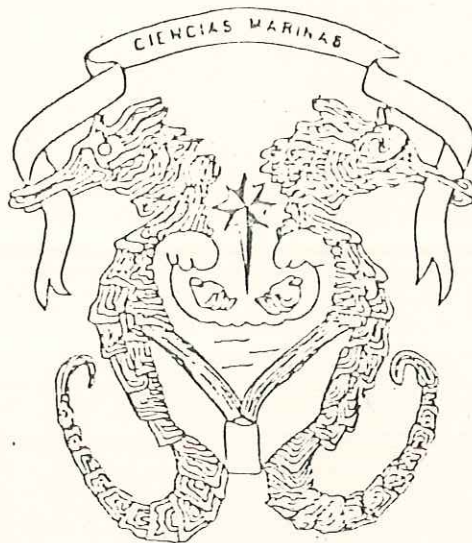


Universidad Autónoma de Baja California

Escuela Superior de Ciencias Marinas



"DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO O PUNTO DE
INANICION IRREVERSIBLE Y LA POSIBLE UTILIZA -
CION DE MICROFLAGELADOS (Tetraselmis sp) COMO
FUENTE DE ALIMENTO PARA Atractoscion nobilis
(CORVINA)".

Reporte experimental complementario de
las memorias del curso que para obtener
el título de ocnólogo presentan:

Daniel Hernández Espinoza

Jesús Rojas Quiroz

Flor Mariela León Villanueva

Consuelo Solorio Barrios

ENSENADA, B. C.

JULIO DE 1983

DETERMINACION DEL PERIODO CRITICO O PUNTO
DE INANICION IRREVERSIBLE PARA LA CORVINA
Atractoscion nobilis

EXPERIMENTO No. 1

I N D I C E

1.- INTRODUCCION.....	1
1.1 "Período crítico".....	
1.2 <u>Brachionus plicatilis</u>	4
2.- OBJETIVO.....	5
3.- MATERIALES Y METODOS.....	
3.1 Obtención de huevos.....	
3.2 Obtención de microflagelados (monocultivo no axénico).....	6
3.3 Obtención de microzooplancton.....	
3.4 Sistema de cultivo de <u>Atractoscion nobilis</u>	7
3.5 Diseño experimental.....	
3.6 Densidad de microflagelados (<u>Tetraselmis sp</u>).....	8
3.7 Densidad de microzooplancton (Rotífero: <u>Brachionus plicatilis</u>)..	10
3.8 Mortalidad.....	
3.9 Crecimiento.....	
3.10 Supervivencia.....	11
3.11 Factores físicos.....	12
- Temperatura	
- Salinidad	
- pH y O ₂	
3.12 Análisis de resultados.....	
4.- RESULTADOS.....	13
4.1 Cultivo de <u>Atractoscion nobilis</u> : generalidades.....	
4.2 Supervivencia.....	
4.3 Crecimiento.....	15
5.- DISCUSION.....	24
6.- CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFIA.....	30

LISTA DE TABLAS

TABLA I. Diseño experimental..... 9

TABLA II. Resumen de datos del diseño experimental No. 1.....14

TABLA III. Mortalidad en la corvina Atractoscion nobilis diaria.....16

TABLA IV. Porcentaje de supervivencia en la corvina
Atractoscion nobilis.....17

TABLA V. Valores de crecimiento de Atractoscion nobilis.....21

TABLA VI. Ecuación de crecimiento (longitud Y estimada después de X días de la eclosión), tasas de crecimiento hasta el fin del experimento y coeficientes de correlación.....22

TABLA VII. Análisis de varianza no paramétrico de dos vías según el enfoque de Wilson.....25

TABLA VIII. Análisis de varianza "PECS" (Estadística Práctica - de Ciencias Sociales) de dos vías.....26

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Porcentaje de supervivencia de estadíos larvales de Atractoscion nobilis.....18

FIGURA 2. Histograma porcentual de supervivencia para la corvina Atractoscion nobilis a los días 7, 9 y al final del experimento para cada tratamiento.....19

FIGURA 3. Gráfica de tasas promedio de crecimiento \pm Sd vs. tratamientos.....23

1.- INTRODUCCION

1.1 "Período crítico"

Este término fué empleado originalmente por los ictiólogos franceses Fabre-Domergue y Biéatrix (1897) en referencia a la alta mortalidad que observaron en el momento de absorción del saco vitelino en las larvas de peces marinos mantenidos bajo condiciones de laboratorio. Hjort (1914, 1926), basado en el planteamiento anterior, introduce la hipótesis de "período crítico" para peces marinos extremadamente fecundos.

Circunscribe este período al tiempo en que la larva absorbe su saco vitelino e inicia la búsqueda activa de alimento exógeno, identificando a este período con una elevada mortalidad por inanición, bajo la cual se fija el éxito o fracaso de una clase anual, derivado del proceso de reclutamiento respectivo.

En una de las últimas revisiones de la hipótesis, Vladimirov (1975), analiza diversas familias de peces y llega a la conclusión de que existe un período crítico en su desarrollo larval, pero determinado por defectos en los órganos o sistemas encargados de buscar, capturar y asimilar el alimento. Considera además que la cantidad de alimento es importante e influye en el período crítico, ya que las larvas con defectos de búsqueda o de captura pueden sobrevivir en concentraciones elevadas de alimento.

Es aparente que la presencia o ausencia de un período de crítico en el desarrollo ontogenético de peces marinos no ha sido resuelta categóricamente (Carrillo Barrios-Gómez, comunicación personal). Sin embargo, la evidencia acumulada sugiere que el período de desarrollo larval representa una etapa crítica caracterizada por baja supervivencia (Arthur, 1956).

Una asunción mayor del concepto de período crítico de Hjort es que las larvas son extremadamente sensitivas a la falta de alimento, cuando se alimentan por primera vez de una manera exógena. Varios autores analizan esta posibilidad desde diferentes puntos de vista.

Blaxter y Hempel (1963) (citados por May, 1974) notaron que las larvas de arenque mantenidas sin alimento en acuarios se vuelven progresivamente débiles y gradualmente alcanzan un punto donde no muestran comportamiento alimenticio aún cuando el alimento está disponible. Puesto que es obviamente improbable que las larvas puedan recuperarse pasando este punto, estos autores se refieren a esto como el punto de no retorno (o de inanición irreversible). Ellos listan valores para el punto de no retorno, en un intervalo de 5 días después de la absorción del saco vitelino, en arenques kiel a 12°C y a 9 días después de la absorción del saco vitelino en arenques noruegos a 8°C. El punto de no retorno fué correlacionado positivamente con el tamaño de huevo y la cantidad de saco vitelino presente en el momento de la eclosión.

Lasker et al. (1970) investigaron los efectos de retraso de alimentación sobre supervivencia de larvas de anchoveta Engraulis mordax. La alimentación puede ser retardada un día y medio después de la absorción del saco vitelino sin incremento en la mortalidad, pero un retardo mayor de un día y medio resulta en una mortalidad catastrófica. Este patrón de mortalidad refleja el concepto de período crítico sugerido por Hjort.

Wyatt (1972) encontró que las larvas de platijas (Pleuronectes platessa) pasaron a un punto de no retorno después de ocho días sin alimento a 10°C, las larvas más viejas fueron más resistentes a la inanición pasando a un punto de no retorno después de veinticinco días sin alimento.

May (1971) investigó los efectos de retraso en la alimentación inicial en larvas de gronios (Lauresthes tenuis). Encontró que al retardar el tiem

po de contacto inicial con alimento a 18°C, algunas larvas permanecieron vivas; el 80% o más de ellas empezaron a alimentarse cuando se les dió alimento y un mínimo de 40% fueron capaces de sobrevivir y crecer hasta el final de los veinte días del experimento. Así las larvas de gronios nunca pasaron a un punto de no retomo; si ellas fueran privadas de alimento en la naturaleza, la mortalidad se extendería sobre un número de días, por consiguiente estas larvas no muestran un período crítico en el sentido que Hjort lo menciona. Ya sea que las larvas sean sensitivas o no en este aspecto, dependerá de su fortaleza para resistir a la falta de alimento y a su habilidad para capturar cantidades adecuadas, en las densidades de alimento prevalcientes en el océano.

La carencia de alimento en el período postlarval afecta principalmente al sistema digestivo, al páncreas y al hígado (O'Connell, 1976; Theilacker, 1978; citados por Carrillo Barrios-Gómez, comunicación personal).

Ehrlich et al. (1976) (Carrillo Barrios-Gómez, comunicación personal) utilizó el factor de condición W/L, donde W=peso y L=longitud, como índice de daño por inanición en Clupea harengus y encontró que la larva empieza a perder grasa y flotabilidad conjuntamente con la deformación del cuerpo.

Laurence (1977) (Carrillo Barrios-Gómez, comunicación personal) observó en las larvas de Micropteros salmoides una disminución sostenida de la velocidad de nado en las larvas en estado de inanición comparadas con las larvas alimentadas. Sin embargo, existe un efecto diferencial en el período larval debido a la carencia de alimento. Por ejemplo Riley (1966), Rosenthal y Hempel (1970) y Hunter (1972), demostraron que la falta de alimento afecta mucho más a las larvas que van a iniciar su alimentación comparadas a las de edad avanzada. Es evidente que la disponibilidad de alimento en el rango de tamaño y densidad adecuados es crítico para evitar la muerte por inanición en larvas jóvenes.

1.2 Brachionus plicatilis

El rotífero Brachionus plicatilis es un organismo que se ha utilizado con éxito en los últimos años como fuente de alimento para varias especies de larvas de peces marinos (Theilacker y McMaster, 1971; Howell, 1973). Pero los primeros trabajos que se reportaron fueron de autores japoneses, en los cuales utilizan B. plicatilis para el cultivo de larvas de peces como primer alimento (Hirano, 1969; Mito et al., 1969; Okamoto, 1969; citados por May, 1970).

Theilacker y McMaster (1971) hablan de tasas de crecimiento en larvas de E. mordax (cultivadas por diecinueve días bajo condiciones ambientales constantes y con una dieta de organismos cultivados en el laboratorio), que exceden a tasas de crecimiento de larvas de anchoveta alimentadas con plancton natural. Se encontró que el rotífero B. plicatilis es una fuente nutritiva de alimento, cuando se les da a las larvas en concentraciones de 10-20 por mililitro y en combinación con el dinoflagelado Gimnodinium splendens (100/ml). Las longitudes medias de las larvas de anchoveta, después de diecinueve días con dieta de rotíferos (de 6-8/ml) y comparadas con los obtenidos en los experimentos en que se alimentaron con larvas veliger de gasterópodos o con plancton natural, aún en densidades muy bajas de 3-4/ml indican que los rotíferos son una fuente alimenticia más valiosa que las larvas de veliger en concentraciones de 6-8/ml .

Howell (1973) realiza una comparación entre el rotífero B. plicatilis, la larva trocófora del mejillón Mytilus edulis y nauplios de Artemia salina para ser utilizados como alimento para larvas de platija (Pleuronectes platessa) y lenguado (Solea solea). Aunque las larvas trocóforas fueron de poco valor alimenticio, B. plicatilis soportó el desarrollo de las larvas de platija y lenguado hasta la metamorfosis.

La tasa de crecimiento utilizando una dieta de rotíferos fué menor que al emplear una dieta de nauplios de Artemia, pero la supervivencia de las larvas de platija y lenguado fué igualmente buena en ambos tipos de dieta. La demanda diaria de alimento de las larvas de peces con respecto a los rotíferos, se incrementó de ochenta y cinco para el segundo estadio de la larva de platija, hasta un número de mil cuatrocientos rotíferos cerca de la metamorfosis.

2.- OBJETIVO

Se plantea llegar a deteminar el período crítico o punto de inanición irreversible para la especie Atractoscion nobilis (corvina), para lo cual se efectuaron mediciones de:

- a).- Supervivencia
- b).- Crecimiento

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1 Obtención de huevos

Los huevos de A. nobilis (corvina) utilizados en este trabajo fueron proporcionadas por la Institution National Marine Fishieries Service de La Jolla, Calif., Estados Unidos. Los huevos se obtuvieron de desove natural de ejemplares de aproximadamente 3-4 años de edad y 10-12 Kg. de peso, el día Miércoles 23 de Febrero de 1983 a las 16 hrs.

Los huevos fertilizados fueron transportados el mismo día del desove al laboratorio de Acuicultura de la Escuela Superior de Ciencias Marinas (U.A.B.C.) en recipientes "themos". A su llegada al laboratorio, los huevos aparentemente viables fueron separados poniendo 200 huevos por trata -

miento, y 10 huevos en una caja de petri para determinar % de eclosión; para la separación y conteo se utilizaron goteros de boca ancha, aguja de di sección y microscopio estereoscópico (American Optical AO 570).

La selección de huevos viables se hizo con el objeto de obtener el ma yor número posible de larvas para únicamente tomar en cuenta la superviven cia a partir de larvas eclosionadas. El criterio para la separación de hue vos viables, se hizo seleccionando los huevos transparentes y que se encon traban en la superficie del agua.

3.2 Obtención de microflagelados (monocultivo no axénico)

El microflagelado Tetraselmis sp se obtuvo del cultivo mantenido en el laboratorio del C.I.C.E.S.E. utilizando el medio de cultivo F/2 descrito -- por Guillard (1972) (Solís Guevara, comunicación personal).

Un stock de este cultivo fué llevado al laboratorio de Acuicultura de la Escuela Superior de Ciencias Marinas utilizando un galón de plástico, -- manteniéndose en un cuarto con aire acondicionado e iluminado con luz blanca. Este stock fué utilizado para hacer las compensaciones requeridas, cu an do había faltante en los recipientes de cultivo.

3.3 Obtención de microzooplancton

El microzooplancton (rotífero: Brachionus plicatilis) se obtuvo de los cultivos del laboratorio de Ecología del Zooplancton del C.I.C.E.S.E., ya que debido al mal tiempo no fué posible realizar un arrastre de colecta de microzooplancton natural en la Bahía de Todos los Santos.

3.4 Sistema de cultivo de Atractoscion nobilis (corvina)

Todos los experimentos fueron llevados a cabo en recipientes cilíndricos de plástico color azul, de 34 cm de diámetro y 14 cm de altura, tratando de seguir las especificaciones de Lasker et al. (1970), e iluminados con lámpara de luz blanca fría de 40 watts para mantener condiciones de fotoperíodo normal. Estos se llenan con 10 l de agua de mar colectada en la Bahía de Todos los Santos, filtrada a través de un filtro tipo cuno y esterilizada mediante un sistema de luz ultravioleta modelo H-50 (U V Technology Inc.).

Se introdujeron 200 huevecillos en cada recipiente, densidad encontrada dentro del rango de inoculaciones iniciales reportadas en la literatura, según Lasker et al. (1970) y Houde (1975).

En general se mantuvieron condiciones estáticas y sin aereación a lo largo del experimento (Lasker et al., 1970), excepto para aquellos recipientes en donde era necesario agregar o sifonear microflagelados y microzooplancton, para así mantener las concentraciones de alimento deseadas. Para evitar daños o pérdidas de larvas se utilizó un sifón consistente en un tubo perforado y forrado con una malla de 75 micras, con una manguera añadida en uno de los extremos del sifón (Solís Guevara, comunicación personal y según Azcárate, 1981).

3.5 Diseño experimental

Cada recipiente y correspondiendo a un tratamiento, siendo en total nueve, se inocularon con un rango de concentración de base de 4000-6000 cel/ml de Tetraselmis sp.

La concentración de microzooplancton (B. plicatilis) fué de 1000-4000 org/l suministrados en diferentes tiempos después de la absorción del saco vitelino (A.S.V.).

El diseño experimental se muestra en la tabla I.

3.6 Densidad de microflagelados (Tetraselmis sp)

La densidad de Tetraselmis sp se determinó dos veces al día en cada recipiente, siendo necesario para ello una solución homogenizada obtenida del muestreo de 15 alicuotas de 1 ml cada una, extraída con una pipeta a tres niveles: 1) superficial, 2) medio y 3) profundo y en cinco puntos diferentes (+ en cruz). De esta solución homogenizada se tomó 1 ml, se fijó con una gota de formol y se procedió a hacer el conteo utilizando un hematocitómetro FUCHS ROSENTHAL (1/16 mm² y 2/10 mm de profundidad) y un microscopio compuesto (American Optical objetivo 10X), de igual forma se procedió a la lectura del stock de Tetraselmis sp (No. células observadas X 10³ = No. células/ml).

En base a las mediciones para cada recipiente, se hicieron los ajustes necesarios para tener las concentraciones deseadas mediante el uso de las siguientes ecuaciones:

Condiciones:

$$\begin{array}{l} \text{Faltante} \\ (C_A < C_D) \end{array} \quad \frac{C_D - C_A}{C_F} \times 10^4 = X \text{ ml}$$

$$\begin{array}{l} \text{Sobrante} \\ (C_A > C_D) \end{array} \quad \frac{C_A - C_D}{C_A} \times 10^4 = Y \text{ ml}$$

Donde:

C_A = Concentración de Tetraselmis sp del recipiente

C_D = Concentración deseada

C_F = Concentración del stock o fuente

TAJIA I. DISEÑO EXPERIMENTAL

Experimento	Densidad de larva/Recipiente	Concentración designada de Tetraselmis - SP. cel/ml	Densidad designada de microzooplancton después de la A.S.V. org/lt.
1 A	200	4000-6000	diario a partir de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
1 B	200	4000-6000	Diario a partir de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
2 A	200	4000-6000	2 días después de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
2 B	200	4000-6000	2 días después de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
3 A	200	4000-6000	3 días después de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
3 B	200	4000-6000	3 días después de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
4 A	200	4000-6000	4 días después de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
4 B	200	4000-6000	4 días después de la -- A.S.V. 1000-4000 org/lt
5 A (control)	200	4000-6000	Inanición org/lt.

** El experimento se planeo para una duración de 12 días después de la eclosión.

A.S.V. (Absorción del saco vitelino)

3.7 Densidad de microzooplancton (Rotífero: Brachionus plicatilis)

Las densidades de microzooplancton (B. plicatilis) fueron determinadas dos veces al día; mañana y tarde. Para esto se obtuvieron 3 alicuotas de 25 ml cada una, extraídas de los mismos niveles y posiciones muestreados para los microflagelados, procediendo a hacer los conteos. Se utilizó una placa de vidrio con 9 cámaras de 1 ml , el conteo se hizo cinco veces para obtener un promedio. De acuerdo a los resultados obtenidos diariamente durante los conteos se hicieron los ajustes necesarios para mantener las concentraciones entre 1000-4000 org/l .

3.8 Mortalidad

Diariamente, antes de determinar la densidad de microflagelados y microzooplancton, se extrajeron y contaron de cada uno de los recipientes las larvas muertas mediante la utilización de un tubo de vidrio y una bombilla de plástico, para que de esta manera obtener la mortalidad diaria.

3.9 Crecimiento

El día de la eclosión se extrajeron cinco larvas vivas de la caja de petri, las cuales fueron preservadas en fomol para determinar el crecimiento de las larvas en el día 0. De igual manera a los 7, 9, 10, 11 y 12 días después de la eclosión, se extrajeron cinco larvas, pero en este caso de los recipientes de cultivo y se preservaron en fomol, procediendo a su medición utilizando un microscopio estereoscópico Wild V (Wild-Heerbrugg) equipado con rejilla ocular y un micrómetro de platina. La medida de longitud fué tomada en base a la longitud estándar de las larvas.

Las tasas de crecimiento obtenidas por regresión lineal de la longitud de las larvas, ... permite proporcionar un índice apropiado de crecimiento. La regresión lineal se efectuó con los valores promedio para cada día y tratamiento.

3.10 Supervivencia

La supervivencia se determinó siguiendo el planteamiento de O'Connell y Raymond (1970), resumido en la siguiente expresión matemática:

$$S_n = \left(\left(P - \sum_{i=1}^n M_i \right) / P \right) \times 100$$

Donde:

S_n = Por ciento de población que sobrevive hasta el día n .

P = Población inicial de las larvas

M = Mortalidad en el día i , $i = 1, \dots, n$

Sin embargo, en donde el número de larvas recuperadas es menor que la población inicial, el término mortalidad debe de ser ajustado para preservar la integridad de la curva de supervivencia sin distorsionar el valor final de la supervivencia.

El ajuste se realiza mediante la siguiente expresión derivada también de O'Connell y Raymond (op. cit.):

$$M_n = d_n + (P - S - D) \cdot d_n / D$$

Donde:

M_n = Mortalidad total en el día n

d_n = Mortalidad observada en el día n

D = Mortalidad observada en el total de días

S = Número final de supervivientes

P = Población inicial

Para este trabajo la corrección sugerida por O'Connell y Raymond no se efectúa porque no toma en cuenta la mortalidad por pesca, por tanto la población inicial fué determinada como la suma del número total de supervivientes más el número total de muertas, incluyendo aquéllas causadas por la extracción diaria de larvas utilizadas en la determinación de crecimiento en longitud y que definimos como mortalidad por pesca.

3.11 Factores físicos

Las determinaciones se realizaron dos veces al día durante el transcurso del experimento.

- Temperatura ; Fué medida con termómetro convencional de mercurio.
- Salinidad : Fué medida por medio de un refractómetro manual (American Optical).
- pH y O_2 : No fueron medidos por carecer del equipo necesario para ello.

3.12 Análisis de resultados

Los análisis se efectuaron mediante el uso de la computadora sistema PRIME 750 del centro de cálculo del C.I.S.E.C.E.

- Los programas utilizados para el análisis de los datos obtenidos son los siguientes: a).- Prueba Ji^2 y de Kolmogorov-Smimov para bondad de ajuste a la distribución normal.
- b).- Análisis de varianza paramétrico "PECS" (Estadística Práctica de Ciencias Sociales) de dos vías.
- c).- Análisis de varianza no paramétrica de dos vías según el enfoque de Wilson.

4.- RESULTADOS

4.1 Cultivo de Atractoscion nobilis: Generalidades

El resumen de las condiciones prevalecientes en los diferentes tratamientos del cultivo de estadios larvales de A. nobilis se encuentra en la tabla II.

La temperatura y la salinidad no variaron de una manera amplia a lo largo del experimento para ninguno de los tratamientos, observándose un promedio general de 18.25°C de temperatura y 32.91 ‰ de salinidad. El % de eclosión se obtuvo al colocar cada equipo 10 huevos en una caja de petri y calculado en base al número de larvas que eclosionaron después de dos días.

La concentración designada de Tetraselmis sp fué de 5000 cel/ml con rango de $4-6 \times 10^3$ cel/ml , pero esta concentración fluctuó con un rango más o menos amplio, llegando a medirse una concentración de 23 500 cel/ml en el tratamiento (1A), mientras que la densidad mínima llegó a tener valores de 1 000 cel/ml, pero los valores promedio para todos los tratamientos fué de 5.40×10^3 cel/ml . La concentración para B. plicatilis se mantuvo más estable y más o menos en el rango designado de 1-4 org/ml, obteniéndose una media de 3.52 org/ml para todos los experimentos.

4.2 Supervivencia

La duración del experimento varió de acuerdo a las condiciones establecidas llegando a 12 días con buen % de supervivencia para los tratamientos en los que el alimento (B. plicatilis) se le agregó al día de la absorción del saco vitelino (1A-1B), dos días después de la absorción del saco vitelino (2A-2B) y de tres días después de la absorción del saco vitelino (3A-3B); mien-

TABLA II . Resumen de datos del diseño experimental No.1 para los estadios larvales de la corvina Atractosteomys nobilis mantenidas bajo condiciones de laboratorio.

E X P.	T (1) °C		S (1) ‰		Densidad de nuevas larvas (No./l) (2)	Escala - sión. (%) (3)	No. inicial de larvas	Densidad de brachionus Sp. rango 1-4 OP ₂ /ml. Promedio en que se adiciona.	Concentración de Tetra- helmis Sp. rango $4-6 \times 10^3$ (cel/ml) (4)	Duración del exp (días) (5)	
	max	min	max	min							
1A	18.0	16.5	33.2	34.5 32.0	20	40	165	4.76 max 5.0 min 4.5	a partir de la a.s.v.	promedio max. 23.5 min. 1.0	12
1B	18.5	16.5	33.2	35.0 32.0	20	50	173	4.0 max 4.5 min 3.3	a partir de la a.s.v.	max. 18.5 min. 1.5	12
2A	18.0	16.0	33.3	35 34.5	20	100	183	3.4 max 5.3 min 2.3	2 días después de la a.s.v.	max. 17.0 min. 2.0	12
2B	9.2	21.0 16.5	33.0	35.0 31.0	20	100	177	3.0 max 6.0 min 0.8	2 días después de la a.s.v.	max. 10.5 min. 2.25	12
3A	8.0	20.0 16.5	33.0	36.0 30.0	20	90	184	2.9 max 4.8 min 2.5	3 días después de la a.s.v.	max. 6.0 min. 3.75	12
3B	8.0	20.5 16.5	32.7	34.0 31.5	20	100	170	2.5 max 4.4 min 1.7	3 días después de la a.s.v.	max. 10.5 min. 2.0	12
4A	8.2	19.5 16.5	32.6	34.0 32.5	20	80	176	4.0 max 4.0 min 4.0	4 días después de la a.s.v.	max. 17.0 min. 1.5	9
4B	16.1	21.0 16.4	32.7	34.0 31.0	20	80	175	3.6 max 4.0 min 2.2	4 días después de la a.s.v.	max. 11.5 min. 1.5	9
Control	B.3	20.0 16.5	32.5	34.0 32.0	20	100	191	*	*	6.37 max. 16.5 min. 2.0	9

- (1) Valores promedio redondeados a una cifra decimal.
 - (2) Se utilizaron recipientes de 10 litros de capacidad en todos los tratamientos.
 - (3) Determinado inicialmente con un total de 10 nuevos para cada serie.
 - (4) Rango determinado en base a mediciones sostenidas dos veces al día.
 - (5) Anotado como: días después de la eclosión = D.D.E.
- * Control de inanición.
a.s.v. = absorción del saco vitelino.

tas que para los tratamientos restantes se reportó mortalidad total para el día 9, es decir para el tratamiento en el que se agregó el alimento al 4to. día después de la absorción del saco vitelino. Para el control de inanición la absorción del saco vitelino se efectuó al 3er. día de la eclosión.

La sumatoria de las larvas de mortalidad por pesca y las larvas de mortalidad natural más los supervivientes finales, nos da el dato del número inicial de larvas (tabla III).

En la tabla III también se encuentran los datos de mortalidad natural por día y por tratamiento.

En la tabla IV también se encuentran los valores del porcentaje de supervivencia por día y por tratamiento, estos resultaron como aplicación de la ecuación deducida por los autores O'Connell y Raymond (1970). Estos valores de supervivencia están calculados en base al número inicial y de la sumatoria de las larvas muertas a partir del día 0, esta es la razón por lo que las curvas de supervivencia siempre declinan a partir del día 0.

La figura 1 presenta las diferentes curvas de supervivencia para los diferentes tratamientos y sus réplicas a lo largo del experimento. En estas curvas se muestran de una manera gráfica los valores del porcentaje de supervivencia que se encuentran en la tabla IV.

La figura 2 muestra el % de supervivencia en los días 7, 9 y 12 a manera de histograma, para que así se facilite visualizar el efecto de los tratamientos sobre la supervivencia durante tales días.

4.3 Crecimiento

El objeto de medir el crecimiento en las larvas, a lo largo del experimento es el de comparar el efecto de los tratamientos en el crecimiento y de observar si éste nos puede indicar la existencia o no de tal efecto.

TABLA III. Mortalidad en la corvina Atractoscion nobilis diaria bajo condiciones diferentes de alimentación en el laboratorio.

MORTALIDAD NATURAL POR DIA																	
EXP.	No. INICIAL LARVAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MORT. Pesca	MORT. TOTAL	SUP. FINAL
1A	165	0	8	10	2	0	0	0	2	9	21	0	3	5	25	60	80
1B	173	10	7	5	4	1	1	0	5	2	2	1	11	12	25	61	87
2A	183	23	5	1	1	5	0	0	6	26	15	7	5	6	25	100	58
2B	177	2	2	3	10	2	3	5	13	7	16	37	11	7	25	118	34
3A	184	0	7	61	8	4	5	0	5	43	13	2	2	4	25	154	5
3B	170	0	0	7	2	16	1	1	16	65	12	2	0	2	25	124	21
4A	170	0	5	1	1	0	5	5	14	110	24	*	*	*	5	165	0
4B	176	0	4	3	2	3	0	1	25	117	15	*	*	*	6	170	0
5A	191	0	20	2	2	6	4	9	46	91	5	*	*	*	6	185	0

* mortalidad total

TABLA IV. Porcentaje de supervivencia en la corvina Atractoscion nobilis bajo condiciones diferentes de alimentación en el laboratorio.

DIA EXP.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CONTROL 1A	100	95.1	89.0	87.8	87.8	87.8	87.8	86.6	81.2	68.4	68.4	66.6	63.6
CONTROL 1B	94.2	90.1	87.2	84.9	84.3	83.8	83.8	80.9	79.7	78.6	78.0	71.6	64.7
2A	87.4	84.7	84.1	83.6	80.8	80.8	80.8	77.6	63.3	55.1	51.3	48.6	45.3
2B	98.8	97.7	96.0	90.4	89.2	87.5	84.7	77.4	73.4	64.4	43.5	37.2	33.3
3A	100	96.2	63.0	58.7	56.5	53.8	53.8	51.0	27.7	20.6	19.5	18.4	16.3
3B	100	100	95.8	94.7	85.2	84.7	84.1	74.7	36.4	29.4	28.2	28.2	27.0
4 A	100	97.0	96.4	95.8	95.8	92.9	90.0	81.7	17.0	2.9	*	*	*
4B	100	97.7	96.0	94.8	93.1	93.1	92.6	78.4	11.9	3.4	*	*	*
5A	100	89.5	88.4	87.4	84.2	82.2	77.4	53.4	5.7	3.1	*	*	*

* mortalidad total

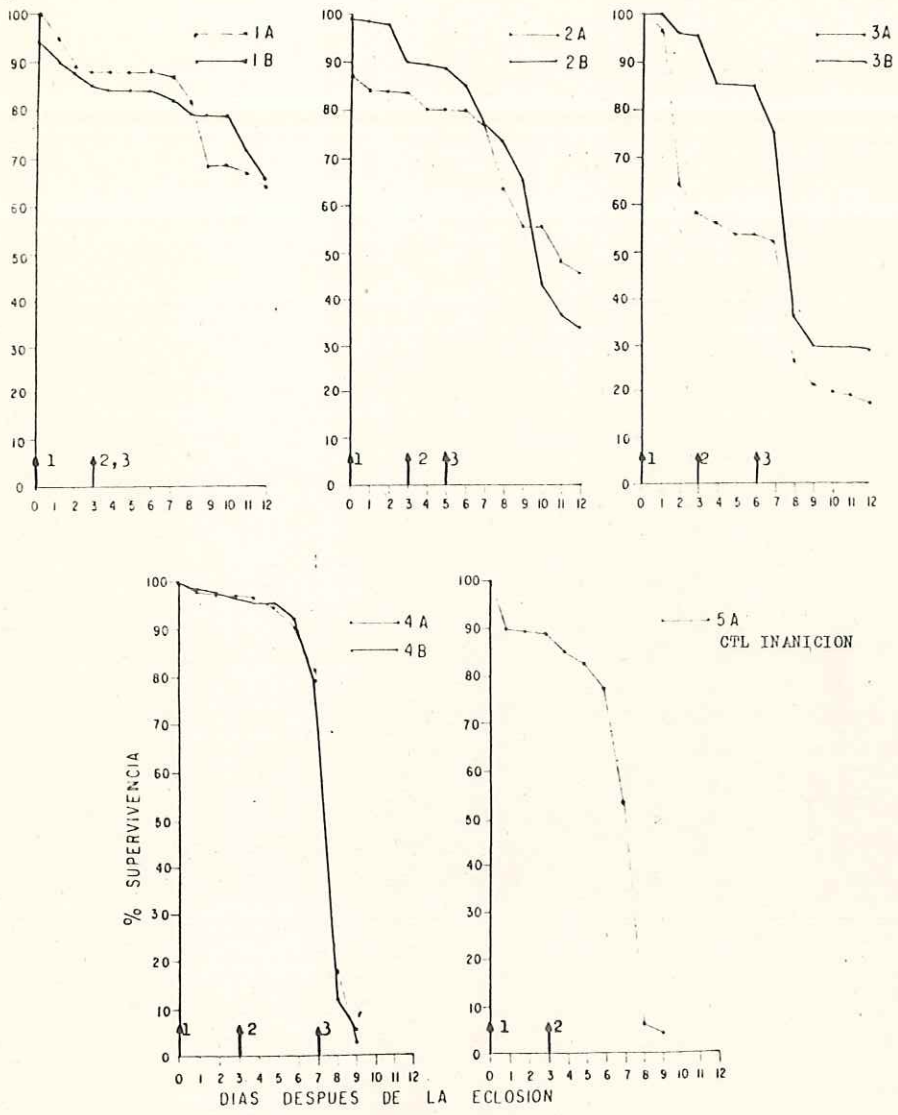


Figura 1. Porcentaje de supervivencia de estadios larvales de *Atractoscion nobilis* mantenido bajo condiciones de inanición y rangos similares de densidad de microzooplankton (*Brechionus plicatilis*) en los 4 tratamientos pero adicionado a diferentes días después de la eclosión. Las flechas verticales indican: 1) Día de la eclosión, 2) Absorción del saco vitelino (A.S.V.) y 3) Día en que se adiciona el alimento. Todos los tratamientos fueron mantenidos con una concentración aproximada de 4000-6000 cel/ml de *Tetraselmis sp* añadida el día de la eclosión.

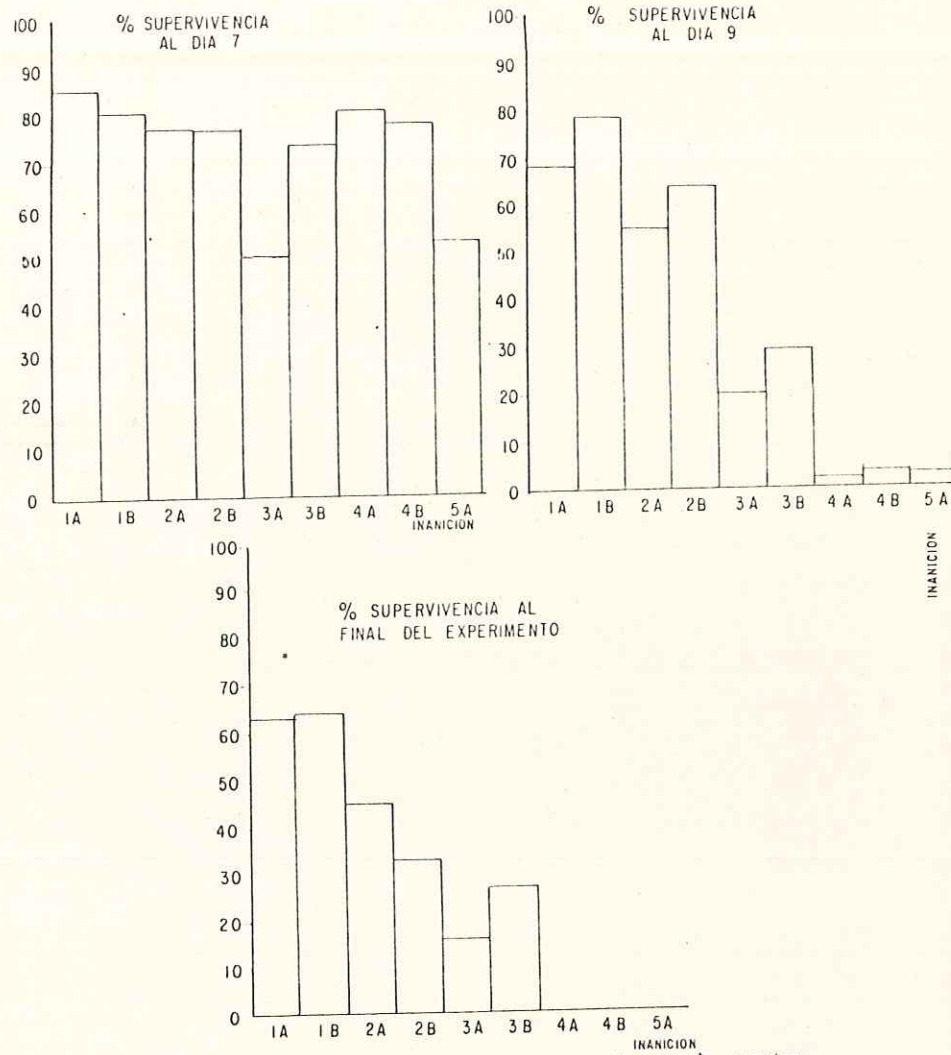


Figura 2. Histogramas porcentual de supervivencia para la corvina *Atractosteon nobilia* a los días 7, 9 y al final del experimento para cada tratamiento.

En la tabla V se encuentran los datos de longitud estándar de las larvas muestreadas en los diferentes días de acuerdo al diseño experimental.

La tabla VI nos muestra un resumen de la estadística para los datos de crecimiento, tales como: la ecuación de regresión, tasa de crecimiento, coeficientes de correlación de la regresión, longitud estándar promedio \pm Sd (desviación estándar) de los días 0, 7 y al final del experimento para cada uno de los tratamientos; y la tasa promedio de crecimiento \pm Sd para cada tratamiento.

La figura 3 nos muestra de una manera gráfica que existe una relación directa entre la tasa de crecimiento diario con respecto a los cinco diferentes tratamientos. El tratamiento 5A no tiene réplica y por lo tanto no es valor promedio ni tiene desviación estándar.

Para realizar un ANOVA "PECS" paramétrico de dos vías se probó la normalidad de los datos de crecimiento desde el tratamiento uno al tratamiento tres y de el día 0 al día 12; excluyendo los datos de crecimiento para el tratamiento cuatro y cinco por carecer de datos para los días 10, 11 y 12 y porque además es obvio que los tratamientos están afectando a las larvas de una manera negativa, al reportarse mortalidad total para esos días, por lo tanto no se considera necesario probar si el crecimiento es afectado por tales tratamientos.

La prueba J_i^2 y de Kolmogorov-Smimov para la bondad de ajuste a la distribución normal, a un nivel de confianza del 95%, rechaza la hipótesis nula para J_i^2 y la acepta para Kolmogorov-Smimov.

Se decidió por lo tanto hacer una prueba paramétrica y una no paramétrica para el análisis de varianza, resultando en ambos métodos muy significativo el nivel tiempo (Factor 1), es decir el crecimiento está afectado por el tiempo. Y resultando para los dos tipos de análisis significativo el nivel tratamiento (Factor 2), pero a este nivel es menos significativa la di--

Tabla 7. Valores de crecimiento (1) de *Yersinia mobilis* en cinco diferentes tratamientos, una duración de 12 días.

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	Inanición
0	2.14 2.00 2.55 ²²³ 2.18 -	2.24 2.00 2.38 ²⁰⁵ 2.00 2.12	2.73 2.70 2.55 ²⁶⁹ 2.55 2.73	2.06 1.98 1.98 2.00 1.97	2.61 2.45 2.37 ²⁵³ 2.61 2.61	2.48 2.48 2.48 ²⁴⁴ 2.48 2.55	2.55 2.66 ²⁵⁷ 2.48 ²⁵⁷ 2.70 2.47	2.57 2.62 2.50 ²⁵⁷ 2.64 2.53	260 2.62 2.64 2.70 2.60
7	3.11 2.94 3.53 ³²⁸ 3.39 3.45	2.80 3.28 2.40 ²⁷³ 2.60 2.56	2.77 3.30 3.30 ³¹⁷ 3.22 3.17	2.77 3.08 2.99 ²²² 3.13 3.13	2.92 2.80 2.84 ²⁹⁰ 2.92 3.00	3.29 3.27 2.28 ³¹³ 3.24 2.56	3.30 3.00 3.22 ²⁹⁰ 2.40 2.90	3.23 3.08 2.85 ³¹² 3.15 3.30	3.15 3.09 3.15 ³¹² 3.11 3.11
9	3.60 3.45 3.26 ³⁴⁸ 3.21 3.86	3.12 3.44 3.32 ³³⁴ 3.44 3.40	3.22 2.00 3.37 ³²⁶ - 3.33	2.33 3.10 2.70 ²⁷⁷ - -	2.79 2.64 ³⁰¹ 3.10 ³⁰¹ 3.10 3.41	3.38 3.30 3.32 ³³⁵ 3.40 3.36	2.75 2.75	2.80 2.80	
10	3.60 3.74 3.53 ³⁵⁷ 3.59 3.38	3.32 3.68 3.40 ³⁵⁰ 3.52 3.56	2.96 3.18 3.07 ³²¹ 3.36 3.48	3.43 3.39 3.35 ³³⁷ 3.24 3.46	3.41 3.57 3.41 ³⁵¹ 3.57 3.57	3.40 3.54 3.31 ³³⁸ 3.28 3.37			
11	3.86 4.05 3.68 ³⁸² 3.84 3.68	3.60 3.60 3.44 ³⁶⁴ 3.64 3.76	3.36 3.42 3.48 ³³¹ 3.35 3.37	3.28 3.50 3.17 ³²³ 3.17 3.18	3.57 3.72 3.27 ³⁵⁷ 3.41 3.57	3.16 3.24 3.50 ³²⁰ 2.80 3.28			
12	3.08 3.30 3.60 ³³² 3.49 3.15	3.80 3.68 3.44 ³⁷⁰ 3.68 3.88	3.37 3.60 3.52 ³⁵⁷ 3.54 3.60	3.35 3.28 3.61 ³⁴⁰ 3.46 3.28	3.14 3.15 3.08 ³¹² 3.07 3.16	3.26 3.25 3.12 ³²⁸ 3.26 3.40			
DIA									

(1) Longitud estándar en mm.

Con *Yersinia* sp. de fondo en un rango de concentración de 4000-6000 cel/ml en todos los tratamientos.
* mortalidad total.

TABLA VI . Ecuación de crecimiento (Longitud Y estimada después de X días de la eclosión), tasas de crecimiento hasta el fin del experimento y coeficientes de correlación para estas larvas de corvina Atractoscion nobilis bajo diferentes condiciones de alimentación en laboratorio.

Exp.	Ecuación	Tasa de creci. diario	Tasa promedio de crecimiento de réplicas $\bar{X} \pm Sd$	Long. est. día eclo. $\bar{X} \pm Sd$ (5)	Long. est. día 7 $\bar{X} \pm Sd$	Long. est. al final del exp. $\bar{X} \pm Sd$	Coef. de correla.	Duración del exp. (días)
1A	$Y: 234 + 0.115X$	0.115	0.13 \pm 0.030	225 \pm 0.225	328 \pm 0.247	332 \pm 0.220	0.91	12
1B	$Y: 197 + 0.14X$	0.145		20 \pm 0.052	273 \pm 0.339	370 \pm 0.166	0.97	12
2A	$Y: 253 + 0.067X$	0.067	0.09 \pm 0.048	255 \pm 0.093	315 \pm 0.220	353 \pm 0.094	0.97	12
2B	$Y: 2024 + 0.115X$	0.115		20 \pm 0.036	302 \pm 0.150	340 \pm 0.140	0.92	12
3A	$Y: 2506 + 0.073X$	0.073	0.0715 \pm 0.003	253 \pm 0.113	290 \pm 0.077	312 \pm 0.041	0.82	12
3B	$Y: 2566 + 0.07X$	0.07		249 \pm 0.031	313 \pm 0.319	328 \pm 0.106	0.92	12
4A	$Y: 257 + 0.047X$	0.047 ⁽⁴⁾	0.039 \pm 0.016	257 \pm 0.104	290 \pm 0.305	=	1.0	9
4B	$Y: 265 + 0.037X$	0.031		260 \pm 0.058	312 \pm 0.173	275 ⁽²⁾	0.56	9
5A	$Y: 268 + 0.037X$	0.032	(1) 0.032	263 \pm 0.041	312 \pm 0.026	280 ⁽³⁾	0.61	9

(1) Experimento 5A (control de inanición) sin réplicas.

(2) y (3) Existe solo un dato debido a mortalidad total, por lo tanto no es promedio.

(4) Tasa de crecimiento y coeficiente de correlación se basa en dos puntos (día 0 al día 7) debido a mortalidad total.

(5) Determinada por un valor promedio de una muestra de 5 larvas de un total de 100 huevos utilizados para cada serie de tratamientos.

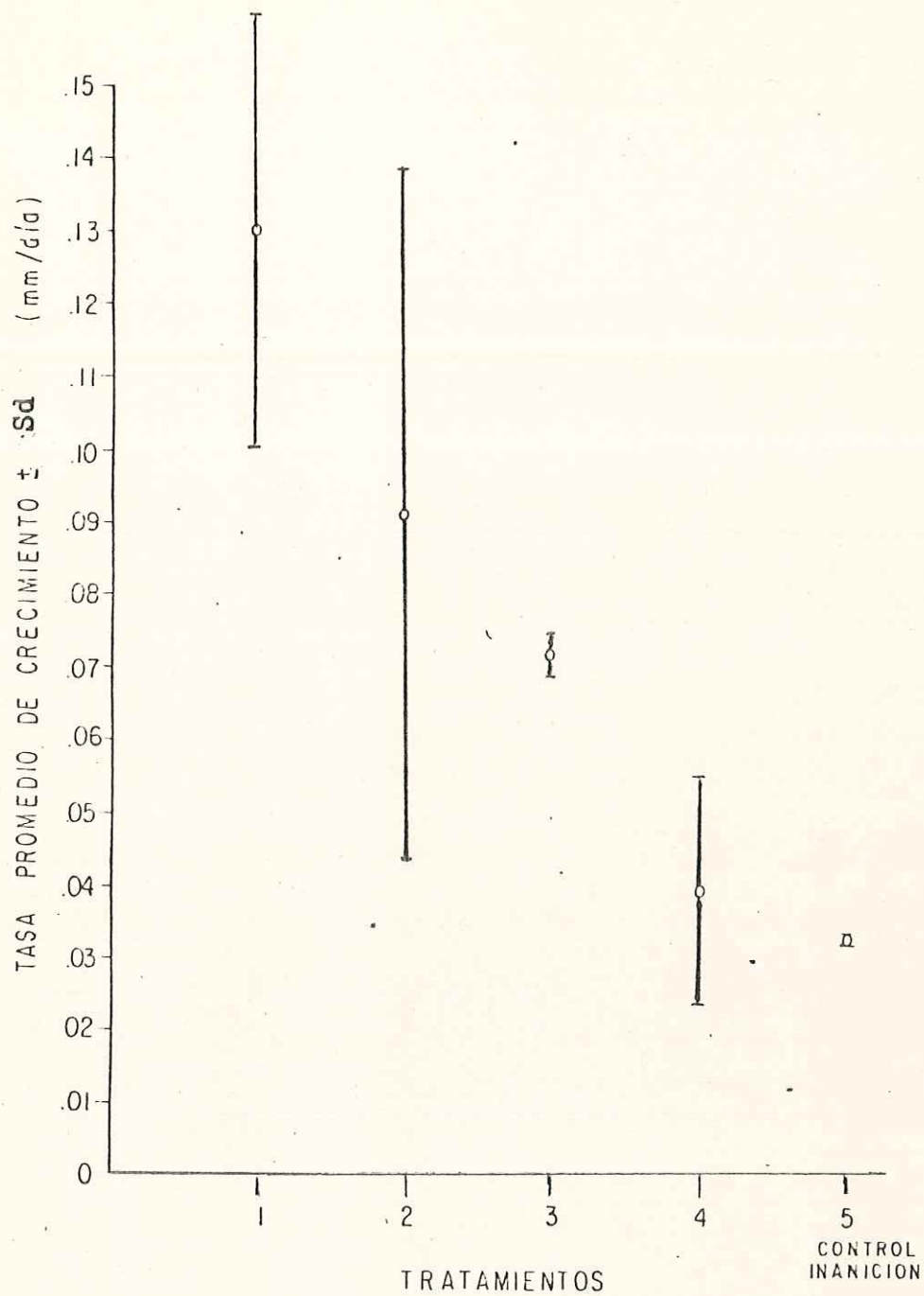


Figura. 3. Gráfica de tasas promedio de crecimiento \pm Sd vs. tratamientos.

Nota : La tasa de crecimiento del control de inanición carece de réplica, por lo tanto no se efectuó el promedio.

ferencia entre los tratamientos, la interacción también resulta significativa y también en este caso es poco apreciable la significancia entre tratamientos (Tablas VII y VIII).

5.- DISCUSION

La supervivencia puede ser considerada como uno de los índices más importantes con que puede ser medido el éxito o fracaso de una clase anual en poblaciones de peces marinos (Rodríguez Murillo, 1983), y el contexto de este trabajo es primordial importancia este índice puesto que se busca encontrar el punto de inanición irreversible, es decir el tiempo en el cual después de retrazar la primera alimentación por varios períodos de tiempo la larva ya no es capaz de recuperarse e irremediablemente muere (May, 1971; 1974; Wyatt, 1972).

La figura 1 nos muestra el comportamiento de la supervivencia a lo largo del experimento en los diferentes tratamientos y se puede observar que existe una relación directa entre los tratamientos y el % de supervivencia al final del experimento, observándose la mejor supervivencia para el tratamiento uno, en seguida la del tratamiento dos, por último el tratamiento tres y un similar comportamiento del tratamiento cuatro con el control de inanición.

Analizando la curva de supervivencia para el tratamiento cuatro, el día en que fué agregado el alimento existía una supervivencia de aproximadamente 79% (7 días después de la eclosión) y posteriormente se registra una mortalidad total para el día 9 después de la eclosión, obteniéndose resultados muy similares al control de inanición.

Desafortunadamente, no se han realizado estudios anteriores con A. nobilis para poder comparar los resultados obtenidos con los de otros autores.

Tabla VII. Análisis de varianza no paramétrico de dos vías según el enfoque de Wilson.

Factor de variación	Grados de libertad	Valor de Ji-cuadrada	Probabilidad
Factor 1 (Tiempo)	5	64.844	0.0000 (+++)
Factor 2 (Alimento)	5	11.346	0.0449 (+)
Interacción 1 x 2	25	41.215	0.0218 (+)

Tabla VIII. Análisis de varianza paramétrico "PECS"
 (Estadística práctica de Ciencias Sociales)
 de dos vías.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrada	F	Significancia de F.
Efecto Principal	29.698	10	2.970	84.662	0.000
Tiempo	27.916	5	5.583	159.163	0.000
Alimento	1.782	5	0.356	10.161	0.000
Interacción en 2 factores	5.456	25	0.218	6.222	0.000
Explicado	35.155	35	1.004	28.633	0.000
Residual	5.051	144	0.035		
Total	40.206	179	0.225		

Se puede hablar de la existencia de un período crítico, es decir de un período de alta sensibilidad a la carencia de alimento en la etapa de transición entre la nutrición del saco vitelino a alimentación exógena y que culminará con una mortalidad catastrófica como lo postula Hjort (1914). Esta -- sensibilidad a la carencia de alimento en los primeros días después de la -- absorción del saco vitelino está poco clara para los primeros 7 días después de la eclosión en todos los tratamientos (observar curvas de supervivencia en la figura 1), pero se presenta más clara del día 7 en adelante donde las larvas acusan el efecto de los diferentes tratamientos con respecto a la supervivencia, esto se puede comparar observando el % de supervivencia del día 7 al día 8 para cada uno de los tratamientos, donde los valores de supervivencia más altos se presentan en los tratamientos 1, 2, y 3 en ese mismo -- orden, mientras que el tratamiento 4 y el tratamiento 5 (control de inani -- ción) tienen un comportamiento similar por los valores de supervivencia bajos hasta llegar a una mortalidad total para el día 9 después de la eclosión.

La figura 2 nos muestra el % de supervivencia en los días 7, 9 y 12 de una manera desglosada. En esta gráfica se puede observar que para el día 7 el efecto de los tratamientos no es aún claro, en cambio para el día 9 y el día 12 ya se puede observar perfectamente en cuales tratamientos la larva -- sobrevive mejor, siendo claro que la mejor supervivencia se observa en el tratamiento 1, enseguida la del tratamiento 2, después la del tratamiento 3 y por último la de los tratamientos 4 y 5 con similar comportamiento.

Los valores promedio de la supervivencia al final del experimento para cada tratamiento fueron de 64% para el tratamiento 1; 39% para el trata -- miento 2; 21.6% para el tratamiento 3; 0% para los tratamientos 4 y 5.

Con respecto al crecimiento, el efecto de la carencia de alimento en -- los primeros días después de la absorción del saco vitelino, no es muy claro para los primeros 3 tratamientos, aunque por el análisis de varianza, que

dice que existen diferencias significativas en esos tratamientos, a un nivel de confianza de 95%, se puede decir que el tratamiento 1 reditúa mejores crecimientos con respecto al tratamiento 2 y éste a su vez con referencia al tratamiento 3. Para los dos tratamientos restantes el crecimiento se detiene para el día 9 por mortalidad total, observándose longitudes estándar más pequeñas que las obtenidas para el día 7 en los mismos tratamientos restantes, pero esta aseveración se rechazó puesto que solo se midió una larva por día y tratamiento para estos dos casos.

Las tasas de crecimiento nos muestran de una manera más clara el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento, y en este caso si se pueden comparar las tasas de crecimiento promedio para cada uno de los cinco tratamientos con sus respectivas desviaciones estándar (Tabla VI). En la figura 3 se prodrá observar que el tratamiento 1 tiene la mejor tasa promedio de crecimiento, pero su desviación estándar se intercala en la tasa promedio del tratamiento 2, es decir que no existen diferencias significativas entre estos tratamientos. El tratamiento 2 tiene una mejor tasa promedio de crecimiento que los tratamientos 3, 4 y 5, pero su desviación estándar se encuentra intercalada con la de los tratamientos 3 y 4, y de esta manera no se puede hablar que el tratamiento 2 sea significativamente mejor. El tratamiento 3 si se puede considerar que posee una tasa promedio de crecimiento mejor y significativa con respecto a los tratamientos 4 y 5, esto es porque las desviaciones estándar no se encuentran intercaladas.

El tratamiento 4 tiene una muy similar tasa promedio de crecimiento con el tratamiento 5 y su desviación estándar se encuentra intercalada para ambos, indicandonos esto, que no existe diferencia significativa entre estos tratamientos. El tratamiento 5 no posee tasa promedio de crecimiento ni desviación estándar, puesto que no existe réplica y por lo tanto no se puede

promediar.

6.- CONCLUSIONES

La existencia del punto de no retomo o de inanición irreversible está demostrado por nuestros resultados, en concordancia con lo existente en la literatura (May, 1971; 1974; Wyatt, 1972), y para Atractoscion nobilis a 18°C se encuentra al cuarto día de la absorción del saco vitelino, tal afirmación se observa en el tratamiento 4 en donde el alimento es agregado al cuarto día después de la absorción del saco vitelino, y a pesar de que para este día se observó una supervivencia del 79% las larvas ya no lograron sobrevivir, reportándose una mortalidad total para el día 9 como en el caso del tratamiento de inanición. Los tratamientos 1, 2 y 3 donde no se llega a presentar el punto de no retomo también están afectando a la supervivencia, esto se puede corroborar al observar los valores promedio de la supervivencia en cada uno de estos tratamientos, concluyéndose de acuerdo a estos valores, que el tratamiento 1 es mejor que el tratamiento 2 y este a su vez que el tratamiento 3.

Pero a pesar de estas diferencias, se pueden considerar como exitosos a los tratamientos 1, 2 y 3 de acuerdo a Houde (Carrillo Barrios-Gómez, comunicación personal), el cual considera un experimento exitoso cuando se sobrepasa el 10% de supervivencia.

En cuanto al crecimiento, por medio de los análisis de varianza y de la comparación de las tasas promedio de crecimiento, se puede concluir que el tratamiento 1 reditúa mejores crecimientos con respecto al tratamiento 2 y éste a su vez con referencia al tratamiento 3.

BIBLIOGRAFIA

- Arthur, D. K. 1956 . The particulate food and food resources of the larvae three pelagic fishes, especially the Pacific sardine,-- Sardinops caerulea (Girard). Ph. D. Thesis, Univ. Calif. Scripps' Inst. Oceanogr., 231 pp.
- Fabre-Domergue y E. Bietrix. 1897 . La periode critique postlarvaire despoisons marins. Bull. Mus. Histo. Nat. Paris. 3:57-58 pp.
- Hjort, J. 1914 . Fluctuations in the great fisheries of northern Europe. Rapp. P. v. Reun. Const. Int. Explor. Mer. 20:1-228 pp.
- Hjort, J. 1926 . Fluctuations in the year classes of important food fishes. J. Cons. int. Explor. Mer. 1:1-38 pp.
- Houde, E. D. 1975 . Effects of stocking density and food density on survival, growth and yield of laboratory reared larvae of sea -- bream Archosargus rhomboidalis (L.) (Sparidae). J. Fish. Biol. 7:115-127 pp.
- Howell, B. R. 1973 . Marine fish culture in Britain. VIII. A marine rotifer, Brachionus plicatilis Muller, and the larvae of the -- mussel Mytilus edulis L., as food for larval flat fish. J. Cons. Int. Explor. Mer. 35:1-6 pp.
- Hunter, J. R. 1972 . Swimming and feeding behavior of larval anchovy, Engraulis mordax . NOAA, Fish. Bull. 70:821-838 pp.

- Lasker, R. , H. M. Feder, G. H. Theilacker y R. C. May. 1970 . Feeding, growth and survival of Engraulis mordax reared in the laboratory. Mar. Biol. 5:345-353 pp.
- May, R. C. 1970 . Feeding larval fishes in the laboratory: a review. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 14:76-83 pp.
- May, R. C. 1971 . Effects of delayed initial feeding on larvae of the grunion, Leuresthes tenuis (Ayres). Fish. Bull. Vol. 69 No. 2.
- May, R. C. 1974 . Larval mortality in marine fishes and the critical period concept, p. 3-19. En: The early life history of fish (H. H. S. Blaxter, ed.). Springer-Verlag., Berlin. 765 pp.
- O'Connell, C. P. y L. P. Raymond. 1970 . The effect of food density on survival and growth of early post yolk-sac larvae of the northern anchovy (Engraulis mordax Girard) in the laboratory. J. Exp. Mer. Biol. Ecol. 5:187-197 pp.
- Riley, J. D. 1966 . Marine fish culture in Britain. VII. Plaice (Pleuronectes platessa) post-larval feeding on Artemia salina L. nauplii and the effects of varying feeding levels. J. Cons. Int. Explor. Mer. 30:204-221 pp.
- Rodríguez Murillo, J. A. 1983 . Efecto de bajas densidades de alimento en concentraciones variables de Tetraselmis sp sobre el crecimiento y supervivencia en estadios larvales de

de la anchoveta Engraulis mordax (Girard). Tesis de Maestría en Ciencias C.I.C.E.S.E., Ensenada, B.C. Méx. 80 pag.

Rosenthal, H. y G. Hempel. 1970 . Experimental studies in feeding and food requirements of herring larvae (Clupea harengus L.): pp. 344-364. En: Marine food chains (J. H. Steele, ed.). - Univ. Calif. Press., Berkeley. 562 pp.

Theilacker, G. H. y M. F. MacMaster. 1971 . Mass culture of the rotifer Brachionus plicatilis and its evaluation as food for larval anchovies. Mar. Biol. 10:183-188 pp.

Vladimirov, V. J. 1975 . Critical periods in the development of fish. J. -- Ichtyol. 15: 851-868 pp.

Wyatt, T. 1972 . Some effects of food density on the growth and behavior of plaice larvae. Mar. Biol. 14:210-216 pp.

UTILIZACION DE Tetraselmis sp (MICROFLAGELADO)
COMO POSIBLE FUENTE DE ALIMENTO PARA ESTADIOS
LARVALES DE Atractoscion nobilis (CORVINA)

EXPERIMENTO No. 2

I N D I C E

1.- INTRODUCCION.....	1
2.- OBJETIVO.....	3
3.- MATERIALES Y METODOS.....	
3.1 Obtención de larvas.....	4
3.2 Obtención de microflagelados (monocultivo no axénico).....	
3.3 Sistema de cultivo de <i>Atractoscion nobilis</i> (corvina).....	5
3.4 Diseño experimental.....	
3.5 Densidad de microflagelados (<i>Tetraselmis sp.</i>).....	6
3.6 Mortalidad.....	7
3.7 Crecimiento.....	
3.8 Supervivencia.....	8
3.9 Factores físicos.....	9
3.10 Análisis de resultados.....	10
4.- RESULTADOS.....	
4.1 Cultivo de <i>Atractoscion nobilis</i> : Generalidades.....	
4.2 Supervivencia.....	11
4.3 Crecimiento.....	16
4.4 Análisis estadístico.....	24
5.- DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFIA.....	32

LISTA DE TABLAS

TABLA I.	Diseño experimental.....	6
TABLA II.	Resumen de datos del diseño experimental.....	12
TABLA III.	Resumen de los valores promedio de pH y O ₂ disuelto.....	13
TABLA IV.	Mortalidad diaria en la corvina <u>Atractoscion nobilis</u>	17
TABLA V.	Porcentaje de supervivencia en la corvina <u>Atractoscion nobilis</u>	18
TABLA VI.	Valores de crecimiento de <u>Atractoscion nobilis</u>	21
TABLA VII.	Ecuación de crecimiento (longitud Y estimada después de X días de la eclosión), tasas de crecimiento hasta el fin del experimento y coeficiente de correlación.....	22
TABLA VIII.	Análisis de varianza no paramétrico de dos vías según el enfoque de Wilson.....	26
TABLA IX.	Análisis de varianza paramétrico "PECS" (Estadística Práctica de Ciencias Sociales) de dos vías.....	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Curvas de comportamiento de las concentraciones promedio de O ₂ disuelto.....	14
FIGURA 2.	Curvas de comportamiento de los valores promedio de pH.....	15
FIGURA 3.	Curvas de porcentaje de supervivencia de estadíos larvales de <u>Atractoscion nobilis</u>	19
FIGURA 4.	Histograma porcentual de supervivencia para la corvina <u>Atractoscion nobilis</u> a los días 7, 8 y al final del experimento.....	20
FIGURA 5.	Gráfica de tasas promedio de crecimiento \pm Sd vs. tratamientos.....	23

1.- INTRODUCCION

El tipo, tamaño y concentración mínima de alimento son factores muy importantes en el desarrollo, crecimiento y supervivencia de los estadios larvales de peces marinos; ya que ello está fuertemente ligado a las fluctuaciones naturales y por ende con el éxito o fracaso de una clase anual. Esto constituye una área de contrastes; por lo tanto en la última década se ha incrementado el interés de los investigadores en esta área (Marr, 1956; Mikhman, 1969; May, 1974; Vladimirov, 1975), revisándose con mayor detenimiento las ideas propuestas originalmente por Hjort (1914) centradas en el razonamiento de que las fluctuaciones en la abundancia de peces con estadios larvales planctónicos están relacionados con la disponibilidad de alimento adecuado en los primeros estadios de su desarrollo ontogenético.

Lasker (1975) considera que el tamaño de partículas de alimento ingeridas por las larvas de peces constituye un factor crítico al inicio de su alimentación. Aparentemente el umbral del tamaño mínimo de presa que puede ser consumida está dado por la habilidad de la larva y la energía consumida en la captura de ésta (Carrillo Barrios-Gómez, comunicación personal y según Hunter, 1977; Lasker y Zweifel, 1978).

Lasker (1975), Scura y Jerde (1977), Lasker y Zweifel (1978), entre otros, consideran en base a datos de campo y reportes de laboratorio, que el tamaño mínimo utilizado como fuente de alimento se encuentra alrededor de 45 micras de diámetro. Por otro lado la única restricción del tamaño máximo de presa que puede ser consumido aparentemente está dado por el tamaño de la boca (Hunter, 1977; citado por Rodríguez Murillo, 1983).

En el océano coexisten partículas alimenticias de tamaño variado. Por lo general las partículas pequeñas (45 micras) son más abundantes que las partículas grandes (más de 90 micras); de ésta manera, el bajo contenido energético de la partícula de menor tamaño está balanceado por su mayor a--

bundancia (Lasker y Zweifel, 1978).

Respecto del tamaño mínimo que pueden utilizar las larvas de peces es obvio, a raíz de los trabajos de Moffat (1981) y Carrillo-Solís (manuscrito no publicado), que contrario a lo encontrado en estudios de Ecología Alimenticia de larvas de peces marinos, éstas pueden utilizar partículas menores a 50 micras, siendo obvia su significancia ecológica.

De acuerdo con la serie de postulados en que se basa la Ecología Alimenticia de estadios larvales de peces marinos surge una aparente contradicción de carácter trofodinámico, ya que la densidad promedio de tamaño adecuado disponible en varias regiones del océano es inferior, en varias órdenes de magnitud, a las concentraciones mínimas de alimento determinados experimentalmente para estadios larvales de varias especies marinas (O'Connell y Raymond, 1970; Houde, 1975; Vlymen, 1977).

Algunos autores han presentado alternativas tendientes a conciliar dicha contradicción: Lasker y colaboradores han desarrollado una extensión de la hipótesis de Hjort, que aceptó la premisa inicial de un medio ambiente natural caracterizado por un alimento limitante pero que sugiere la existencia de agregaciones de alimento ("parches"), de las cuales depende la supervivencia de los estadios larvales de peces marinos (Lasker, 1975, 1981; Vlymen, 1977; Lasker y Zweifel, 1978). Siguiendo un razonamiento diferente; Theilacker y McMaster (1971), Howell (1973), Scura y Jerde (1977) y Carrillo-Solís (manuscrito no publicado), han demostrado la importancia de fuentes alternativas de alimento en el crecimiento y la supervivencia de varias especies de peces marinos.

Moffat (1981) presenta evidencia sobre la importancia de microflagelados (Chlorella sp) como fuente de alimento para larvas de Engraulis mordax.

Tanto el trabajo de Moffat (1981) como el de Carrillo-Solís demostraron por primera vez la importancia de microflagelados como fuente de alimento para larvas de peces marinos. Esto, contrario a los postulados característicos en Ecología Alimenticia de larvas de peces marinos, que indican la imposibilidad de utilización de los microflagelados en base a su tamaño pequeño (menores de 50 micras).

Scura y Jerde (1977) demostraron nuevamente (en adición a Lasker), la importancia de dinoflagelados como fuente de alimento para larvas de E. mordax. En ese mismo trabajo sugiriendo la imposibilidad de utilización de diatomeas o microflagelados como fuente de alimento de E. mordax (es posible que las bajas densidades de microflagelados que utilizaron (200 a 300/ml), en comparación con Moffat y Carrillo y Solís (4000 a 19000/ml) sean responsables de las diferencias observadas entre éstos últimos autores y Scura y Jerde).

2.- OBJETIVO

Mediante la utilización de microflagelados (Tetraselmis sp) se pretende determinar si a éstos se les puede considerar como una posible fuente de alimento para los estadios larvales de la especie Atractoscion nobilis (corvina), para lo cual se efectuaron mediciones de:

a).- Supervivencia

b).- Crecimiento

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1 Obtención de larvas

Las larvas de Atractoscion nobilis utilizadas para este experimento fueron proporcionadas por el personal del National Marine Fisheries Service de La Jolla, Calif., Estados Unidos.

Las larvas fueron transportadas ya eclosionadas, al laboratorio de Acuicultura de la E.S.C.M. en recipientes "themos. A su llegada a este laboratorio, las larvas fueron separadas, tomando 200 larvas vivas por tratamiento, utilizando goteros de boca ancha con la ayuda del microscopio estereoscópico (American Optical AO 570).

3.2 Obtención de microflagelados (monocultivo no axénico)

El microflagelado Tetraselmis sp se obtuvo del cultivo mantenido en el laboratorio de Ecología de Zooplancton del C. I. C. E. S. E. utilizando el medio de cultivo F/2 descrito por Guillard (1972) (Solís Guevara, comunicación personal).

Un stock de este cultivo fué llevado al laboratorio de Acuicultura de la E.S.C.M. en un galón de plástico y manteniéndose, durante el experimento, en un cuarto con aire acondicionado e iluminado con luz blanca, con el objeto de hacer las compensaciones en caso de faltante en la concentración de Tetraselmis sp en los recipientes de experimentación.

3.3 Sistema de cultivo de Atractoscion nobilis (corvina)

Todos los experimentos fueron llevados a cabo con recipientes cilíndricos de plástico color azul, de 34 cm de diámetro y de 14 cm tratando de seguir las especificaciones de Lasker et al. (1970). Estos se llenaron con 10 l de agua de mar colectada en la Bahía de Todos los Santos, filtrada a través de un filtro tipo cuno y esterilizada mediante un sistema de luz ultravioleta modelo H-50 (U.V. Technology Inc.).

Se introdujeron 200 larvas en cada recipiente, densidad encontrada dentro del rango de inoculaciones iniciales reportadas por la literatura (Lasker et al., 1970; Houde, 1975; Hunter, 1976). En general se mantuvieron condiciones de cultivo estáticas y sin aereación a lo largo del experimento (Lasker et al., 1970), excepto para aquellos recipientes en donde era necesario agregar o sifonear microflagelados para mantener las concentraciones deseadas. Para evitar daños o pérdidas de larvas se utilizó un sifón consistente en un tubo P.V.C. perforado y forrado con malla 75 micras y una manguera (Solís Guevara, comunicación personal y según Azcárate, 1981).

3.4 Diseño experimental

El experimento se planeó para una duración de 12 días después de la eclosión. Cada recipiente corresponde a un tratamiento, siendo un total de 10, y fueron inoculados con diferentes concentraciones de Tetraselmis sp. El diseño experimental puede verse en la tabla I.

TABLA I. DISEÑO EXPERIMENTAL

Experimento	Densidad de larvas/exp.	Concentración designada de <u>Tetraselmis sp</u> cel/ml
1A (control)	200	Inanición
1B (control)	200	Inanición
2A	200	10 000 cel/ml
2B	200	10 000 cel/ml
3A	200	25 000 cel/ml
3B	200	25 000 cel/ml
4A	200	50 000 cel/ml
4B	200	50 000 cel/ml
5A	200	100 000 cel/ml
5B	200	100 000 cel/ml

3.5 Densidad de microflagelados (Tetraselmis sp)

La densidad de Tetraselmis sp se determinó 2 veces al día en cada recipiente, siendo necesario para ello una solución homogenizada obtenida del muestreo de 15 alicuotas de 1 ml cada una, extraída con una pipeta a 3 niveles: superficial, medio y profundo y en cinco puntos diferentes (+ en cruz). De esta solución homogenizada se tomó 1 ml, se fijó con una gota de formol y se procedió a hacer el conteo utilizando un hematocitómetro FUCHS-ROSENTHAL (1/16 mm² y 2/10 mm de profundidad) y un microscopio compuesto (American Optical objetivo 10X), de igual forma se procede a la lectura del stock de Tetraselmis sp (No. de células observadas X 10³ = No. células/ml).

En base a las mediciones para cada recipiente, se hicieron los ajustes necesarios para tener las concentraciones deseadas mediante el uso de las siguientes ecuaciones:

Condiciones:

$$\begin{array}{l} \text{Faltante} \\ (C_A < C_D) \end{array} \quad \frac{C_D - C_A}{C_F} \times 10^4 = X \text{ ml}$$

$$\begin{array}{l} \text{Sobrante} \\ (C_A > C_D) \end{array} \quad \frac{C_A - C_D}{C_F} \times 10^4 = Y \text{ ml}$$

Donde:

C_A = Concentraciones de Tetraselmis sp del recipiente

C_D = Concentración deseada

C_F = Concentración del stock o fuente

3.6 Mortalidad

Diariamente, antes de determinar la densidad de microflagelados y microzooplancton, se extrajeron y contaron de cada uno de los recipientes, las larvas muertas mediante la utilización de un tubo de vidrio y una bombilla de plástico, para de esta manera obtener la mortalidad diaria.

3.7 Crecimiento

Para determinar el crecimiento en el día 0 (inicio del experimento) se utilizaron únicamente 10 larvas vivas para todos los equipos, de donde el valor promedio de longitud estándar y este dato se hizo común para todos los tratamientos. Para efectos de análisis estadísticos en donde tenía que exis-

tir un bloque aleatorizado para cada una de las réplicas de los tratamientos. En cada uno de los días de muestreo, se escogieron al azar de las 10 larvas un paquete de cinco, formando las 5 restantes el otro paquete, dichos paquetes se repartieron en las réplicas de cada tratamiento evitando su repetición. Esto solo para el día 0, a los días 7 y 9 se extrajeron 5 larvas vivas para cada recipiente, aunque en algunos casos fue necesario muestrear el día 8 debido a las altas mortalidades. Todas las larvas muestreadas se preservaron en formol procediendo a su medición utilizando un microscopio estereoscópico Wild V (Wild-Heerbrugg) equipado con rejilla y un micrómetro de platina. La medida de longitud fué tomada en base a la longitud estándar de la larva.

El experimento concluyó al día 9, en contra de lo planeado por mortalidad total. Al final de cada experimento se vaciaron los recipientes, se contaron y midieron las larvas sobrevivientes en el caso de haberlas.

Las tasas de crecimiento obtenidas por regresión lineal de la longitud de las larvas permite proporcionar un índice apropiado de crecimiento. La regresión lineal se efectuó con los valores promedio de las longitudes para cada día y tratamiento.

3.8 Supervivencia

La supervivencia se determinó siguiendo el planteamiento de O'Connell y Raymond (1970) resumido en la siguiente expresión:

$$S_n = \left(\left(P - \sum_{i=1}^n M_i \right) / P \right) \times 100$$

donde:

S_n = Porcentaje de la población que sobrevive hasta el día n

P = Población inicial de las larvas

$M =$ Mortalidad en el día i , $i = 1, \dots, n$

Sin embargo en donde el número de larvas es menor que la población, el término mortalidad debe de ser ajustado para preservar la integridad de la curva de supervivencia. El ajuste se realiza mediante la siguiente expresión derivada también de O'Connell y Raymond

$$M_n = d_n (P - S - D) \cdot d_n / D$$

donde

$M_n =$ Mortalidad total en el día n

$d_n =$ Mortalidad observada en el día n

$D =$ Mortalidad observada en el total de días

$S =$ No. final de supervivientes

$P =$ Población inicial

Para este trabajo la corrección sugerida por O'Connell y Raymond no se efectúa porque no toma en cuenta la mortalidad por pesca, por tanto la población inicial fue determinada como la suma del número total de sobrevivientes más el número total de muertas, incluyendo aquéllas causadas por la extracción diaria de larvas utilizadas en la determinación de crecimiento en longitud y que definimos como mortalidad por pesca.

3.9 Factores físicos

Las mediciones de los factores se efectuaron por 2 veces al día.

- Temperatura : Se midió con termómetro convencional de mercurio.
- Salinidad : Se midió por medio de un refractómetro manual (American Optical).
- pH : La determinación se efectuó mediante el uso de un potenciómetro (pH Meter 102 A Ecologic Instrument ECOLAB)
- O_2 : El oxígeno disuelto se evaluó mediante un medidor

de oxígeno (YSI model 51 B).

3.10 Análisis de resultados

Los análisis se elaboraron mediante el uso de la computadora sistema - PRIME 750 del centro de cálculo del C. I. C. E. S. E.

Los programas utilizados para el análisis de los datos obtenidos son los siguientes:

- a).- Prueba J_i^2 y de Kolmogorov-Smimov para bondad de ajuste a la distribución normal.
- b).- Análisis de varianza paramétrico "PECS" (Estadística Práctica de Ciencias Sociales) de dos vías.
- c).- Análisis de varianza no paramétrica de dos vías según el enfoque de Wilson.

4.- RESULTADOS

4.1 Cultivo de Atractoscion nobilis: Generalidades

El resumen de las condiciones experimentales en los diferentes tratamientos del cultivo de estadíos larvales de A. nobilis se presenta en la tabla II.

En cuanto a factores físicos como la temperatura y la salinidad no existieron variaciones extremas para ninguno de los tratamientos, donde se observó un promedio general de 17.91°C con un máximo de 21°C y un mínimo de 17.0°C en la temperatura. Para la salinidad el promedio general fué de $33.16^{\circ}/\text{oo}$ en donde el valor máximo es $35^{\circ}/\text{oo}$ y el mínimo $31.5^{\circ}/\text{oo}$.

La concentración de Tetraselmis sp designada es diferente para cada uno

de los 5 tratamientos y su réplica; los valores de concentraciones designadas y las reales con sus máximos y mínimos pueden observarse con claridad en la tabla II.

Los valores promedio de pH y O_2 disuelto obtenidos durante el transcurso del experimento nos muestran que están dentro de los rangos no críticos (Tabla III), de 7.8 y 8.2 para el pH y valores de O_2 disuelto mayores a lo considerado normal debido a que el agua utilizada para el experimento era colectada de la zona de rompientes.

La figura 1 nos muestra las curvas de comportamiento del O_2 ; en donde los valores más altos se encuentran durante los primeros días del experimento y en los tratamientos donde existían concentraciones altas de Tetraselmis sp sobre todo en el tratamiento 5, pero a partir del día 6 comienza a registrarse una tendencia al descenso en el O_2 disuelto en todos los tratamientos que contenían Tetraselmis sp, a excepción del tratamiento 1 (control de inactivación) donde se mantuvo aproximadamente un rango 6.4 y 6.95 partes por mil a lo largo de la duración del experimento.

Las curvas de comportamiento del factor pH se muestra en la figura 2 - donde los valores promedio oscilaron en un rango entre 7.4-8.33 considerado dentro de lo normal para el agua de mar.

4.2 Supervivencia

La duración del experimento no varió mucho en los 5 diferentes tratamientos, aunque el término del experimento número 2 fué menor a los 12 días planeados y esto debido a la alta mortalidad que se presentó, la máxima fué de 9 días y la mínima de 8 días después de la eclosión.

La sumatoria de las larvas de mortalidad por pesca, más la mortalidad total y los supervivientes finales nos dan el dato de número inicial de lar-

TABLA-III. Resumen de datos del diseño experimental Número 2 para los estadios larvales de la corvina Atractoscion nobilis mantenida bajo condiciones de laboratorio.

E X P.	T °C		S %		Número inicial de larvas	Concentración de Tetraselmis sp.		Duración del exp. (días)
	max	min	S%	max min		desig- nada	real max. min.	
Control	190	190		34.5				
1A	176	170	338	330	216	*	-	9
Control	190	190		350				
1B	177	170	338	330	169	*	(1) -	9
2A	179	170	328	340	201	10	9.4	25.0 2.0
2B	178	170	328	340	194	10	12.0	26.0 0.5
3A	179	170	329	360	171	25	24.1	44.5 6.0
3B	178	170	331	340	200	25	25.6	1760 5.0
4A	178	170	330	340	192	50	27.3	61.0 5.0
4B	180	170	332	340	195	50	30.2	620 5.5
5A	182	170	332	340	179	100	64.1	172.0 4.5
5B	184	170	330	340	181	100	67.6	152.5 14.5

(1) Control de inanición (1B) contaminado de Tetraselmis sp.

TABLA III. Resumen de los valores promedio de pH y O₂ disuelto durante la duración del experimento y en diferentes concentraciones de alimento.

CONCENTRACION DE TRIFOSFOSFATO	DIA O ₂ PH EXP.	DIA									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
INANICION	1	-	6.4	6.76	6.95	6.9	6.88	6.65	6.6	-	-
	CONTROL INUNICION	-	7.95	8.075	7.875	8.0	8.0	8.325	7.85	-	-
10X10 ³ cel/ml.	2	7.3	7.03	6.73	7.15	7.18	7.43	6.8	6.85	6.53	6.9
	8.0	7.98	7.93	7.95	7.95	7.84	7.73	7.93	8.1	7.93	8.0
25X10 ³ cel/ml.	3	-	6.7	7.25	8.0	7.73	7.65	7.2	6.8	6.4	6.2
	-	7.88	7.9	7.9	7.9	7.88	8.0	7.93	7.9	7.7	7.6
50X10 ³ cel/ml.	4	-	7.5	7.2	7.74	7.75	7.71	7.1	7.18	6.44	6.2
	-	7.83	7.71	7.95	7.95	7.85	8.14	7.59	7.75	7.7	7.4
100X10 ³ cel/ml.	5	-	7.35	8.03	8.38	8.35	8.2	6.4	6.55	6.08	5.8
	-	7.95	8.13	8.13	8.13	7.93	8.13	7.85	7.9	7.68	7.6

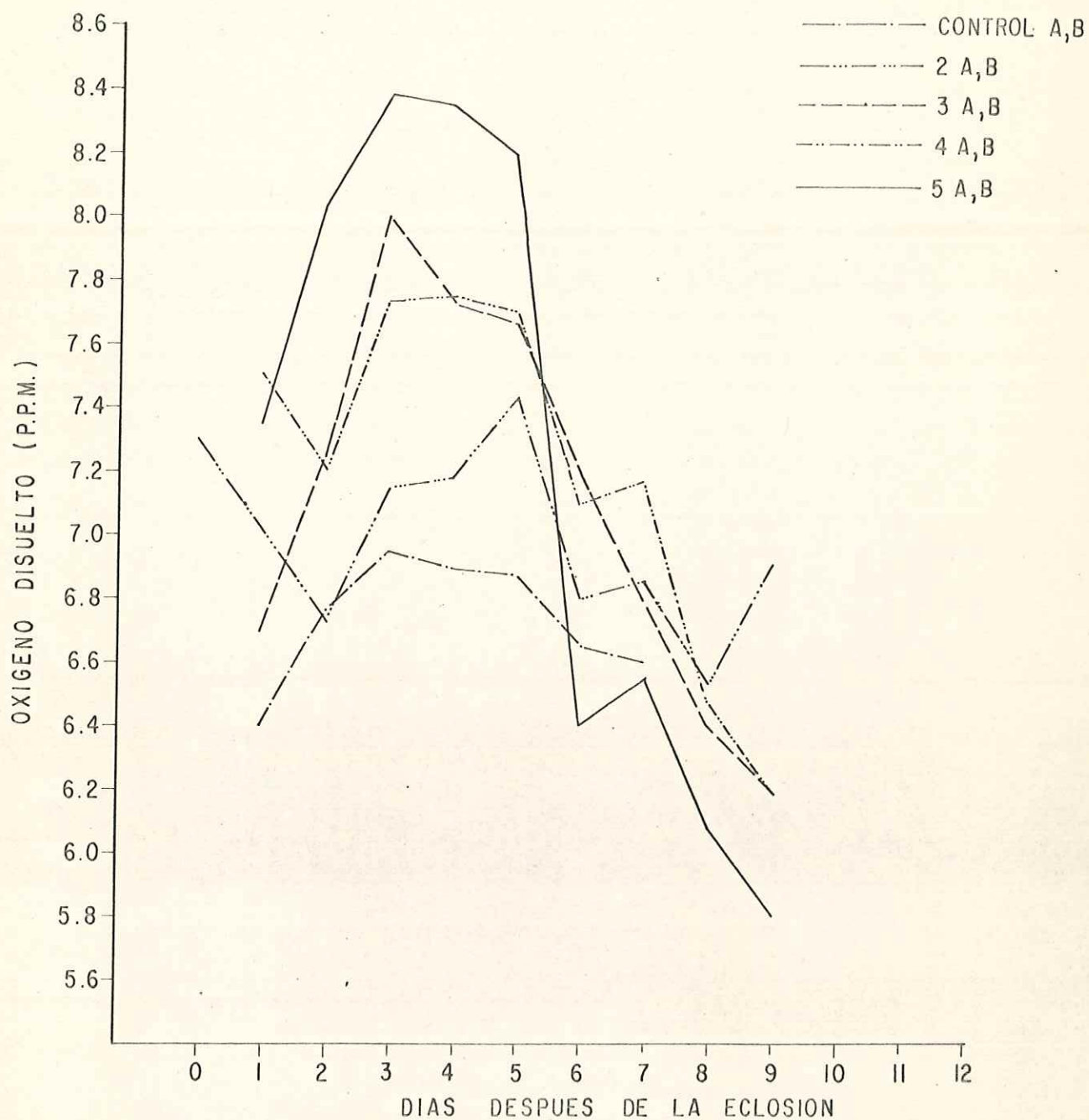


Figura 1. Curvas de comportamiento de las concentraciones promedio de O_2 disuelto a lo largo del experimento en los cinco diferentes tratamientos.

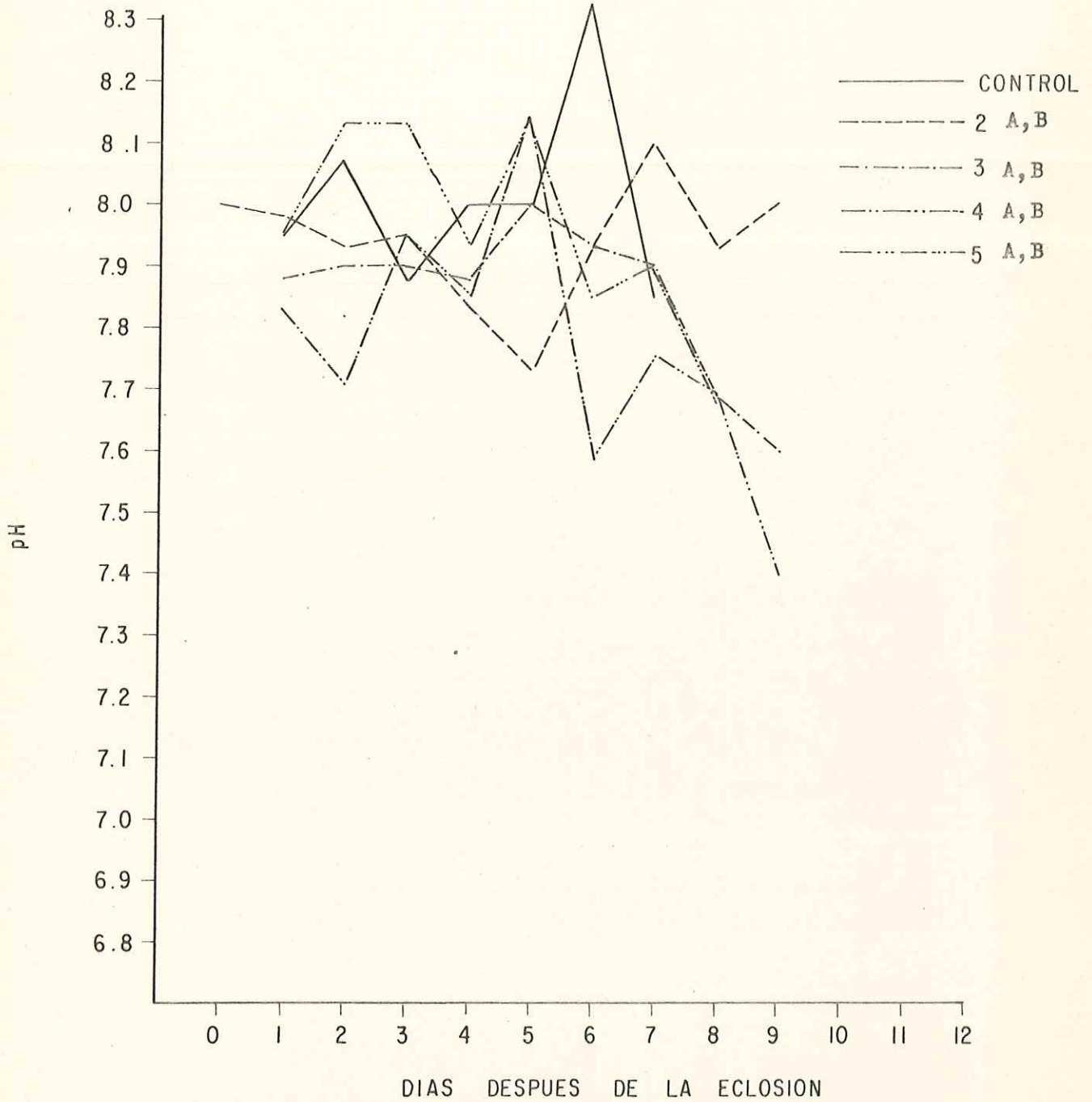


Figura 2. Curvas de comportamiento de los valores promedio de pH a lo largo del experimento en los cinco diferentes tratamientos.

vas (Tabla IV y V). En la tabla IV se encuentran los datos de mortalidad natural por día y tratamiento.

En la tabla V se encuentran los valores obtenidos del porcentaje de supervivencia por día y por tratamiento, los cuales se obtuvieron de la ecuación deducida por O'Connell y Raymond (1970), igualmente que en el experimento número 1, la corrección propuesta por estos autores no se efectúa debido a que no toma en cuenta la mortalidad por pesca.

En la figura 3 se muestran las curvas de porcentaje de supervivencia para los estadios larvales de A. nobilis, mientras un histograma porcentual de supervivencia nos indica el efecto de los tratamientos sobre las larvas en la figura 4.

4.3 Crecimiento

El objeto de medir el crecimiento en las larvas es el de hacer una posible comparación del efecto de los diferentes tratamientos en las longitudes y tasas de crecimiento.

En la tabla VI se encuentran los datos de longitud estándar de las larvas de A. nobilis muestreadas durante los días 0, 7, 8 y 9 después de la eclosión.

En la tabla VII se present un resumen de la estadística para los datos de crecimiento, tales como: la ecuación de regresión lineal, coeficiente de correlación, tasas de crecimiento, longitud estándar promedio \pm desviación estándar (día 0, día 7 y al final del experimento), para cada una de las réplicas; también se incluye la tasa promedio de crecimiento \pm desviación estándar para cada tratamiento y sus réplicas.

La figura 5 de una manera gráfica muestra la relación que existe entre la tasa promedio de crecimiento diario con respecto a los 5 tratamientos del

TABLA IV. Mortalidad diaria en la corvina *Atractoscion nobilis* bajo condiciones diferentes de alimentación en el laboratorio.

DIA EXP. CONTROL	MORTALIDAD NATURAL POR DIA												MORT. PESCA	SUP. FINAL	MORT. NAT. TOTAL	No. INICIAL LARVAS	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					12
1A	0	0	2	11	33	9	2	1	5	24	121	*	*	*	0	8	216
1B	0	0	0	12	6	2	0	1	6	24	110	*	*	*	0	8	169
2A	0	3	6	2	4	20	32	39	88	*	*	*	*	*	0	7	201
2B	0	89	17	0	35	12	5	4	16	4	*	*	*	*	0	13	195
3A	0	7	12	5	2	2	5	52	56	20	*	*	*	*	0	10	171
3B	0	35	1	4	8	11	26	8	79	23	*	*	*	*	0	5	200
4A	0	104	9	8	8	10	23	10	11	*	*	*	*	*	0	9	192
4B	0	62	7	1	0	4	0	27	65	24	*	*	*	*	0	5	195
5A	0	0	0	1	4	15	70	63	19	1	*	*	*	*	0	6	179
5B	0	27	7	0	1	3	22	19	95	*	*	*	*	*	0	7	181

* Mortalidad total

TABLA V. Porcentaje de supervivencia en la corvina Atractoscion nobilis bajo condiciones diferentes de alimentación en el laboratorio.

DIA EXP.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CONTROL 1A	100	99.07	93.98	78.7	74.54	73.61	73.15	70.83	59.72	3.7	*	*	*
CONTROL 1B	100	100	92.9	89.35	88.17	88.17	87.57	84.02	69.82	4.73	*	*	*
2A	100	98.51	95.52	94.53	94.54	82.59	66.67	47.26	3.48	*	*	*	*
2B	100	54.12	45.36	45.36	27.22	21.13	18.56	16.49	8.25	6.19	*	*	*
3A	100	95.91	88.89	85.96	84.06	83.63	80.7	50.29	17.54	5.85	*	*	*
3B	100	82.5	82.0	80.0	76.0	70.5	57.5	53.5	14.0	2.5	*	*	*
4A	100	45.83	41.15	36.98	32.81	27.6	15.63	10.42	4.69	*	*	*	*
4B	100	58.21	64.62	64.1	64.1	62.05	62.05	48.21	14.87	2.56	*	*	*
5A	100	100	100	99.44	97.21	88.83	49.72	14.53	3.91	3.35	*	*	*
5B	100	85.02	81.22	81.22	80.66	79.01	66.85	56.35	3.87	*	*	*	*

* Mortalidad total

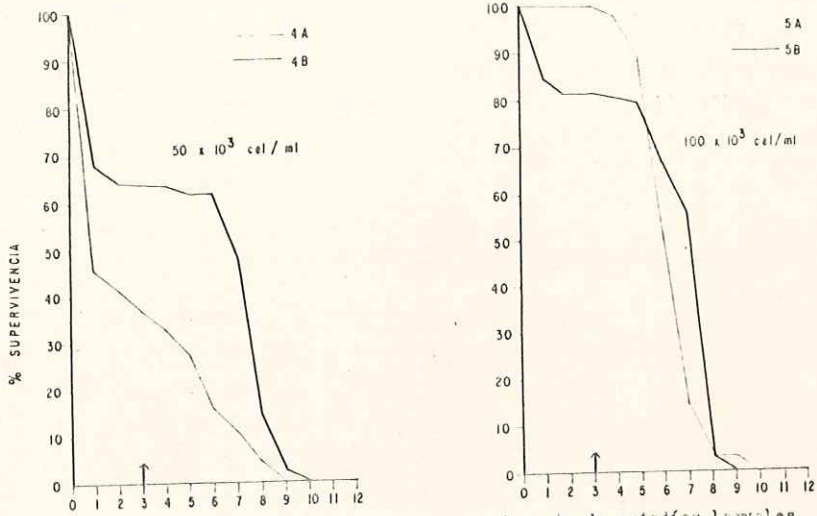
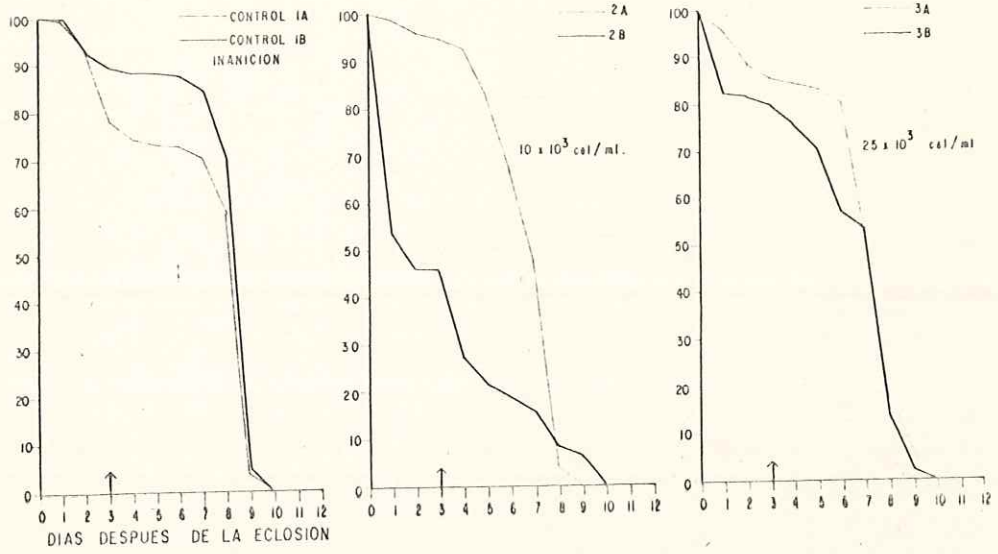


Figura 3. Curvas de porcentaje de supervivencia de estadios larvales de *Atractoscion nobilis*, mantenido bajo diferentes concentraciones de *Tetraselmis sp* como fuente de alimento a partir de la eclosión. La flecha indica la absorción del saco vitelino.

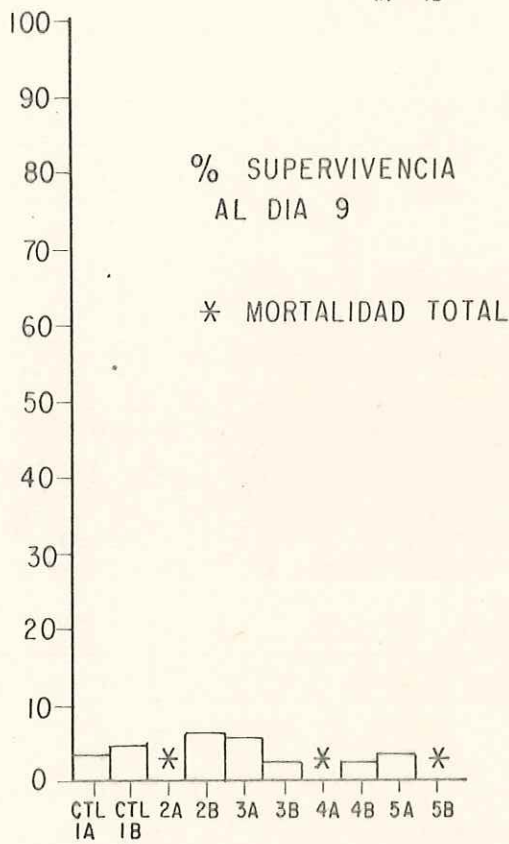
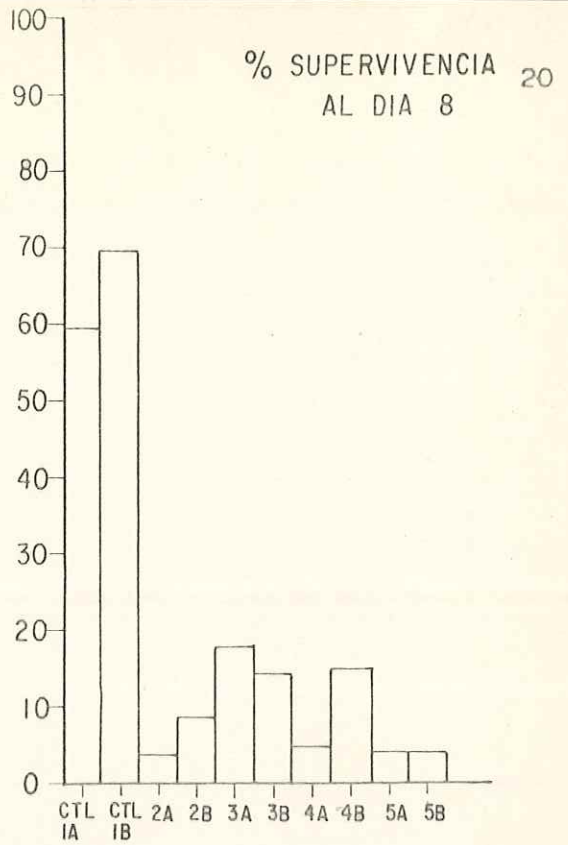
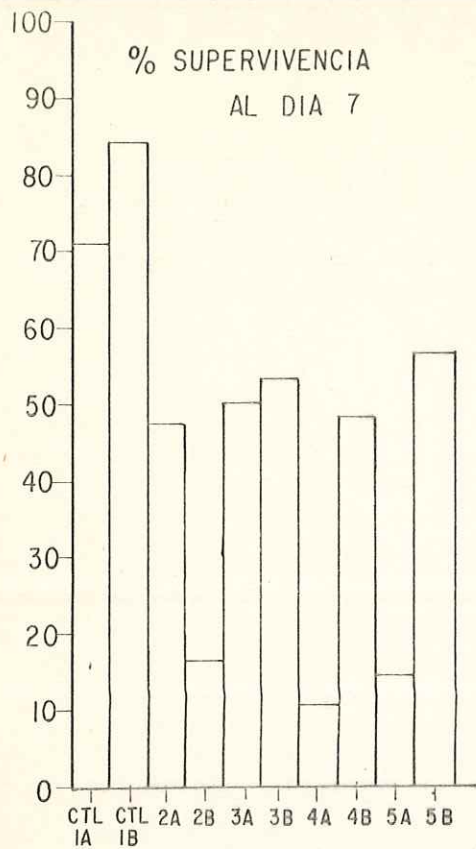


Figura 4. Histograma porcentual de supervivencia para la corvina *Atractoscion nobilis* a los días 7, 8, y al final del experimento para cada tratamiento.

Nota: CTL = Control de inanición

Tabla VI. Valores de crecimiento (1) de *Atractodes debilis* en 5 diferentes tratamientos y una duración de 12 días.

Ej. No	Control					5A	5B	5C	5D	5E
	1A	1B	2A	2B	2C					
6	2.47	2.32	2.32	2.47	2.47	2.47	2.32	2.47	2.47	2.32
	2.32	2.40	2.32	2.47	2.32	2.32	2.40	2.32	2.32	2.40
	2.40	2.32	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
7	3.15	3.33	2.30	2.63	3.39	3.41	3.00	3.33	3.35	3.07
	3.45	3.30	3.00	3.30	3.32	3.25	3.15	3.18	3.27	3.07
	3.37	3.37	3.00	2.93	3.21	3.10	3.15	3.11	3.28	3.32
	3.37	3.37	3.10	3.23	3.35	3.41	3.15	3.03	3.40	3.35
8			3.15				3.00			3.00
			3.13				3.25			2.12
							3.33			
							3.19			
9	3.22	3.00		3.30	2.86				3.33	
	2.85	3.00		2.93	2.55	*				*
	3.15	2.40	*	3.38	2.84					
					2.55					
10					2.62					
12										

(1) Longitud estándar en mm.

* Mortalidad total
 NOTA. Del día de la eclosión únicamente se muestrearon 10 larvas para medición de long.
 estándar pero para efecto de análisis estadístico se tomaron 2 grupos de medición
 clones escogidos al azar, se seleccionaron en cada réplica.

Tabla VII. Adecuación de crecimiento (Longitud Y estimada después de X días de la eclosión), tasas de crecimiento hasta el fin del experimento y coeficientes de correlación para estas larvas de corvina Atractoseion mobilis bajo diferentes condiciones de alimentación en el laboratorio.

E Y P.	EQUACION	Tasa de crec.	Tasa prom. de crec. de reproducción. - Sd	Long. est. día eclo - X ± Sd (3)	Long. est. día 7. X ± Sd	Long. est. fin del exp. X ± Sd	Coef. de corr.	Duración del exp. (días)
1A	$Y = 2.43 \pm 0.094X$	0.094	0.083 ± 0.022	2.37 ± 0.053	3.36 ± 0.120	3.07 ± 0.156	0.97	9
1B	$Y = 2.49 \pm 0.071X$	0.071		2.37 ± 0.053	3.33 ± 0.035	2.8 ± 0.346	0.70	9
2A	$Y = 2.36 \pm 0.094X$	0.094	0.092 ± 0.0045	2.37 ± 0.053	3.00 ± 0.071	3.14 ± 0.014	0.99	8
2B	$Y = 2.35 \pm 0.089X$	0.089		2.37 ± 0.053	2.93 ± 0.339	3.27 ± 0.240	0.99	9
3A	$Y = 2.47 \pm 0.056X$	0.056	0.093 ± 0.074	2.37 ± 0.053	3.32 ± 0.055	2.68 ± 0.154	0.54	9
3B	$Y = 2.37 \pm 0.13X$	0.13		2.37 ± 0.053	3.28 ± 0.130	-	1	9
4A	$Y = 2.36 \pm 0.116X$	0.116	0.128 ± 0.024	2.37 ± 0.053	3.15 ± 0.106	3.31 ± 0.034	0.99	8
4B	$Y = 2.37 \pm 0.14X$	0.14		2.37 ± 0.053	3.33 ± 0.203	-	1	9
5A	$Y = 2.39 \pm 0.114X$	0.114	0.0985 ± 0.031	2.37 ± 0.053	3.28 ± 0.047	3.33 (4)	0.98	9
5B	$Y = 2.38 \pm 0.083X$	0.083		2.37 ± 0.053	3.06 ± 0.132	2.96 ± 0.056	0.97	8

(1) Y (2) Tasa de crecimiento y coeficiente de correlación se basa en dos puntos (día 0 y día 7) debido a mortalidad total.

(3) La longitud estándar para el día de la eclosión se basa únicamente en 10 larvas y el promedio es común para todos los tratamientos.

(4) Existe solo un dato debido a mortalidad total, por lo tanto no es promedio.

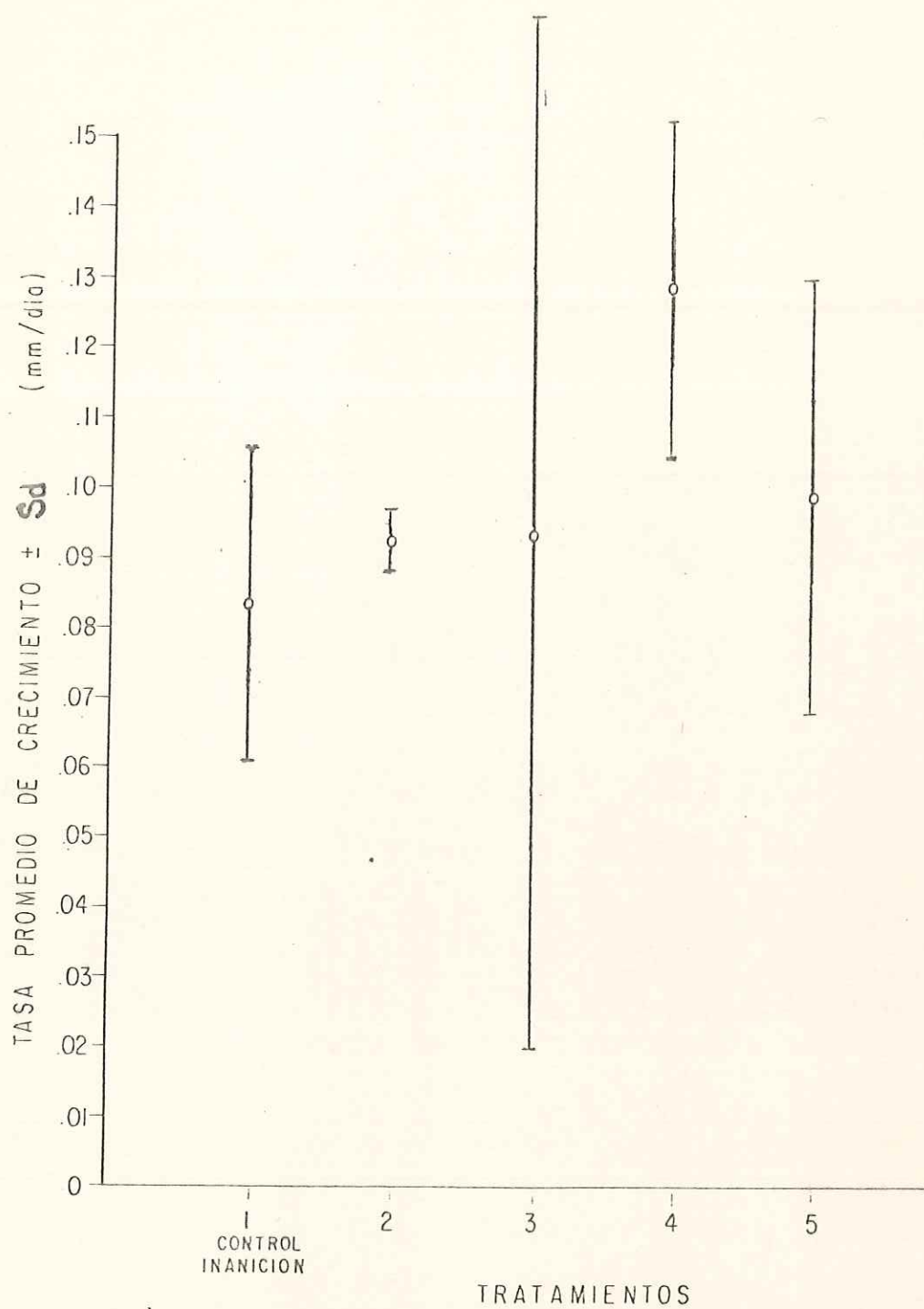


Figura. 5. Gráfica de tasas promedio de crecimiento \pm Sd vs tratamientos.

experimento.

4.4 Análisis estadístico

Para el efecto de realizar un análisis estadístico consistente en un anova paramétrico de dos vías "PECS", se probaron la normalidad de los datos de crecimiento de los 5 diferentes tratamientos, para esto es necesario especificar que solo se tomaron en consideración los datos existentes durante el día 0 y 7 después de la eclosión debido a las altas mortalidades que se presentaron, por lo mismo fué imposible lograr mediciones completas en los días estipulados (día 9, 10, 11, y 12 después de la eclosión).

Las pruebas de Ji^2 y de Kolmogorov-Smirnov para bondad de ajuste a la distribución normal fueron aplicadas a los datos de crecimiento, de las mismas se obtuvo que a los niveles de confianza de 90%, 95% y 99% la hipótesis nula es rechazada, lo cual indica que los datos de crecimiento no tienen una distribución normal.

Debido al rechazo de la hipótesis nula, el método paramétrico "PECS" no se tomó en cuenta para efecto de un análisis estadístico de los datos, aunque si se utilizó como una comparación posible al análisis anova no paramétrico de dos vías de Wilson (Tabla VIII y IX), utilizado en el procesamiento de las longitudes estándar de las larvas de A. nobilis para el experimento número 2.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza no paramétrico se considera que el único efecto significativo, al 95% de confianza, sobre el crecimiento es el tiempo (Factor 1) y con respecto a la alimentación (Factor 2) no existe una diferencia significativa, lo mismo ocurre para la interacción de los dos factores.

La no significancia del alimento nos indica que no existe un efecto -

observable de los tratamientos sobre el crecimiento de las larvas de A. nobilis.

En contraste para el anova "PECS" y al mismo nivel de 95% de confianza, se reportan resultados diferentes. El tiempo (Factor 1) resulta altamente --- significativo, en concordancia al anova no paramétrico; pero con respecto a la alimentación (Factor 2) y a la interacción entre ambos factores, estos dos aspectos si resultan significativos a diferencia del análisis no paramétrico. Esta diferencia en resultados puede ser explicada, a que en el experimento número 2 el análisis de varianza fue hecha sobre un menor número de datos (100), mientras que para el experimento número 1 el análisis de varianza estuvo en base a un mayor número de datos (180) disponibles y como consecuencia los dos tipos de análisis en este experimento no son similares en --- sus resultados.

5.- DISCUSION Y CONCLUSIONES

Estudios de laboratorio indican que una supervivencia alta en larvas de peces, requiere de concentraciones mucho más altas que las encontradas normalmente en el océano (O'Connell y Raymond, 1970; Lasker et al., 1970; --- Theilacker y MacMaster, 1971; Hunter, 1972, 1976, 1980; Hunter y Thomas, 1974; citados por Moffat, 1981).

Algunos trabajos sugieren que diversas especies de larvas de peces son capaces de tener una supervivencia y crecimiento adecuados, en bajas concentraciones de zooplancton (25, 50, 100, 150, 300 partículas/litro) cuando en los cultivos existen concentraciones de microalgas (Detwyler y Houde, 1970; Houde y Palko, 1970; Saksena y Houde, 1972; Houde, 1972, 1973, 1974, 1975, 1977, 1978; Stepien, 1976; Houde y Schekter, 1978; citados por Moffat, 1981).

La Ecología Alimenticia de estadios larvales de peces marinos, en dos

TABLA VIII. Análisis de varianza no paramétrico de dos vías según el enfoque de Wilson.

Fuente de variación	Grados de libertad	Valor de J_i^2	Probabilidad
Factor 1	1	100.000	0.000 (+++)
Factor 2	9	0.000	1.000 (n.s.)
Interacción 1 X 2	9	0.000	1.000 (n.s.)

TABLA IX. Análisis de varianza paramétrico "PECS"
 (Estadística Práctica de Ciencias Sociales)
 de dos vías.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrada	F	Significancia de F
Efecto principal	18.161	10	1.816	140.214	0.000
Tiempo	17.564	1	17.564	1536.044	0.000
Comida	0.597	9	0.066	5.122	0.000
Interacción de dos vías	0.537	9	0.060	4.611	0.000
Tiempo-Comida	0.537	9	0.060	4.611	0.000
Explicada	18.698	19	0.984	75.981	0.000
Residual	1.036	80	0.013		
Total	19.734	99	0.199		

de sus postulados dicen que: las larvas de peces no se alimentan de diatomeas o microflagelados (Lasker, 1975, 1978; Scura y Jerde, 1977) y que consumen presas cuyo tamaño mínimo debe de ser, por relaciones metabólicas mayor a 50 micras (Lasker et al., 1970; Lasker, 1975; Scura y Jerde, 1977; Hunter, 1977; 1981; citados por Rodríguez Murillo, 1983).

En contraste a este y trabajando con larvas de anchoveta E. mordax, Moffat (1981) y Carrillo-Solís (manuscrito no publicado), demuestran que las larvas de peces pueden utilizar partículas alimenticias menores de 45 micras.

De acuerdo a los resultados de estas nuevas investigaciones se planteó el probar si los microflagelados, como Tetraselmis sp, pueden ser considerados como una posible fuente de alimento para la corvina A. nobilis. Por desgracia, en cuanto a esta especie, no existen aún estudios realizados con los cuales poder realizar una comparación directa de los resultados obtenidos.

La supervivencia es un buen índice con el que puede ser evaluado del éxito o fracaso de una clase anual en poblaciones de peces marino (Rodríguez Murillo, 1983), así mismo como del éxito o fracaso de un experimento.

La figura 3 nos muestra el comportamiento de la supervivencia a través de todo el experimento en los diferentes tratamientos y se observa que no existe una relación entre los tratamientos y el % de supervivencia, para los tratamientos donde las concentraciones eran más altas (tratamientos 3A, 3B; 4A, 4B; 5A, 5B) se esperaba un porcentaje de supervivencia mayor, pero no fué así, la mortalidad total se presentó de manera similar para todos los tratamientos del experimento, incluido el control de inanición.

La figura 4 nos muestra la supervivencia en los días 7, 8 y 9 después de la eclosión; en esta gráfica se observa que para el día 7 no es aún visible el efecto de los tratamientos, aunque las réplicas 2B, 4A y 5A difieren notablemente de sus similares; lo sorprendente es que los valores máximos de

supervivencia se encuentran en los controles de inanición (1A, 1B). En el día 8 se observa un valor contrastante y drástico, para los tratamientos (4A, 4B y 5A, 5B) cuyas concentraciones de Tetraselmis sp son altas, el valor de supervivencia es menor del 20%; mientras que para los tratamientos 1A y 1B el % de supervivencia se encuentra entre el 60 % y el 70%.

Para el día 9 se observa que la supervivencia disminuye hasta valores menores del 6% presentándose ya mortalidad total en los tratamientos 2A, 4A y 5B.

En el día 7 se presentó un % de supervivencia aún alta para todos los tratamientos, pero el día crítico en que aumentó grandemente la mortalidad fué en el día 8 de tal manera que se presentó como total en los tratamientos 2A, 4A y 5B; en los restantes la mortalidad total se presenta hasta el día 9.

El diseño experimental de Moffat (1981) muestra que al utilizar Chlorella (<10 micras) en concentraciones de un rango entre 10 000- 19 000 cel/ml y en concentraciones bajas de microzooplancton (0 org/l, 100 org/l, 150 org/l, 300 org/l), los valores de supervivencia fueron altamente superiores en comparación a cuando Chlorella está ausente.

Moffat (op. cit) solo reporta valores cero de supervivencia cuando Chlorella está presente, pero no existe microzooplancton (0 org/l) como complemento alimenticio. Para este caso nuestros valores de cero supervivencia concuerdan, puesto que no se utilizó microzooplancton como complemento en ninguno de los dos casos.

En cuanto al crecimiento, Rodríguez Murillo (1983) reporta un mayor incremento, tanto en longitud estándar como en la tasa diaria de crecimiento para larvas de E. mordax a partir del séptimo día después de la eclosión, cuando existe una mayor concentración de Tetraselmis sp. En contraste para A. nobilis a diferentes concentraciones de Tetraselmis sp del día 0 al día

7 no se ve influenciado por efecto de los tratamientos, las tasas de crecimiento se presentan similares para los 5 tratamientos, incluido inanición, lo cual hace pensar que aunque existían altas concentraciones de microflagelados no fué suficiente para afectar de modo favorable en la supervivencia y el crecimiento de A. nobilis .

Ahora si planteamos que el éxito o fracaso de un experimento está en base a los índices de supervivencia y si consideramos que factores como la temperatura, salinidad, pH y O₂ disuelto no presentaron valores extremos como para afectar el desarrollo del experimento, entonces se podría concluir que A. nobilis no utiliza a Tetraselmis sp como fuente de alimento, pero no existe una evidencia completa como para aceptar esta conclusión.

Como alternativa se plantea criticar el diseño experimental, parece ser claro y de acuerdo a los estudios realizados por Moffat (1981), Rodríguez Murillo (1983) y Carrillo y Solís (manuscrito no publicado) se tiene éxito al demostrar la utilización de microflagelados como fuente alternativa de alimento, ya que de acuerdo a Moffat (1981) al utilizar microflagelados como suplemento alimenticio; no se influye propiamente en el crecimiento, pero reduce el déficit de energía de partículas alimenticias del tamaño apropiado y provee a las larvas de nutrientes trazas suplementarios, además señala la ventaja de que es probable que la presencia de microflagelados pueda estabilizar la calidad del agua de sistemas de cultivo estáticos.

Pero cabe señalar que todos los autores trabajan no solo con concentraciones de microflagelados, sino que utilizan microzooplancton (rotíferos, nauplios) como complemento y puede ser entonces que los resultados de supervivencia y crecimiento para A. nobilis se hayan visto afectados precisamente por carecer de microzooplancton como alimento complementario.

En definitiva no existen bases para negar que A. nobilis no utiliza a Tetraselmis sp como fuente de alimento, sino que es recomendable replantear

el diseño experimental y realizar estudios complementarios de los efectos de las altas concentraciones de microflagelados en sistemas de cultivo estáticos de cultivo y su influencia en estadios larvales, para A. nobilis en este caso, así como análisis de contenido estomacal para observar la posible presencia de microflagelados en el intestino.

De tal manera que con una mayor información sea posible llegar a determinar con seguridad si las larvas de Atractoscion nobilis utilizan microflagelados (Tetraselmis sp) como fuente de alimento.

BIBLIOGRAFIA

- Hjort, J. 1914 . Fluctuations in the great fisheries of northern Europe. --
Rapp. P. v. Reun. Const. Int. Explor. Mer. 20:1-228 pp.
- Houde, E. D. 1975 . Effects of stocking density and food density and food --
on survival, growth and yield of laboratory-reared larvae
of sea bream Archosargus rhomboidalis (L). (Sparidae). J.
Fish. Biol. 7:115-127 pp.
- Howell, B. R. 1973 . Marine fish culture in Britain. VIII. A marine rotifer,
Brachionus plicatilis Muller, and the larvae mussel, Mytilus
edulis L., as food for larval flat fish. J. Cons. Int. Explor.
Mer. 35:1-6 pp.
- Hunter, J. R. 1976 . Culture and growth of northern anchovy, Engraulis mordax
larvae. Fish. Bull. 74:81-88 pp.
- Lasker, R. 1975 . Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation
between inshore chlorophyll maximum layers and successful first
feeding. Fish. Bull. 73:453-462 pp.
- Lasker, R. 1981 . Marine fish larvae: morphology, ecology and relation to
fisheries. Univ. Washington Press., Seattle. 131 pp.
- Lasker, R., H. M. Feder, G. H. Theilacker y R. C. May. 1970 . Feeding, growth
and survival of Engraulis mordax reared in the laboratory.
Mar. Biol. 5:345-353 pp.

- Lasker, R. y J. R. Zweifel. 1978 . Growth and survival of first-feeding northern anchovy larvae (Engraulis mordax) in patches containing different proportions of large and small prey, p. 329-353. En: Spatial pattern in plankton communities (J. H. Steele, ed.) Plenum Press., New York.
- Marr, J. C. 1956 . The "critical period" in the early life history of marine fishes. J. Cons. Int. Explr. Mer. 21:160-170 pp.
- May, R. C. 1974 . Larval mortality in marine fishes and critical period concept, p. 3-19. En: The early life history of fish (H. S. Blaxter, ed.). Springer-Verlag., Berlin. 765 pp.
- Mikhman, A. S. 1969 . Some new data on the larval feeding of the Azov tyulke Clupeonella delicatula (Nordm.) and on the role of the nutritional factor in fluctuations in its abundance. Ichtyol. 9:666-673 pp.
- Moffat, N. M . 1981 . Survival and growth of northern anchovy larvae on low zooplankton densities as affected by the presence of a Chlorella bloom. Rapp. P. v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 178:475-482 pp.
- O'Connell, C. P. y L. P. Raymond. 1970 . The effect of food density on survival and growth of early post yolk-sac larvae of northern anchovy (Engraulis mordax Girard) in the laboratory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 5:187-197 pp.

Scura, E. C. y C. W. Jerde. 1977 . Various species of phytoplankton as food for larval anchovy Engraulis mordax , and relative nutritional value of the dinoflagellates Gymnodinium splendens and Gonyaulax polyedra . Fish Bull. 75:577-583 pp.

Theilacker, G. H. y M. F. MacMaster. 1971 . Mass culture of the rotifer -- Brachionus plicatilis and its evaluation as food larval anchovies. Mar. Biol. 10:183-188 pp.

Vladimirov, V. J. 1975 . Critical periods in the development of fish. J. Ichtyol. 15:851-868 pp.

Vlymen, W. J. 1977 . A mathematical model of the relation ship between larval anchovy (Engraulis mordax) growth, prey microdistribution and larval behavior. Env Biol. Fish. 2 (3):211-233 pp.