGURA 4. Juveniles de *Paralichthys adspersus* en un tanque 300 L. IMARPE 1996.



FIGURA 5. Medición de la longitud del *Paralichthys adspersus* con un malacómetro. IMARPE 1996.



FIGURA 6. Cultivo de las microalgas *Nannochloris* sp. e *Isochrysis galbana*.

FIGURA 7. Evaluación de las tasas de filtración e ingestión del rotífero *Brachionus plicatilis*.

