

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

EFECTO DEL NANOFLAGELADO *Tetraselmis suecica*
SOBRE EL CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA
Y CONDICION LARVAL DEL GRUNON
Leuresthes tenuis AYRES.

T E S I S
MAESTRIA EN CIENCIAS

Lourdes Vásquez Yeomans

RESUMEN de la tesis de Lourdes Vasquez Yeomans, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en OCEANOGRAFIA con opción en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México.

Efecto del nanoflagelado *Tetraselmis suecica*
sobre el crecimiento, supervivencia
y condición larval del grunón
Leuresthes tenuis Ayres.

Resumen aprobado por:



Enrique Carrillo Barrios-Gómez
Director de Tesis

A fin de probar al nanoflagelado *Tetraselmis suecica* como fuente única o como complemento de alimento para larvas del grunón *Leuresthes tenuis* Ayres, se cultivaron en laboratorio un total de 6,300 larvas obtenidas mediante fertilización e incubación artificial. Para ello se registró la supervivencia, crecimiento y condición larval en tres series experimentales, primeras dos con una duración de 14 días y la última de 20 días.

En la Serie 1, se recibió el nanoflagelado *Tetraselmis suecica* como única fuente de alimento a 5 concentraciones.

concentraciones (0; 5,000; 10,000; 50,000 y 100,000 cel/ml). En la Serie 2, se proporcionaron como alimento nauplios de *Artemia salina* a 6 diferentes concentraciones (0; 50; 100; 500; 1,000 y 4,000 nauplios/litro), a una subserie se le añadieron nanoflagelados *Tetraselmis suecica* (5,000 cel/ml) y otra se mantuvo sin nanoflagelados. La Serie 3, de inanición irreversible, consistió en retrasos sucesivamente mayores de la primera alimentación (1, 4, 7, 10, 13 y 16 días después de la eclosión); incluyendo una subserie en presencia del nanoflagelado *Tetraselmis suecica* (5,000 cel/ml) y otra sin nanoflagelados. A partir del día de primera alimentación se mantuvo en todos acuarios una concentración de 1,000 nauplios de *Artemia salina* por litro.

En la Serie 1 (únicamente nanoflagelados), la supervivencia, el crecimiento y la condición larval aumentaron conforme se incrementó la concentración de *Tetraselmis suecica*. El aumento fue sustancialmente mayor en la supervivencia; se consiguieron valores promedio de 58% a la más alta concentración de nanoflagelados (100,000 cel/ml). En la Serie 2 (nauplios con y sin nanoflagelados), la supervivencia, el crecimiento y la condición larval aumentaron a medida que se incrementó la concentración de nauplios de *Artemia salina*. El efecto de los nanoflagelados sólo fue evidente en la supervivencia; la mayor diferencia se observó a 1,000 nauplios/litro, con una supervivencia promedio de 69% en presencia de nanoflagelados y de 58% en ausencia de los mismos.

En la Serie 3 (retraso de la primera alimentación con y sin nanorlagelados), la supervivencia, el crecimiento y la condición larval disminuyeron conforme se retrasó el día de la primera alimentación. El efecto de los nanorlagelados se reflejó únicamente en la tasa de crecimiento; la diferencia más marcada se registró para 13 días de retraso, con una tasa de crecimiento promedio de 0.112 mm/día con nanorlagelados y de 0.056 mm/día sin nanorlagelados.

De los dos factores de condición; uno, el índice K de Fulton, no mostró un patrón definido. En cambio, la razón altura/longitud respondió consistentemente a los cambios en las condiciones de alimentación; por lo que se considera el factor de condición más adecuado para las larvas del grujón Leuresthes tenuis.

A partir de los resultados se concluye que las larvas del grujón Leuresthes tenuis tienen cierta capacidad para aprovechar nanorlagelados como fuente única de alimento, y sobre todo como complemento alimenticio. Con respecto a trabajos anteriores, resulta notable que el efecto del nanorlagelado Terraselmis speciosa como complemento alimenticio se haya manifestado a pesar de la concentración relativamente baja de nanorlagelados empleada y del mayor tamaño y grado de desarrollo de las larvas del grujón frente a las de otras especies. Esto contribuye a la revaloración de las partículas pequeñas, más abundantes en el mar, como fuente potencial de alimento de larvas de peces.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA MARINA

EFFECTO DEL NAHOFLAGELADO Tetraselmis suecica
SOBRE EL CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA
Y CONDICION LARVAL DEL GRUPO
Leuresthes tenuis AYRES.

TESIS

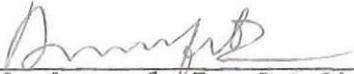
que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para
obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta

LOURDES VASQUEZ YEOMANS

Ensenada, B. C.

Agosto de 1967

TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:



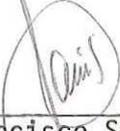
M.C. Anamaría Escofet Giansone, Suplente Director de Tesis



Dr. José Rubén Lara Lara, Miembro del Comité



M.C. Gregory Hammann, Miembro del Comité



M.C. Francisco Suárez Vidal, Miembro del Comité



M.C. Gregory Hammann, Jefe del Departamento de Ecología Marina



Dr. José Rubén Lara Lara, Director Interino de la División de Oceanología

C. Nava B.

M.C. Cuauhtémoc Nava Button, Director Académico Interino

Tesis presentada en Agosto 13, 1987.

A mi esposo Eloy

con amor

A mis padres Gilberto y Rebeca
quienes con sus valiosos consejos
y apoyo incondicional me ayudaron
a concluir esta etapa de mi vida

A mis hermanos
Claudia, Candelis, Rebeca
y Rubén por la confianza que
siempre me manifestaron

Agradezco de forma especial al Dr. Enrique Carrillo Barrios-Gómez por el entusiasmo con que me guió hacia el estudio de huevos y larvas de peces, por haberme aceptado como becario en su laboratorio y posteriormente haberme asesorado como estudiante de posgrado.

A los miembros de mi comité de tesis: Dr. Rubén Lara Lara, M. C. Gregory Hammann y M. C. Francisco Suárez Vidal por sus comentarios y sugerencias para el mejoramiento de esta tesis.

A los maestros que tuve en CICESE por los conocimientos que me transmitieron y que contribuyeron a mi formación.

Al Dr. Alejandro Chagoya por la gran calidad humana que lo caracteriza y por la orientación estadística para el tratamiento de los datos de esta tesis.

A la M. C. Anamaria Escofet por el ejemplo y dedicación que siempre admiré en ella.

Al grupo de Ecología Pesquera, M. C. Gregory Hammann, M. C. Jorge A. Rosales Casian, Oc. Ernestina Castro Longoria y P. O. Angélica Ramírez por la ayuda proporcionada durante la parte experimental de la tesis así como por su compañerismo.

Al Oc. Guillermo Gutiérrez por la ayuda brindada en la corrección de programas de graficado, y al B.C. Cuauhtémoc Nava por la elaboración del programa de mortalidad.

A los MM. CC. Manuel Grijalva Chon y Reyna Castro Longoria por su participación en las colectas de grüñones y por la gran amistad compartida durante nuestros estudios.

A mi hermana Rebeca Vázquez Yeomans, por su entusiasta y constante ayuda, tanto en salidas a coleccionar grüñones como en el trabajo de laboratorio.

A Don Félix Vázquez y Familia por su ayuda y colaboración durante todas las salidas a coleccionar grüñones.

A todos los estudiantes de Biología que participaron en las salidas a coleccionar grüñones..

A mi suegra Delta Cordero de Sosa y abuelita Nicolasa por la confianza y apoyo que me brindaron.

Al CoNaCyT por el apoyo económico recibido durante los tres años de estudios en CICESE, y al CIQRO por el apoyo que me permitió concluir el presente trabajo de tesis.

CONTENIDO

	Página
I INTRODUCCION	1
II MATERIALES Y METODOS	12
II.1 Obtención de huevecillos y larvas	12
II.2 Condiciones de cultivo	13
II.3 Alimento	15
II.4 Diseño experimental	17
II.5 Técnicas de muestreo y medición	20
II.6 Análisis y procesamiento de datos	25
III RESULTADOS	33
III.1 Condiciones generales de experimentación	33
III.2 Longitud estandar final	37
III.3 Tasa de crecimiento	44
III.4 Factores de condición	56
III.5 Supervivencia final	66
III.6 Análisis de curvas de supervivencia	73
IV DISCUSION	82
V CONCLUSIONES	107
LITERATURA CITADA	108

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Longitud estandar final (mm) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <u>Tetraselmis suecica</u> .	41
2	Longitud estandar final (mm) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <u>Artemia salina</u> .	43
3	Longitud estandar final (mm) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con (●) y sin (○) <u>Tetraselmis suecica</u> .	45
4	Tasa de crecimiento (mm/día) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <u>Tetraselmis suecica</u> .	46
5	Tasa de crecimiento (mm/día) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <u>Artemia salina</u> con y sin (▲) <u>Tetraselmis suecica</u> .	52
6	Tasa de crecimiento (mm/día) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con (●) y sin (○) <u>Tetraselmis suecica</u> .	55
7	Razón altura/longitud, de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <u>Tetraselmis suecica</u> .	57

LISTA DE FIGURAS (Cont.)

Figura		Página
8	Razón altura/longitud, de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin (Δ) <i>Tetraselmis suecica</i> .	59
9	Índice K de Fulton, de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin (Δ) <i>Tetraselmis suecica</i> .	61
10	Razón altura/longitud, de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin (Δ) <i>Tetraselmis suecica</i> .	63
11	Índice K de Fulton, de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin (Δ) <i>Tetraselmis suecica</i> .	65
12	Porcentaje de supervivencia final de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <i>Tetraselmis suecica</i> .	68
13	Porcentaje de supervivencia final de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con (\bullet) y sin (\circ) <i>Tetraselmis suecica</i> .	70
14	Porcentaje de supervivencia final de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin (Δ) <i>Tetraselmis suecica</i> .	72

LISTA DE FIGURAS (Cont.)

Figura		Página
15	Supervivencia diaria (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <u>Tetraselmis suecica</u> . Las flechas señalan el día de absorción del vitelo.	74
16	Supervivencia diaria (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <u>Artemia salina</u> y sin <u>Tetraselmis suecica</u> . Las flechas indican el día de absorción del vitelo.	76
17	Supervivencia diaria (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <u>Artemia salina</u> y con <u>Tetraselmis suecica</u> . Las flechas indican el día de absorción del vitelo.	77
18	Supervivencia diaria (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación y sin <u>Tetraselmis suecica</u> . Las flechas indican el día de absorción del vitelo y las líneas (-----) el día de primera alimentación.	79
19	Supervivencia diaria (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación y con <u>Tetraselmis suecica</u> . Las flechas indican el día de absorción del vitelo y las líneas (-----) el día de primera alimentación.	80

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Diseño experimental. Efecto de diferentes concentraciones de <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 1), en el crecimiento y supervivencia de estadios larvales de <i>Leuresthes tenuis</i> .	18
II	Diseño experimental. Efecto de diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 2), en el crecimiento y supervivencia de estadios larvales de <i>Leuresthes tenuis</i> .	19
III	Diseño experimental. Efecto del retraso de la primera alimentación con nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 3), en el crecimiento y supervivencia de estadios larvales de <i>Leuresthes tenuis</i> .	21
IV	Longitud estándar inicial (mm) de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> con diferentes fechas de eclosión, y su análisis de varianza.	24
V	Porcentajes de supervivencia final, de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas con 5,000 cel/ml de <i>Tetraselmis suecica</i> y su análisis de varianza.	30
VI	Resumen de las condiciones generales de cultivo de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> , a diferentes concentraciones de <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 1).	34
VII	Resumen de las condiciones generales de cultivo de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> , a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 2).	35

LISTA DE TABLAS (Cont.)

Tabla		Página
VIII	Resumen de las condiciones generales de cultivo de larvas <i>Leuresthes tenuis</i> , a diferentes días de retraso de la primera alimentación con nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 3).	38
IX	Longitud promedio final (mm) de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 1) y su análisis de varianza.	41
X	Longitud promedio final (mm) de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 2), y su análisis de varianza.	43
XI	Longitud promedio final (mm) de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 3), y su análisis de varianza.	45
XII	Ecuaciones de crecimiento (Longitud \hat{L} estimada después de 14 días de la eclosión), tasas de crecimiento (\hat{b} y $+ S_b$), valor de "t Student" para la prueba de ($b=0$; $b \neq 0$) y coeficientes de correlación de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> (Serie 1).	46
XIII	Tasa de crecimiento diaria (mm/día) de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 1), y su análisis de varianza.	48

LISTA DE TABLAS (Cont.)

Tabla		Página
XIV	Ecuaciones de crecimiento (Longitud \hat{L} estimada después de 14 días de la eclosión), tasas de crecimiento (\hat{b} y $+ S_{\hat{b}}$), valor de "t de Student" para la prueba de ($b=0$; $b \neq 0$) y coeficientes de correlación de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> (Serie 2).	50
XV	Tasa de crecimiento diaria (mm/día) de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 2), y su análisis de varianza.	52
XVI	Tasa de crecimiento promedio (mm/día) de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 3), y su análisis de varianza.	55
XVII	Razón altura/longitud de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 1), y su análisis de varianza.	57
XVIII	Razón altura/longitud de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 2), y su análisis de varianza.	59
XIX	Índice K de Fulton de larvas de <i>Leuresthes tenuis</i> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <i>Artemia salina</i> con y sin <i>Tetraselmis suecica</i> (Serie 2), y su análisis de varianza.	61

LISTA DE TABLAS (Cont.)

Tabla		Página
XX	Razón altura/longitud de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin <u>Tetraselmis suecica</u> (Serie 3), y su análisis de varianza.	63
XXI	Índice K de Fulton de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin <u>Tetraselmis suecica</u> (Serie 3), y su análisis de varianza.	65
XXII	Supervivencia final (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de <u>Tetraselmis suecica</u> (Serie 1) y su análisis de varianza.	68
XXIII	Supervivencia final (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de nauplios de <u>Artemia salina</u> con y sin <u>Tetraselmis suecica</u> (Serie 2), y su análisis de varianza.	70
XXIV	Supervivencia final (%) de larvas de <u>Leuresthes tenuis</u> de 20 días de edad, cultivadas a diferentes días de primera alimentación con y sin <u>Tetraselmis suecica</u> (Serie 3), y su análisis de varianza.	72

EFFECTO DEL NANOFLAGELADO *Tetraselmis suecica* SOBRE EL
CRECIMIENTO, SUPERVIVENCIA Y CONDICION LARVAL DEL GRUNGH
Leuresthes tenuis Ayres.

I. INTRODUCCION

La mayoría de los peces marinos pasan al inicio de su vida por estadios larvales, y está bien documentado que presentan mortalidades típicamente altas (5-25% por día, Dahlberg, 1979). Se cree que la variación año con año en las tasas de mortalidad durante el período larval es la principal causa de variabilidad en la fuerza de la clase anual (Hempel, 1965).

Los biólogos pesqueros están particularmente interesados en dos aspectos: 1) La cuantificación de las variables de crecimiento y supervivencia larvales, relacionándolas al subsecuente reclutamiento de la clase anual, y su aplicación a las relaciones tradicionales de stock-reclutamiento; 2) El uso potencial de esta información en la evaluación de los efectos crecientes de contaminación y otras perturbaciones ambientales, debido a la fragilidad y sensibilidad de las larvas (Laurence, 1979).

Debido a todo lo anterior, el estudio acerca de los estadios iniciales del ciclo de vida de los peces ha recibido un énfasis creciente (Blaxter, 1974; Lasker y Sherman, 1981; Laurence, 1982; Rothschild y Rooth, 1982).

Hjort (1914, 1926) señaló que precisamente los estadios larvales iniciales del ciclo de vida de los peces, son los más vulnerables y que su supervivencia está afectada principalmente por el alimento. Sugirió que la escasez de alimento al tiempo que la larva empieza alimentarse ocasiona mortalidades masivas; citó como evidencia, las experiencias de criadores de peces que observaron la presencia de un período particularmente sensitivo al momento de agotarse el vitelo. Esto se conoce como, la hipótesis del "Período Crítico" de Hjort.

Uno de los primeros trabajos que investigó la importancia de la alimentación inicial en larvas de peces marinos fue el de Blaxter y Hempel (1963) para larvas de *Clupea harengus* L. Ellos denominaron "punto de no retorno" o "inanición irreversible", al tiempo o momento a partir del cual las larvas ya no pueden alimentarse a pesar de disponer de alimento.

Además de las variables ambientales y disponibilidad de presas, el crecimiento y supervivencia larvales dependen de un conjunto de características fisiológicas y de comportamiento propias de la especie. Así la concentración de alimento

necesaria para promover el crecimiento y supervivencia larvales variará entre las especies debido a diferencias interespecificas en: tamaño de huevo y por tanto desarrollo al eclosionar; resistencia a la inanición; estrategias de alimentación; tasas de crecimiento y demandas metabólicas (Theilacker y Dorsey, 1980; Laurence, 1982).

Gran parte de la investigación sobre ecología larval está basada en experimentos de laboratorio, los cuales han demostrado que tanto la supervivencia como el crecimiento larvales están directamente relacionados con la concentración de alimento (O'Connell y Raymond, 1970; Wyatt, 1972; Houde, 1975, 1977; Werner y Blaxter, 1981). Sin embargo su verificación en el medio ambiente natural ha sido difícil (May, 1974a; Leggett, 1986).

En experimentos de laboratorio, la mayoría de las estimaciones de las concentraciones de alimento requeridas para obtener tasas de supervivencia elevadas (10%-50%) se ubican entre 1,000 y 4,000 microcopépodos por litro (m.c.l.) (O'Connell y Raymond, 1970; Wyatt, 1972; Laurence, 1974; Haegeler y Outram, 1978; Werner y Blaxter, 1980) y valores mucho mayores para presas más pequeñas, como por ejemplo fitoplanctones (Lasker, 1975). Es evidente que tales concentraciones son mucho mayores que las detectadas, en promedio, para sus hábitats naturales. Por ejemplo, en mar

abierto, de 13-40 nauplios/l y típicamente de 1-7 copepoditos/l; mientras que en áreas cerradas como lagunas, bahías y estuarios ocurren cantidades mucho mayores de nauplios y copepoditos combinados, más de 200/l (Hunter, 1981), pero aún así, menores a las concentraciones mínimas teóricas de alimento que se han establecido como necesarias para evitar la muerte por inanición. Esta disparidad condujo a postular la hipótesis de que la supervivencia larval dependía del parchado a pequeña escala del alimento (Hunter, 1972, 1981; Hunter y Thomas, 1974; Lasker, 1981).

Algunas de las características de las larvas de primera alimentación que según Lasker (1978) justificarían la necesidad de parches son:

- i) Una capacidad ineficiente para capturar alimento durante los primeros días de alimentación exógena.
- ii) El requerimiento metabólico relativamente elevado.
- iii) La pequeña boca restringe el tamaño máximo de partículas que puede capturar.
- iv) La interrupción de la alimentación durante la noche.

Sin embargo Houde (1978) obtuvo resultados diferentes para

larvas de tres especies de peces marinos subtropicales. Houde (op. cit.) reportó concentraciones de alimento mínimas (10-100 planctones/l) para lograr supervivencia significativa, concentraciones de alimento dentro del rango típico de su medio natural. Consecuentemente sugirió que el alimento no es un factor tan importante en la supervivencia larval y descartó la necesidad de parches, no obstante, reconoce que su presencia puede mejorar la probabilidad de supervivencia larval.

Además de lo encontrado por Houde (1978), se han considerado de nuevo fuentes alternativas de alimento en base a que las larvas ingieren partículas inertes y de tamaño pequeño, así como huevos de copépodos (Theilacker y Dorsey, 1980; Castro Longoria, 1986; Brewer y Kleppel, 1986). También se ha reportado que algunas larvas no requieren de una concentración umbral de presas para iniciar su primera alimentación (Houde, 1983; Kiorboe et al., 1985), y se ha demostrado el potencial aprovechamiento de organismos fitoplanctónicos tales como *Paylova lutheri*, *Isochrysis galbana*, *Phaeodactylum tricorutum*, *Tetraselmis* sp. así como varias especies de *Chlorella* (Howell, 1973, 1979; Scott y Baynes, 1979; Scott y Middleton, 1979; Moffatt, 1981; Rodríguez Murillo, 1983; Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara, Manuscrito).

Una de las características distintivas de los experimentos de Houde (1975, 1977, 1978) es el establecimiento de

floramientos fitoplanctónicos; estos a los que denominó "agua verde", debido a la coloración producida por microalgas tales como: *Chlorella* sp., *Anacystis* sp. *Nanochloris* sp. *Tetraselmis* sp. y *Dunaliella* sp. entre otras, no fueron controlados a lo largo del período experimental. Se ha pensado que el agua verde tiene la función de acondicionador que reduce los efectos nocivos de la acumulación de productos metabólicos nitrogenados y además provee de oxígeno a sistemas de cultivo estáticos (Harada, 1970; Houde, 1973, 1975).

Aunque las larvas parecen incapaces de sobrevivir y crecer cuando se les ofrecen pequeños fitoplanctones como única fuente de alimento (Houde, 1973; Scura y Jerde, 1977), se ha demostrado que las larvas los ingieren, quizás inadvertidamente y en virtud de su abundancia (Theilacker y Dorsey, 1980; Moffatt, 1981), Moffatt (op. cit.) considera válido suponer que las células algales encontradas en el intestino de las larvas representen cierto valor nutritivo y sugiere que pueden ser un complemento directo e indirecto para larvas cultivadas a concentraciones de alimento relativamente bajas. Resultados similares obtuvo Rodríguez Murillo (1983) con larvas de anchoveta *Engraulis mordax* sujetas a bajas concentraciones de alimento (microzooplancton) y en presencia del nanoflagelado *Tetraselmis* sp.

Por otro lado, se ha investigado la contribución de

algunas microalgas, en la nutrición de larvas de una especie de lenguado *Scophthalmus maximus* (Howell, 1973; 1979; Baynes et al., 1979; Scott y Middleton, 1979; Watanabe et al., 1983) quienes señalan la relevancia de los ácidos grasos que contienen algunas microalgas. También indican que ante la aparente incapacidad de las larvas para aprovechar directamente las microalgas, podría darse un beneficio indirecto mediante el consumo de presas alimentadas a su vez de dichas microalgas, o bien que podrían ser parcialmente digeridas en los intestinos de las presas, conclusión sugerida también por Morratt (1981).

Otros estudios han encontrado que el valor biológico de las microalgas marinas, *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana*, *Dunaliella tertiolecta* y *Chlorella stigmatophora*, es excelente y pueden ser usadas como fuente potencial de proteínas (Fábregas y Herrero, 1985).

Otro aspecto interesante del uso de microalgas marinas en la dieta de peces es el hecho de que podrían sustituir al menos en parte la adición de minerales a la dieta, debido a la gran capacidad de las microalgas marinas para acumular elementos traza (Fábregas y Herrero, 1986).

A partir de las investigaciones mencionadas parece claro que las partículas pequeñas cuyas abundancias relativas figuran entre las mayores en el medio natural (Sheldon y Parson, 1967;

Frank y Leggett, 1986), no pueden seguirse ignorando como una posible fuente complementaria de alimento en el mar, para larvas de peces.

El grujón *Leuresthes tenuis* es un pez de la familia Atherinidae que pasa su vida entera cerca de las costas (Moffatt y Thomson, 1975). Su distribución geográfica lo localiza desde Bahía Monterrey en California hasta Bahía Magdalena en Baja California Sur. Aunque no es una especie de importancia económica, lo es de importancia recreacional debido a su singular hábito de reproducción (Moffatt, 1976; Moffatt y Thomson, 1975).

Su época de desove se extiende desde finales de Febrero hasta principios de Septiembre (Walker, 1952). El desove se realiza masivamente, con periodicidad semilunar, de acuerdo con las mareas recedentes mas altas (Walker, 1949).

El apareamiento ocurre fuera del agua y los huevos que son grandes y ricos en vitelo, cuyo diámetro va de 1.7-2.2 mm (Moffatt y Thomson, 1975), son depositados en la arena húmeda, donde se lleva a cabo su desarrollo (Walker, 1952). La incubación dura hasta la siguiente serie de mareas altas (menos de dos semanas), cuando las olas erosionan la playa y estimulan la eclosión de las larvas (Walker, 1949).

Las larvas recién eclosionadas miden entre 6.7 y 8.9 mm de longitud estandar (Hubbs, 1965; May, 1971), son grandes, activas y bien desarrolladas (ojos pigmentados, boca e intestinos funcionales) y agotan sus reservas vitelinas aproximadamente al cuarto día después de la eclosión (May, 1971).

En el mar las larvas del gruñón *L. tenuis* tienen una distribución vertical eminentemente neustónica, como es característico de los aterinidos (Lindsay et al., 1978), y son estacionalmente abundantes en las bahías y estuarios del sur de California (Horn, 1980; Leithiser, 1981). Recientemente se reportó que las larvas de aterinidos ocuparon el segundo lugar en abundancia dentro del Estero de Punta Banca, Baja California., dicho estudio abarcó de Marzo a Agosto de 1985 coincidiendo con la época de desove del gruñón (Castro Longoria y Grijalva Chon, 1986).

Por otro lado, se encontró que para larvas de aterinidos, su dieta varía en función de la talla larval. Para larvas menores de 10 mm de longitud total, la mayor parte de su alimento consiste de nauplios de copepodos y protozoarios tintinidos, mientras que para tallas mayores (10-28 mm) la mayoría de las presas la constituyen los copepodos *Oithona* sp., *Euterpina acutirrons* y *Corycaeus anglicus* (Kauffman et al., 1981).

La mayor parte de las investigaciones de laboratorio sobre larvas de grujón *L. tenuis* se refieren al efecto de factores físicos sobre su desarrollo y fisiología. Así, se ha estudiado su desarrollo embrionario y larval con respecto a la temperatura (Hubbs, 1965; Ehrlich y Farris, 1971; Ehrlich y Muszynski, 1982), la tolerancia de sus larvas a la salinidad (Reynolds et al., 1976) y el efecto de sustancias tóxicas (Rosales Casian, 1986).

Sobre la ecología alimenticia de sus larvas solo se cuenta con un trabajo experimental (May, 1971) cuyo objetivo fue investigar en detalle los cambios tanto morfológicos como de composición bioquímica que tienen lugar en las larvas a las que se les retrasa la primera alimentación. Dicho autor destaca, que las larvas del grujón son extremadamente resistentes a la falta de alimento bajo condiciones de laboratorio; que no existe el punto de "inanición irreversible" y que no presentan el "período crítico" en el sentido clásico de Hjort (1914).

El interés de trabajar con el grujón *Leuresthes tenuis* se apoya en las siguientes consideraciones:

- i) Su alimentación larval ha sido poco estudiada, a la fecha solo existe el trabajo de May (1971). En especial no se ha evaluado el efecto de diferentes niveles de alimento sobre el crecimiento y supervivencia de las larvas.

ii) El patrón de comportamiento exhibido frente al retraso de la alimentación (May, 1971) difiere respecto a la mayoría de las larvas estudiadas (Blaxter y Hempel, 1963; Lasker et al., 1970; Houde, 1974; McGurk, 1964).

iii) La disponibilidad de organismos y la fácil manipulación de sus huevos y larvas.

En el laboratorio de Ecología del Zooplancton Marino del CICESE, se ha desarrollado una línea de investigación centrada en evaluar fuentes alternativas y/o complementarias de alimento y su impacto en la ecología alimenticia de larvas de peces marinos (Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara, Manuscrito; Rodríguez Murillo, 1983; Quiñonez Velázquez, 1985 y Gil Hernández, 1986). Asimismo este trabajo de tesis forma parte de la misma.

El objetivo de este trabajo es probar al nanoflagelado *Tetraselmis suecica* como fuente única y/o complementaria de alimento para larvas del grujón *Leuresthes tenuis* (Ayres). Para lograr dicho objetivo se tomaron en consideración tres diferentes aspectos: 1) nanoflagelados *Tetraselmis suecica*, como única fuente de alimento; 2) la presencia de nanoflagelados en adición a nauplios de *Artemia salina*, a diferentes concentraciones y 3) retraso del día de primera alimentación con y sin nanoflagelados.

II. MATERIALES Y METODOS

II.1 Obtención de huevecillos y larvas

Los machos y hembras de *Leuresthes tenuis* fueron colectados en diferentes fechas a lo largo de la época de desova entre Abril y Julio, de 1985, en las playas arenosas de Playitas, Playa Hermosa y Barra del Estero, en la Bahía de Todos Santos, B.C.

A los ejemplares colectados se les extrajeron sus gametos oprimiéndoles el vientre, mismos que se colocaron y mezclaron en un recipiente de vidrio con 300 ml de agua de mar fresca. Se trató de mantener una proporción de 3 machos por 1 hembra, reportada para el apareamiento natural (Walker, 1952). Inmediatamente después se trasladaron al laboratorio de Ecología Pesquera del CICESE, donde se renovó varias veces el agua del frasco por agua limpia.

Se midió el volumen total de huevecillos, el cual se repartió equitativamente en las botellas de incubación (botellas de suero clínico) con capacidad de 500 ml, las cuales se llenaron con 400 ml de agua de mar filtrada y de 15-25 ml de huevecillos. Se les proporcionó aireación moderada a fin de mantener los huevecillos suspendidos y protegidos contra la luz cubriéndolos con papel aluminio. La temperatura de incubación

constante fue de aproximadamente 18° C. Esta técnica de incubación que no había sido utilizada para esta especie, nos proporcionó resultados excelentes en cuanto al desarrollo uniforme de los huevecillos, gran cantidad de larvas al momento de la eclosión y facilidad de manipulación, mismos que no fueron obtenidos con la técnica tradicional de arena.

Después de 10 a 12 días de incubación se estimuló la eclosión mediante un aumento brusco en la aireación. Las larvas recién eclosionadas fueron transferidas a recipientes de 10 litros con agua de mar filtrada y de aquí se extrajeron al azar para distribuir las en los recipientes de cultivo.

II.2 Condiciones de cultivo

Los recipientes de cultivo utilizados fueron circulares, de color negro de material acrílico polivinílico, de 34 cm de diámetro y 14 cm de altura, como los utilizados por Lasker et al., (1970). El ordenamiento de los recipientes de cultivo en el espacio físico se hizo al azar.

Los recipientes se llenaron con 10 litros de agua de mar, obtenida del Laboratorio de Acuicultura del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (U.A.B.C). El agua se almacenó en recipientes de plástico "Nalgene" de 200 litros de capacidad y al momento de utilizarse se hizo pasar a través de tres

filtros "Hytrex" de 10μ , 5μ y 3μ respectivamente.

Se mantuvieron condiciones semiestáticas de cultivo y sin aireación a lo largo del período experimental. A todos los recipientes se les efectuó limpieza, sobre todo del fondo, cada cuatro días después de la primera alimentación, renovando el volumen extraído con agua de mar limpia. Se trabajaron dos diferentes densidades de larvas señaladas en las tablas I, II y III, mismas que se encuentran dentro del rango recomendado en la literatura (Houde, 1975; 1977).

La temperatura del cuarto de cultivo, a lo largo del período experimental, fue controlada por medio de un sistema de aire acondicionado con filtración electrostática y se mantuvo alrededor de 18.5°C . Esta temperatura se encuentra en el punto medio del rango de desove $14-22^{\circ}\text{C}$ (May, 1971; Ehrlich y Muszynski, 1982). La salinidad permaneció prácticamente constante, en $33.5 \pm 1 \text{‰}$.

La iluminación fue proporcionada por tubos fluorescentes de luz blanca-fría de 75 watts, suspendidos a 40 cm sobre los recipientes de cultivo. La iluminación de este sistema se localizó dentro del rango de 2500-2800 lux sugeridos para el cultivo de estadios larvales de peces en laboratorio (Houde y Palko, 1970). El fotoperíodo proporcionado para los experimentos fue de 14 horas luz y 10 horas de oscuridad. Sin

embargo para la primera y última hora de iluminación, se redujo la intensidad al 50% de lo normal a fin de evitar un cambio brusco.

II.3 Alimento

Se utilizaron como fuentes de alimento el nanoflagelado *Tetraselmis suecica* y nauplios del crustáceo *Artemia salina* así como combinaciones de ambos, en las concentraciones indicadas en las tablas I, II y III. Las concentraciones fueron seleccionadas tomando como referencia varios trabajos de alimentación larval (May, 1970; O'Connell y Raymond, 1970; Houde, 1978; Moffatt, 1981; Werner y Blaxter, 1981; Rodríguez Murillo, 1983).

T. suecica pertenece al grupo Prasinophyceae. Se caracteriza por ser unicelular, móvil y de color verde (Padilla, 1975). Su tamaño (7-9 μ m de diámetro) la encuadra en la fracción planctónica denominada nanoplancton (Parsons et al., 1984). Esta especie fue cultivada y mantenida en el laboratorio de fitoplancton, de Ecología Pesquera del CICESE, para lo cual se utilizaron los métodos tradicionales de cultivo de fitoplancton, empleando el medio de cultivo F/2 (Guillard, 1975). La inoculación de *T. suecica* a los tanques de cultivo se hizo 48 horas antes de incorporar las larvas para la Serie I (únicamente nanoflagelados), con el fin de reducir al mínimo

las grandes fluctuaciones numéricas observadas en los primeros días. Para las otras dos Series se hizo 24 horas antes.

Los nauplios de *A. salina* se han probado como fuente de alimento excelente para algunas larvas (Beck, 1977; Haegele y Outram, 1978; Werner y Blaxter, 1981) y han sido utilizados como alimento para larvas de grüñones (May, 1971). Para el presente estudio se decidió trabajar con nauplios recién eclosionados, debido principalmente a que los primeros estadios naupliares poseen un mayor contenido calórico (aproximadamente 0.00937 cal/individuo), y su calidad nutricional disminuye con la edad (Benijts et al., 1976).

Los nauplios fueron obtenidos de la eclosión de quistes de la Bahía de San Francisco, California siguiendo la metodología propuesta por Sörgeloos y Persoone (1975). Para la separación se utilizaron 2 matraces Kitasato de 500 ml, uno obscuro y uno claro unidos por los pibotes. En el obscuro se colocó la mezcla a separar (nauplios-quistes), el claro contenía agua de mar fresca y quedaba orientado hacia una fuente constante de luz para aprovechar la respuesta fototáctica positiva que los caracteriza. Al tiempo que el matraz claro quedaba denso y puro (fuente de nauplios), se separaban y renovaba con agua de mar limpia. De la fuente de nauplios acumulada se cuantificaba una muestra bajo el microscopio estereoscópico y después se distribuía a los recipientes de cultivo de acuerdo a la

concentración faltante. Para la Serie 2 (concentraciones de nauplios), el alimento se proporcionó el día 4 después de la eclosión. Para la Serie 3 (inanición irreversible), varió el día de primera alimentación.

II.4 Diseño experimental

Se elaboraron tres diseños en correspondencia a tres Series experimentales. Las larvas utilizadas correspondieron a tres desoves de diferentes fechas.

Serie experimental 1: Únicamente nanoflagelados. Diseño unifactorial, *Tetraselmis suecica* con 5 niveles de densidad (0; 5,000; 10,000; 50,000 y 100,000 cel/ml), Tabla I. La duración del experimento abarcó 15 días, incluyendo el día cero o día de la eclosión y los 14 días posteriores, con tres réplicas para cada condición.

Serie experimental 2: Concentraciones de nauplios. Diseño bifactorial, primer factor: nauplios de *Artemia salina*, 6 niveles de densidad (0; 50; 100; 500; 1,000 y 4,000 nauplios/l), segundo factor: *T. suecica*, 2 niveles de densidad (0 y 5,000 cel/ml) Tabla II. La duración del experimento abarcó 15 días, correspondientes al día cero o día de la eclosión y los 14 días posteriores, con tres réplicas para cada condición. Esta serie experimental se dividió en dos

TAULA I DISEÑO EXPERIMENTAL. EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica (Serie 1), EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE ESTADIOS LARVALES DE Leuresthes tenuis.

EXPERIMENTO ¹	DENSIDAD DE LARVAS (no/l)	CONCENTRACION DESIGNADA DE <u>Tetraselmis suecica</u> (cel/ml)
1A	10	5,000
1B	10	5,000
1C	10	5,000
2A	10	10,000
2B	10	10,000
2C	10	10,000
3A	10	50,000
3B	10	50,000
3C	10	50,000
4A	10	100,000
4B	10	100,000
4C	10	100,000
5A	10	*
5B	10	*
5C	10	*

* Condiciones de inanición.

TABLA II DISEÑO EXPERIMENTAL. EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS *Artemia salina* CON Y SIN *Tetrahymena succica* (Serie 2), EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE ESTADIOS LARVALES DE *Leuresthes tenuis*.

EXPERIMENTO ¹	DENSIDAD DE LARVAS (no/L)	CONCENTRACION DESIGNADA DE	
		<i>Tetrahymena succica</i> (cel/ml)	<i>Artemia salina</i> (n/l)
1A	10*	*	*
1B	10	*	*
1C	10	*	*
2A	10	0	50
2B	10	0	50
2C	10	0	50
3A	10	0	100
3B	10	0	100
3C	10	0	100
4A	10	0	500
4B	10	0	500
4C	10	0	500
5A	10	0	1,000
5B	10	0	1,000
5C	10	0	1,000
6A	10	0	4,000
6B	10	0	4,000
6C	10	0	4,000
7A	10	5,000	0
7B	10	5,000	0
7C	10	5,000	0
8A	10	5,000	50
8B	10	5,000	50
8C	10	5,000	50
9A	10	5,000	100
9B	10	5,000	100
9C	10	5,000	100
10A	10	5,000	500
10B	10	5,000	500
10C	10	5,000	500
11A	10	5,000	1,000
11B	10	5,000	1,000
11C	10	5,000	1,000
12A	10	5,000	4,000
12B	10	5,000	4,000
12C	10	5,000	4,000

* Condiciones de inanición.

subseries: la subserie 1 no incluyó nanoflagelados y la subserie 2 incluyó nanoflagelados *Tetraselmis suecica* a (5,000 cel/ml) La condición (5,000 cel/ml) de la Serie 1, sirvió como control para la parte que incluyó nanoflagelados en esta serie.

Serie experimental 3: Inanición irreversible. Diseño bifactorial, primer factor: día de primera alimentación (1, 4, 7, 10, 13, y 16 días después de la eclosión), segundo factor: *T. suecica* 2 niveles de densidad (0 y 5,000 cel/ml) Tabla III. La curación abarcó 21 días, incluyendo el día cero o día de la eclosión y los 20 días posteriores, con dos réplicas para cada condición. Esta serie se dividió en dos subseries: la subserie 1 no incluyó nanoflagelados y la subserie 2, que incluyó nanoflagelados *T. suecica* a (5,000 cel/ml).

II.5 Técnicas de muestreo y medición

Diariamente y dos veces al día (09:00 y 21:00 hrs.) se midió la temperatura con un termómetro convencional y la salinidad con un refractómetro manual "Goldberg T/C".

Las concentraciones de *T. suecica* se estimaron dos veces al día (09:00 y 21:00 hrs.) para cada recipiente de cultivo. Se tomó una muestra homogenizada de 15 ml, extraídos con una pipeta graduada de 5 ml y a través de tres niveles, profundo, medio y superficial (Houde, 1977). Los conteos se determinaron

TABLE III DISEÑO EXPERIMENTAL. EFECTO DEL RETRASO DE LA PRIMERA ALIMENTACION CON NAUPLIOS *Artemia salina* CON Y SIN *Tetraselmis suecica* (Serie 3), EN EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DE ESTADIOS LARVALES DE *Leuresthes tenuis*.

EXPERIMENTO ¹	DENSIDAD DE LARVAS/L	DIA* DE PRIMERA ALIMENTACION	CONCENTRACION DESIGNADA DE	
			<i>Tetraselmis suecica</i> (cel/ml)	<i>Artemia salina</i> (n/l)
1A	5	1	0	1,000
1B	5	1	0	1,000
2A	5	4	0	1,000
2B	5	4	0	1,000
3A	5	7	0	1,000
3B	5	7	0	1,000
4A	5	10	0	1,000
4B	5	10	0	1,000
5A	5	13	0	1,000
5B	5	13	0	1,000
6A	5	16	0	1,000
6B	5	16	0	1,000
7A	5	1	5,000	1,000
7B	5	1	5,000	1,000
8A	5	4	5,000	1,000
8B	5	4	5,000	1,000
9A	5	7	5,000	1,000
9B	5	7	5,000	1,000
10A	5	10	5,000	1,000
10B	5	10	5,000	1,000
11A	5	13	5,000	1,000
11B	5	13	5,000	1,000
12A	5	16	5,000	1,000
12B	5	16	5,000	1,000

* Días después de la eclosión.

con un hematocitómetro Fuchs-Rosenthal, y en base a los resultados de conteo se hicieron los ajustes necesarios a fin de mantener las concentraciones designadas (Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara, Manuscrito; Rodríguez Murillo, 1983).

Diariamente se estimaron las concentraciones de nauplios de dos a tres veces al día (09:00, 14:00 y 21:00 hrs.), dependiendo de las variaciones encontradas entre los muestreos. Las muestras se obtuvieron de diferentes puntos del acuario con una jeringa graduada de 50 ml, previa homogenización del recipiente de cultivo. Las muestras variaron entre 40, 60 y 120 ml según la concentración designada fuera: >1000, >100 y <100 nauplios por litro respectivamente, como sugiere Houde (1977). Los conteos se hicieron en el microscopio estereoscópico y dependiendo del resultado se procedió al ajuste de concentraciones.

Las larvas muertas, identificadas por su color opaco y falta de reacción a estímulos físicos, fueron extraídas dos veces al día (08:00 y 20:00 hrs.) a fin de llevar un registro lo más preciso posible de las mortalidades naturales para construir las curvas de supervivencia diaria.

Del grupo de larvas recién eclosionadas de cada desove se tomó una muestra que varió de 15-30 larvas. Las larvas se

anestesiaron con MS-222 para medirlas con mayor facilidad bajo el microscopio estereoscópico equipado con micrómetro ocular. Estas se midieron desde el extremo más anterior de la maxila hasta el final del notocordio (longitud estandar, mm) a fin de conocer las tallas iniciales para los diferentes desoves. El micrómetro ocular fue previamente calibrado utilizando una reglilla "Zeiss" de 1 ± 0.01 mm.

El material biológico utilizado en este estudio procede de tres desoves diferentes de la temporada 1985. La talla promedio mínima de larvas recién eclosionadas fue de 7.53 mm y la máxima de 7.66 mm (Tabla IV). Según el análisis de varianza paramétrico de una vía, las longitudes estandar iniciales de las larvas con diferentes fechas de eclosión fueron iguales ($p < 0.05$). Lo anterior hace comparativos los resultados obtenidos para las tres Series experimentales debido a la homogeneidad en la talla inicial del material biológico empleado.

De los recipientes correspondientes a las Series experimentales 1 (únicamente nanoflagelados) y 2 (concentraciones de nauplios) se extrajeron al azar tres larvas vivas los días 5 y 7 después de la eclosión para determinaciones de crecimiento y del día 9 al 13 se hizo lo mismo diariamente. Para la Serie 3 (inanición irreversible) se determinó al final del experimento.

TABLA IV. LONGITUD ESTANDAR INICIAL (mm) DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* CON DIFERENTES FECHAS DE ECLOSION, Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

FECHAS DE ECLOSION	n	LONGITUD ESTANDAR (mm)	
		MEDIA	DESVIACION ESTANDAR
Abril 2 de 1985	24	7.56	0.339
Junio 3 de 1985	30	7.54	0.220
Junio 19 de 1985	30	7.66	0.188

ANALISIS DE VARIANZA (I VIA PARAMETRICO)				
FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F ₀
DEBIDA A:				
Fechas de eclosi3n	2	0.2300	0.1150	1.83 ns
Error	81	5.0849	0.0628	
Total	83	5.3149		

ns No significativo al 5%.

Al término de los experimentos, se contaron todas las larvas vivas de las cuales se seleccionó una muestra aleatoria no mayor de 20 larvas por recipiente. A partir de dicha muestra se obtuvieron varias mediciones: longitud estandar final (mm); altura corporal (mm), midiendo el segmento transversal mas ancho posterior a la región estomacal, ambas mediciones al 0.1 mm más cercano; y el peso seco (mg) secando la muestra a 70 C por 24 horas (Houde, 1975, 1977) y pesándola en una balanza analítica Metler con precisión 0.01 mg. El peso seco de la muestra permitió estimar el peso seco promedio por larva. La obtención de estas últimas dos variables sirvieron para estimar dos factores de condición, razón altura/longitud (A/L) y el índice K de Fulton [(peso seco/longitud) x 1000].

En resumen, las variables de respuesta estimadas para cada acuario fueron: longitud estandar (LE), razón altura/longitud (A/L), índice K de Fulton, supervivencia final (Sf) y tasa de crecimiento.

II.6 Análisis y procesamiento de datos

Los análisis sugeridos en base a los diseños experimentales fueron: para la Serie 1 (únicamente nanoflagelados) análisis de varianza de una vía con tres réplicas; para la Serie 2 (concentración de nauplios) y Serie 3 (inanición irreversible) análisis de varianza de dos vías con

tres y dos réplicas respectivamente.

Se probaron los requisitos para efectuar el análisis de varianza paramétrico a todas las variables de respuesta. Para normalidad de residuos se utilizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov o Ji-cuadrada de Pearson dependiendo del caso, y para homogeneidad de varianza la prueba de Bartlett, ambas al 5% de significancia. Para aquellas variables que no cumplieron los requisitos del análisis de varianza paramétrico se probaron varias transformaciones, cuando ni así se cumplieron, se procedió al análisis de varianza no paramétrico, que solo fue requerido para el caso de dos vías con réplicas Wilson (1956).

Cuando los análisis de varianza indicaron efectos significativos, se prosiguió con la comparación de medias y análisis a posteriori, a fin de establecer que niveles ocasionaron tales diferencias. Para el caso paramétrico, se utilizó la prueba de rango múltiple Student-Neuman-Keuls, S.N.K. (Sokal y Rohlf, 1979). En el caso no paramétrico se trabajó la prueba simultánea STP, que utilizó el estadístico U de Wilcoxon-Mann-Whitney (Sokal y Rohlf, 1981). Ambas pruebas al 5% de significancia.

En aquellos casos donde el análisis de varianza de dos vías indicó interacción significativa se utilizó la prueba de

Tukey, que investiga la existencia de efectos no aditivos (multiplicativos) de los factores que podrían ocasionar dicha significancia (Sokal y Rohlf, 1979, 1981).

El procedimiento para obtener las tasas de crecimiento varió entre las series experimentales. Para las Series 1 (únicamente nanoflagelados) y 2 (concentraciones de nauplios) se obtuvieron a partir de las pendientes de las líneas de regresión, de longitud estandar contra tiempo (días) para cada recipiente de las larvas muestreadas a lo largo del periodo experimental. Se empleó el modelo de regresión lineal por ser el más recomendado para trabajos de larvas, tanto de laboratorio como de campo (Kramer y Zweifel, 1970). La significancia de las tasas de crecimiento diaria fue analizada por medio del estadígrafo de Student, se probó la significancia de la correlación, ambas pruebas al 5% de significancia.

Para la Serie 3: inanición irreversible, se obtuvieron tasas de crecimiento promedio, siguiendo el planteamiento de Houde (1978), estimadas por la siguiente relación:

$$T.C. = (L_f - L_o) / t$$

donde, L_f = longitud estandar final (mm)

L_o = longitud estandar inicial (mm)

t = duración del experimento (días)

La homogeneidad de las tasas de crecimiento fue probada

por medio del análisis de varianza paramétrico de dos vías, al 5% de significancia.

A la supervivencia diaria para las Serie 1 (únicamente nanoflagelados) y Serie 2 (concentraciones de nauplios) se les aplicó una corrección debida a la mortalidad por pesca, siguiendo el planteamiento de Quiñonez Velázquez (1985). El punto principal de dicho planteamiento considera la proporción de larvas vivas muestreadas que podrían sobrevivir los días subsiguientes, suponiendo que sufrieran la misma mortalidad observada en cada recipiente de cultivo. Dicho ajuste se hizo día con día, de forma tal que el número de sobrevivientes diarios se calculó con el número de larvas vivas, más una proporción viva estimada.

Para la Serie 3: inanición irreversible, la supervivencia diaria se determinó en base a las mortalidades naturales observadas, y al número de sobrevivientes finales. Asimismo la supervivencia final se obtuvo contando el número de larvas vivas al final de cada experimento y se expresó como porcentaje.

En tres recipientes de cultivo adicionales se repitió la condición 5,000 cel/ml (Tabla I), con la única diferencia de que a estos últimos recipientes no se extrajeron larvas para medir crecimiento; esto con la finalidad de comparar los

porcentajes de supervivencia reales con los obtenidos mediante la corrección por mortalidad. La prueba estadística aplicada fue análisis de varianza paramétrico de una vía con tres réplicas (Tabla V), que indicó diferencias significativas entre los porcentajes de supervivencia ($p < 0.05$) debidas al tratamiento de mortalidad por pesca. Asimismo la prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia determinó que el porcentaje de supervivencia sin mortalidad por pesca y el porcentaje de supervivencia con mortalidad por pesca corregida fueron iguales. Esto apoya la validez del método de corrección utilizado en este estudio.

Se generaron las curvas de supervivencia para cada uno de los experimentos de las tres series experimentales. Dichas curvas se obtuvieron relacionando porcentaje de supervivencia diario contra tiempo (días) y se reunieron por condición en una gráfica, tres curvas por gráfica para las Series 1 y 2, y dos curvas por gráfica para la Serie 3.

Para determinar la población inicial de larvas introducidas por recipiente se consideró la sumatoria de: el número de sobrevivientes al final del experimento, el total de larvas muertas naturalmente a lo largo del período experimental y el total de larvas extraídas para mediciones de crecimiento (esto último solo en las Series 1 y 2).

TABLA V. PORCENTAJES DE SUPERVIVENCIA FINAL, DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS CON 5,000 cel/ml DE Tetraselmis succica Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

PORCENTAJES DE SUPERVIVENCIA				
SIN MORTALIDAD POR PESCA	CON MORTALIDAD POR PESCA			Fs
	SIN CORRECCION		CON CORRECCION	
23	16		27	
19	10		20	
20	9		18	

ANALISIS DE VARIANZA (1 VIA PARAMETRICO)				
FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fs
DEBIDA A:				
Mortalidad por pesca	2	182.0	91.0	6.66 *
Error	6	82.0	13.7	
Total	8	264.0		

* Significativo al 5%

Los métodos de regresión fueron usados para describir la relación entre alguna variable indicadora del crecimiento y supervivencia larvales y las variables controladas: a) diferentes concentraciones de *Tetraselmis suecica* (Serie 1), b) diferentes concentraciones de nauplios *Artemia salina* (Serie 2) y c) días de retraso de la primera alimentación (Serie 3).

Por su representatividad, la tasa de crecimiento y supervivencia final, fueron las únicas variables cuyo análisis prosiguió con la regresión para las tres series experimentales.

El análisis de regresión simple permite calcular la función lineal que mejor se ajusta mediante mínimos cuadrados a partir de dos variables independientes (Sokal y Rohlf, 1981).

Cuando el análisis gráfico puso en evidencia relaciones no lineales entre las variables originales, se aplicaron transformaciones. Para las Series 1 y 2 se transformó la variable independiente [$X' = \log(X+1)$], y para la Serie 3, la transformación cuadrática de la variable independiente ($X' = X^2$).

Los datos para el análisis de regresión en las Series 2 y 3, se reunieron únicamente cuando el análisis de varianza correspondiente no indicó diferencias significativas debidas a la presencia de nanoflagelados; en caso contrario, los datos se analizaron por regresiones separadas.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la librería ESIMSL así como el MINITAB, a través del sistema PRIME 400 del Centro de Cálculo del CICESE. Las pruebas a posteriori Student-Neuman-Keuls y STP, así como la prueba de Tukey se trabajaron a mano (Sokal y Rohlf, 1979, 1981).

El programa de graficado de curvas de supervivencia fue implementado por el P.O. Julio César Solís y el O. Guillermo Gutiérrez. El programa de corrección debida a la mortalidad por pesca por el M.C. Cuauhtémoc Nava.

III. RESULTADOS

III.1 Condiciones generales de experimentación

Serie 1 (Únicamente nanoflagelados)

La temperatura promedio varió de 17.5° a 18.6° C, manteniendo un promedio general de 18.1° C. La variación en la población inicial de larvas por recipiente fue mínima (98-102) con respecto a la densidad nominal de 100 larvas por acuario. Las concentraciones reales de *T. suecica* fluctuaron, pero se mantuvieron relativamente cercanas a las designadas (Tabla VI).

Serie 2 (Concentraciones de nauplios)

La temperatura promedio varió de 17.6° a 18.8° C y alcanzó un promedio general de 18.1° C. La variación en la población inicial de larvas por recipiente fue también mínima (98-102) con respecto a la densidad nominal de 100 larvas por acuario. Las concentraciones reales de *T. suecica* y de nauplios de *A. salina* fluctuaron a lo largo del experimento en relación a las designadas. Así, los valores más bajos de *T. suecica* se registraron para las concentraciones más altas de nauplios, debido posiblemente a que éstos consumían los nanoflagelados más rápidamente (Tabla VII).

TABLA VI RESUMEN DE LAS CONDICIONES GENERALES DEL CULTIVO DE LARVAS DE Leuresthes tenuis A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica (Serie I).

EXPERIMENTO	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	DENSIDAD DE LARVAS (no/l)	NUMERO INICIAL DE LARVAS	CONCENTRACION DE <u>Tetraselmis suecica</u> (cel/ml) DESIGNADA	CONCENTRACION DE <u>Tetraselmis suecica</u> (cel/ml) REAL
1A	18.6	10	102	5,000	6,200
1B	18.3	10	101	5,000	6,100
1C	18.2	10	102	5,000	5,300
2A	18.3	10	98	10,000	11,800
2B	18.5	10	100	10,000	11,300
2C	17.9	10	100	10,000	10,500
3A	17.8	10	101	50,000	45,200
3B	18.2	10	99	50,000	47,800
3C	18.2	10	100	50,000	47,200
4A	18.0	10	102	100,000	90,400
4B	18.1	10	98	100,000	94,000
4C	17.6	10	100	100,000	93,700
5A	17.9	10	101	*	*
5B	18.2	10	101	*	*
5C	17.5	10	101	*	*

* Condiciones de inanición.

TABLA VII RESUMEN DE LAS CONDICIONES GENERALES DEL CULTIVO DE LARVAS DE Leuresthes tenuis A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS Artemia salina CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 2).

EXPERIMENTO	TEMPERATURA PROMEDIO (C)	DENSIDAD DE LARVAS (no/l)	NUMERO INICIAL DE LARVAS	CONCENTRACION DE	
				Tetraselmis suecica (cel/ml) DESIGNADA	Artemia salina (n/l) REAL
1A	18.3	10	101	*	*
1B	18.0	10	100	*	*
1C	17.8	10	100	*	*
2A	17.9	10	100	0	50
2B	18.0	10	100	0	50
2C	18.1	10	100	0	50
3A	18.0	10	101	0	100
3B	18.0	10	100	0	100
3C	17.6	10	100	0	100
4A	18.1	10	101	0	500
4B	18.0	10	100	0	500
4C	17.6	10	100	0	500
5A	18.1	10	102	0	1,000
5B	18.1	10	100	0	1,000
5C	17.8	10	98	0	1,000
6A	17.9	10	100	0	4,000
6B	17.8	10	100	0	4,000
6C	18.2	10	101	0	4,000

Continúa en la siguiente página.

TABLA VII (Continuación)

EXPERIMENTO	TEMPERATURA PROMEDIO (C)	DENSIDAD DE LARVAS (no/l)	NUMERO INICIAL DE LARVAS	CONCENTRACION DE	
				Tetraselmis suscica (cel/ml) DESIGNADA	Artemia salina (n/l) REAL
7A	18.7	10	102	5,000	6,200
7B	18.3	10	101	5,000	6,100
7C	18.2	10	102	5,000	5,300
8A	18.2	10	101	5,000	6,300
8B	18.0	10	102	5,000	6,100
8C	18.1	10	101	5,000	5,200
9A	18.4	10	102	5,000	3,500
9B	18.2	10	103	5,000	4,200
9C	18.8	10	100	5,000	6,100
10A	18.1	10	102	5,000	6,200
10B	17.6	10	100	5,000	6,300
10C	18.1	10	101	5,000	4,000
11A	18.7	10	100	5,000	5,700
11B	18.2	10	99	5,000	3,400
11C	17.7	10	100	5,000	3,900
12A	18.3	10	101	5,000	2,400
12B	18.1	10	101	5,000	2,800
12C	18.0	10	101	5,000	3,900

* Condiciones de inanición

Serie 3 (Inanición irreversible)

La temperatura promedio varió de 17.5° a 18.6°C manteniendo un promedio general de 18.0°C. La población inicial de larvas por recipiente varió de 45 a 54, considerada aceptable en base al nominal de 50 larvas por acuario. Las concentraciones reales de *T. suecica* se mantuvieron por debajo de las designadas para los experimentos que con mayor anticipación recibieron alimento-nauplios. En general, las concentraciones de nauplios estuvieron muy cercanas a las designadas (Tabla VIII). Los valores se presentan en la tabla VIII.

III.2 Longitud estandar final

Serie 1 (Únicamente nanoflagelados)

En la Tabla IX se presenta los promedios de longitud estandar final (mm) a 14 días después de la eclosión. El valor mínimo, 7.78 mm, se registró bajo condiciones de inanición (sin nanoflagelados) y el máximo de 8.49 mm bajo condiciones de mayor concentración de nanoflagelados (100,000 cel/ml). Los datos de longitud estandar final tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.13$) y sus residuos siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$). Según el análisis de varianza paramétrico de una vía (tabla IX), hubieron diferencias significativas en longitud debidas a las diferentes

TABLA VIII RESUMEN DE LAS CONDICIONES GENERALES DEL CULTIVO DE LARVAS DE Leuresthes tenuis A DIFERENTES TIPOS DE
 RETRASO DE LA PRIMERA ALIMENTACION CON NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 3).

EXPERIMENTO	TEMPERATURA PROMEDIO (C)	DENSIDAD DE LARVAS (no/l)	NUMERO INICIAL DE LARVAS	DIA* DE PRIMERA ALIMENTACION	CONCENTRACION DE			
					<u>Tetraselmis suecica</u> (cel/ml) DESIGNADA	<u>Artemia salina</u> (:l) DESIGNADA		
1A	18.2	5	53	1	0	0	1,000	320
1B	17.9	5	52	1	0	0	1,000	320
2A	18.3	5	50	4	0	0	1,000	330
2B	18.1	5	52	4	0	0	1,000	340
3A	17.9	5	50	7	0	0	1,000	350
3B	17.8	5	52	7	0	0	1,000	320
4A	18.6	5	51	10	0	0	1,000	330
4B	18.4	5	52	10	0	0	1,000	310
5A	18.3	5	51	13	0	0	1,000	340
5B	18.1	5	50	13	0	0	1,000	360
6A	17.9	5	48	16	0	0	1,000	390
6B	17.9	5	45	16	0	0	1,000	390

Continua en la siguiente página.

TABLA VIII (Continuación)

EXPERIMENTO	TEMPERATURA PROMEDIO (C)	DENSIDAD DE LARVAS (no/l)	NUMERO INICIAL DE LARVAS	DIA* DE PRIMERA ALIMENTACION	Tetrasselmis suecica (cel/ml)		CONCENTRACION DE	
					DESIGNADA	REAL	DESIGNADA	REAL
7A	17.8	5	54	1	5,000	3,500	1,000	770
7B	17.9	5	54	1	5,000	3,600	1,000	720
8A	18.1	5	51	4	5,000	4,100	1,000	820
8B	18.0	5	53	4	5,000	4,500	1,000	795
9A	18.2	5	54	7	5,000	4,000	1,000	887
9B	17.5	5	51	7	5,000	3,600	1,000	952
10A	18.1	5	53	10	5,000	4,600	1,000	905
10B	18.0	5	53	10	5,000	6,100	1,000	859
11A	17.8	5	49	13	5,000	5,700	1,000	861
11B	17.9	5	51	13	5,000	7,600	1,000	890
12A	18.0	5	48	16	5,000	6,600	1,000	865
12B	17.9	5	50	16	5,000	7,200	1,000	850

* Días después de la eclosión.

concentraciones de nanoflagelados ($p < 0.05$).

En la Figura 1 se aprecia que la longitud estandar final aumentó ligeramente conforme se incrementó la concentración promedio de *T. suecica*; no obstante la comparación de medias, prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia reveló que las únicas medias de longitud diferentes fueron las procedentes de condiciones de inanición (sin nanoflagelados) y de aquellas bajo mayor concentración de nanoflagelados (100,000 cel/ml).

Serie 2 (Concentraciones de nauplios)

La Tabla X presenta los promedios de longitud estandar final (mm) a 14 días después de la eclosión. El valor mínimo, 7.87 mm, se registró bajo condiciones de inanición (sin nauplios-sin nanoflegelados) y el máximo de 11.15 mm en la condición extrema de 4,000 n/l con nanoflagelados. Los datos de longitud estandar final tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.39$) y sus residuos siguieron una distribución normal (Pearson, $p = 0.57$). De acuerdo con el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla X), hubieron diferencias significativas en longitud debidas únicamente a las concentraciones de nauplios ($p < 0.001$). La presencia de nanoflagelados, así como la interacción (nauplios x nanoflagelados) no fueron significativos ($p > 0.05$).

TABLE IX. LONGITUD PROMEDIO FINAL (mm) DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* de 14 días de edad, cultivadas a diferentes concentraciones de *Tetraselmis suecica* (Serie I) y su análisis de varianza.

	NANOFLAGELADO cel/ml				
	0	5,000	10,000	50,000	100,000
	8.01	8.20	8.33	8.25	8.33
	8.20	8.13	8.13	8.20	8.44
	7.78	8.08	8.46	8.23	8.49

ANÁLISIS DE VARIANZA (1 VIA PARAMÉTRICO)					
FUENTE DE VARIACION	DERIDA A:	G.L.	S.C.	C.M.	Fs
Nanoflagelados		4	0.3043	0.0761	4.57 *
Error		10	0.1665	0.0166	
Total		14	0.4708		

* Significativo al 5%

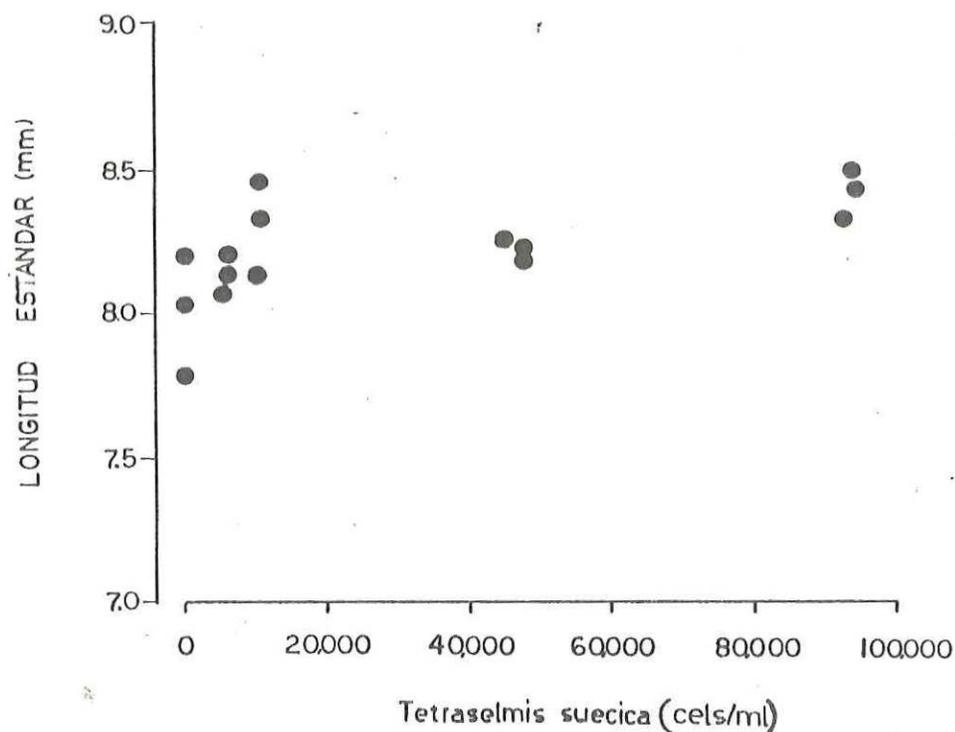


Fig. 1.- LONGITUD ESTANDAR FINAL (mm) DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE *Tetraselmis suecica*.

La Figura 2 muestra que la longitud estandar final aumentó al tiempo que se incrementó la concentración promedio de nauplios A. salina. El aumento en longitud fue mayor a bajas concentraciones y se estabilizó paulatinamente hasta la concentración de 1,000 n/l, a partir de la cual permaneció constante a pesar de cuadruplicar la concentración. Esto último está apoyado por la comparación de medias, prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, la cual indicó que las medias de longitud correspondientes a los niveles de 1,000 y 4,000 n/l fueron iguales.

Serie 3 (Inanición irreversible)

En la Tabla XI se presentan los promedios de longitud estandar final (mm) a 20 días después de la eclosión. El valor mínimo, 8.74 mm, se registró en la condición de 16 días de retraso con nanoflagelados y el máximo de 12.73 mm en la condición 1 día de retraso con nanoflagelados. Los datos de longitud estandar final tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.84$) y sus residuos siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$). Según el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla XI), hubieron diferencias significativas en longitud debidas a los días de retraso de alimentación ($p < 0.001$), la presencia de nanoflagelados ($p < 0.01$) y la interacción (días de retraso x nanoflagelados) ($p < 0.05$). La prueba de Tukey sobre la interacción negó la existencia de

TABLA X. LONGITUD PROMEDIO FINAL (mm) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 2), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

NAUPLIO FLAQUEADO	0	50	100	500	1,000	4,000	n/l
0	8.19	9.28	9.70	10.45	11.03	10.98	
	7.87	8.91	9.38	10.72	11.09	10.69	
	7.92	9.09	9.43	10.67	10.53	11.05	
5,000 cel/ml	8.20	8.93	9.61	10.52	11.01	11.15	
	8.13	9.02	9.09	10.43	10.91	10.80	
	8.08	9.08	9.40	10.49	10.99	11.11	

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)

FUENTE DE VARIACION DEBIDA A:	G.L.	S.C.	C.M.	F _s
Nauplios	5	41.2666	8.2533	271.49 *
Nanoflagelados	1	0.0000	0.0000	
Interacción	5	0.1264	0.0253	.83
Error	24	0.7289	0.0304	
Total	35	42.1220		

* Significativo al 5%

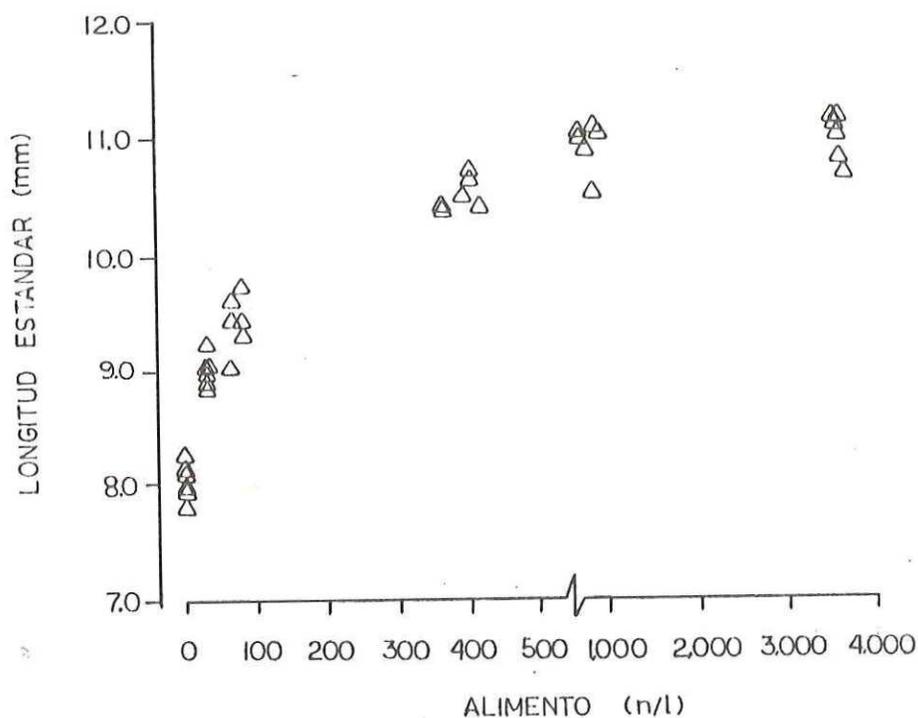


Fig. 2.-- LONGITUD ESTANDAR FINAL (mm) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina.

efectos multiplicativos (no aditividad) $F_s < 1$ que pudieran explicar la significancia de la interacción.

La Figura 3 muestra que la longitud estandar final disminuyó al tiempo que se retrasó el día de primera alimentación, sin embargo entre los días de retraso 1 y 4 no es tan marcada dicha disminución. Son apreciables las diferencias entre larvas cultivadas con y sin nanoflagelados. Lo anterior queda apoyado por la comparación de medias, prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, que indicó un par de medias iguales, correspondientes a las condiciones de 1 y 4 días de retraso de primera alimentación. Debe mencionarse que la longitud estandar final registrada para 7 días de retraso es considerablemente alta y comparable a la obtenida bajo condiciones óptimas de alimentación (Tabla X, Serie 2).

III.3 Tasa de crecimiento

Serie 1 (Únicamente de nanoflagelados)

Las tasas de crecimiento diarias se consideran las pendientes de las líneas de regresión. Las ecuaciones de crecimiento para cada experimento se resumen en la Tabla XII, incluyendo el análisis estadístico correspondiente. La prueba "t" para coeficientes de regresión indicó que todas las pendientes fueron diferentes de cero al 5% de significancia.

TABLA XI. LONGITUD PROMEDIO FINAL (mm) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 3), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION	1	4	7	10	13	16
0	11.98 12.13	12.56 12.08	11.15 11.34	10.58 10.42	8.91 8.64	9.06 8.87
5,000 cel/ml	12.31 12.73	12.36 12.12	11.67 11.64	10.52 10.44	9.69 9.88	9.20 8.74

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)					
FUENTE DE VARIACION	D.F.	G.L.	S.C.	C.M.	Fs
Días de retraso	5		42.7591	8.4718	222.94 *
Nanoflagelados	1		0.5340	0.5340	14.05 *
Interacción	5		0.8772	0.1754	4.61 *
Error	12		0.4563	0.0380	
Total	23		44.2266		

* Significativo al 5%

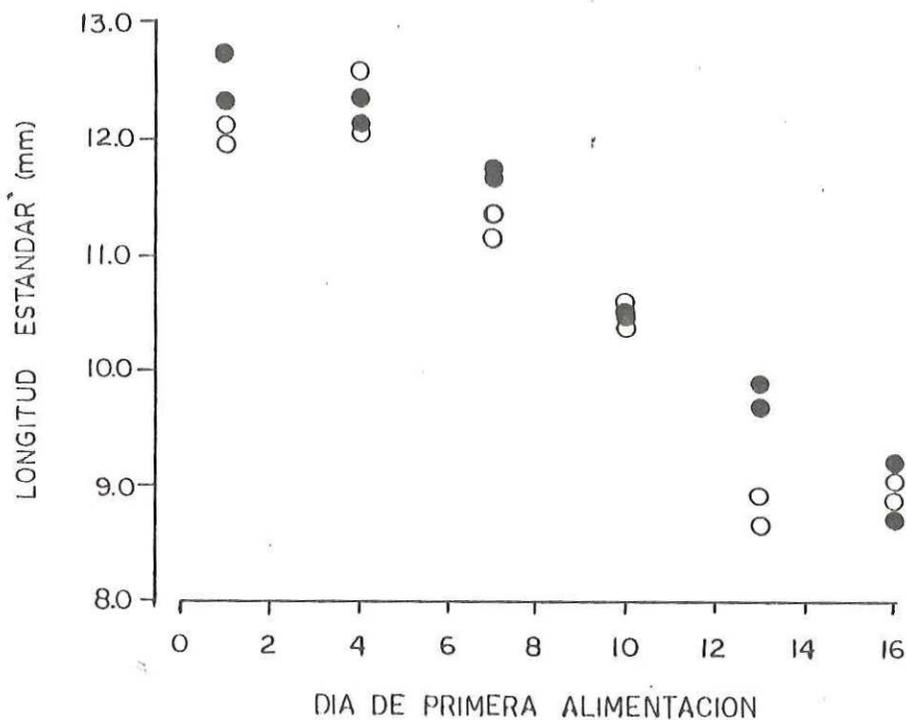


Fig. 3.- LONGITUD ESTANDAR FINAL (mm) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON (●) Y SIN (○) Tetraselmis suecica.

TABLA XII. ECUACIONES DE CRECIMIENTO (LONGITUD \hat{L} ESTIMADA DESPUES DE 14 DIAS DE LA ECLOSION), TASAS DE CRECIMIENTO (\hat{b} y $\pm S_b$), VALOR DE "T STUDENT" PARA LA PRUEBA DE ($b=0$; $b \neq 0$) Y COEFICIENTES DE CORRELACION DE LARVAS DE Leuresthes tenuis (Serie 1).

EXPERIMENTO	ECUACION	\hat{b} \pm S_b	y	GRADOS DE LIBERTAD	"t"	COEFICIENTE DE CORRELACION
1A	$Y=7.47 + 0.066X$	0.066 ± 0.009		7	7.53	.77
1B	$Y=7.40 + 0.058X$	0.058 ± 0.010		7	5.99	.69
1C	$Y=7.49 + 0.044X$	0.044 ± 0.008		7	5.74	.68
2A	$Y=7.49 + 0.068X$	0.068 ± 0.011		7	6.00	.69
2B	$Y=7.47 + 0.065X$	0.065 ± 0.010		7	6.59	.73
2C	$Y=7.45 + 0.071X$	0.071 ± 0.009		7	7.57	.77
3A	$Y=7.47 + 0.059X$	0.059 ± 0.008		7	7.05	.75
3B	$Y=7.52 + 0.055X$	0.055 ± 0.010		7	5.38	.65
3C	$Y=7.48 + 0.057X$	0.057 ± 0.009		7	6.63	.73
4A	$Y=7.48 + 0.072X$	0.072 ± 0.009		7	8.19	.79
4B	$Y=7.52 + 0.082X$	0.082 ± 0.011		7	7.74	.78
4C	$Y=7.46 + 0.088X$	0.088 ± 0.008		7	10.64	.86
5A	$Y=7.46 + 0.048X$	0.048 ± 0.010		7	4.75	.63
5B	$Y=7.42 + 0.057X$	0.057 ± 0.009		7	6.11	.72
5C	$Y=7.43 + 0.028X$	0.028 ± 0.009		7	2.94	.45

En la Tabla XIII se presentan los valores de tasas de crecimiento diaria (mm/día) a 14 días después de la eclosión. El valor mínimo, 0.029 mm/día, se registró bajo condiciones de inanición (sin nanoflagelados) y el máximo de 0.088 mm/día, bajo la mayor concentración de nanoflagelados (100,000 cel/ml). Este rango de valores demasiado pequeño no fue registrado en ninguna otra serie experimental. Los datos de tasa de crecimiento diario tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.14$) y sus residuos siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$). De acuerdo con el análisis de varianza paramétrico de una vía (Tabla XIII), hubieron diferencias significativas en las tasas de crecimiento debidas a las diferentes concentraciones de nanoflagelados ($p < 0.01$).

La Figura 4 muestra que la tasa de crecimiento diaria aumentó ligeramente conforme se incrementó la concentración promedio de *T. suecica*. Sin embargo resalta la disminución registrada para concentraciones designadas de 50,000 cel/ml. Lo anterior se ve apoyado en la comparación de medias, prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, que reveló que la media en tasa de crecimiento correspondiente a condiciones de inanición (sin nanoflagelados) difirió de la de 10,000 y 100,000 cel/ml, así como la de 50,000 difirió de la de 100,000 cel/ml.

TABLE XIII. TASA DE CRECIMIENTO DIARIA (mm/día) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica (Serie 1), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

	NANOFLAGELADO cel/ml				
	0	5,000	10,000	50,000	100,000
	0,048	0,066	0,068	0,059	0,072
	0,057	0,050	0,065	0,055	0,082
	0,029	0,044	0,071	0,057	0,088

ANALISIS DE VARIANZA (1 VIA PARAMETRICO)					
FUENTE DE VARIACION		G.L.	S.C.	C.M.	F ₀
DEBIDA A:					
Nanoflagelados	4	0,0022296	0,0005574	6,85 *	
Error	10	0,0008133	0,0000813		
Total	14	0,0030429			

* Significativo al 5%

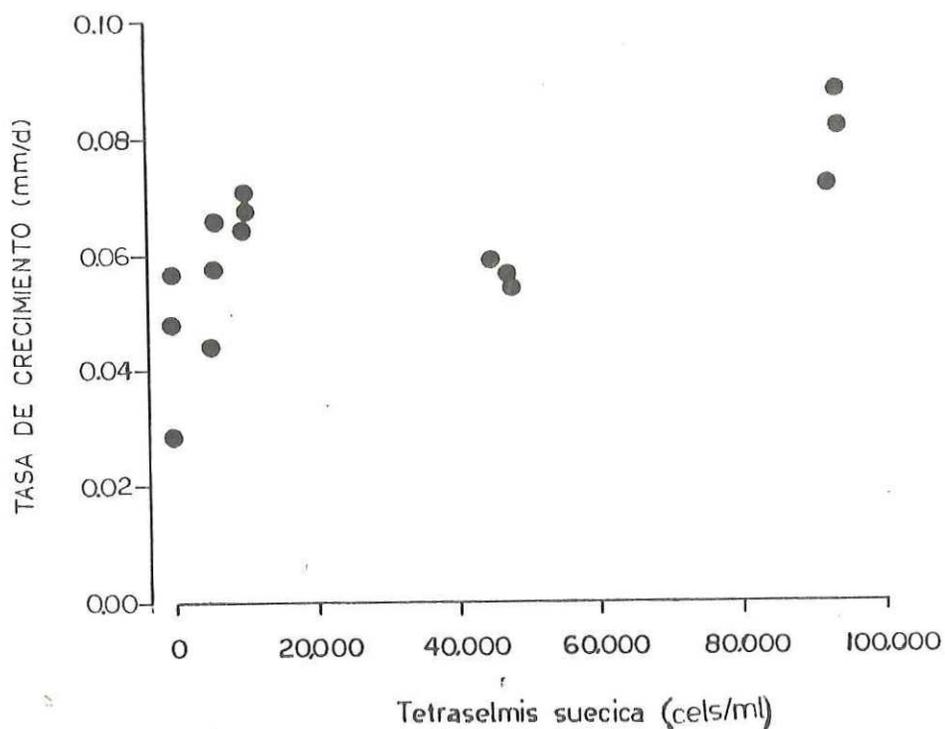


Fig. 4.- TASA DE CRECIMIENTO (mm/día) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica.

Serie 2 (Concentraciones de nauplios)

Las tasas de crecimiento diarias (mm/día) se obtuvieron a partir de las pendientes de las líneas de regresión. Las ecuaciones de crecimiento para cada experimento se detallan en la Tabla XIV, incluyendo el análisis estadístico correspondiente. La prueba "t" indicó que únicamente la tasa de crecimiento diaria de la réplica 1B condición inanición (sin nauplios-sin nanoflagelados) fue igual a cero al 5% de significancia.

En la Tabla XV se presentan los valores de tasa de crecimiento diaria (mm/día) a 14 días después de la eclosión. El valor mínimo, 0.019 mm/día, se registró también bajo condiciones de inanición (sin nauplios-sin nanoflagelados), y el máximo de 0.253 mm/día en la densidad de 1,000 n/l sin nanoflagelados. Se observa que la tasa de crecimiento diaria aumentó conforme se incrementó la concentración de nauplios, sin apreciarse tendencia alguna debido a la presencia de nanoflagelados. Su valor máximo lo alcanzó a 1,000 n/l y a partir de este punto la tasa de crecimiento se mantuvo constante a pesar de incrementos sucesivos en la concentración de nauplios. Los datos de tasa de crecimiento tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.79$) y sus residuos siguieron una distribución normal (Pearson, $p = 0.22$). Según el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla XV), las diferencias

TABLA XIV. ECUACIONES DE CRECIMIENTO (LONGITUD \hat{b} ESTIMADA DESPUES DE 14 DIAS DE LA ECLOSION), TASAS DE CRECIMIENTO (\hat{b} y $\pm \hat{b}$), VALOR DE "t DE STUDENT" PARA LA PRUEBA DE ($b = 0$; $b \neq 0$) Y COEFICIENTES DE CORRELACION DE LARVAS DE *Leuresthes* -- *tenella* (Serie 2).

EXPERIMENTO	ECUACION	\hat{b} \pm	y $S_{\hat{b}}$	GRADOS DE LIBERTAD	"t"	COEFICIENTE DE CORRELACION
1A	Y=7.80 +0.024X	0.024 ± 0.009		7	2.68	.42
1B	Y=7.90 +0.019X	0.019 ± 0.009		7	2.02 *	.33
1C	Y=7.84 +0.025X	0.025 ± 0.010		7	2.55	.40
2A	Y=7.59 +0.125X	0.125 ± 0.021		7	6.04	.65
2B	Y=7.64 +0.082X	0.082 ± 0.013		7	6.43	.68
2C	Y=7.58 +0.092X	0.092 ± 0.012		7	7.52	.73
3A	Y=7.53 +0.136X	0.136 ± 0.015		7	8.86	.78
3B	Y=7.55 +0.116X	0.116 ± 0.014		7	8.17	.76
3C	Y=7.57 +0.115X	0.115 ± 0.013		7	8.55	.77
4A	Y=7.40 +0.202X	0.202 ± 0.021		7	9.51	.81
4B	Y=7.45 +0.217X	0.217 ± 0.019		7	11.43	.85
4C	Y=7.49 +0.215X	0.215 ± 0.014		7	15.88	.91
5A	Y=7.47 +0.246X	0.246 ± 0.014		7	17.37	.93
5B	Y=7.44 +0.253X	0.253 ± 0.018		7	13.90	.89
5C	Y=7.48 +0.212X	0.212 ± 0.014		7	14.70	.90
6A	Y=7.51 +0.246X	0.246 ± 0.019		7	12.68	.89
6B	Y=7.53 +0.223X	0.223 ± 0.014		7	15.67	.91
6C	Y=7.44 +0.244X	0.244 ± 0.015		7	16.00	.92
7A	Y=7.47 +0.066X	0.066 ± 0.009		7	7.53	.77
7B	Y=7.40 +0.058X	0.058 ± 0.010		7	5.99	.69
7C	Y=7.49 +0.044X	0.044 ± 0.008		7	5.74	.68
8A	Y=7.83 +0.090X	0.090 ± 0.012		7	7.51	.73
8B	Y=7.79 +0.096X	0.096 ± 0.014		7	6.81	.70
8C	Y=7.78 +0.110X	0.110 ± 0.014		7	7.93	.75
9A	Y=7.84 +0.135X	0.135 ± 0.015		7	8.81	.78
9B	Y=7.83 +0.099X	0.099 ± 0.013		7	7.50	.73
9C	Y=7.81 +0.121X	0.121 ± 0.014		7	8.73	.78
10A	Y=7.88 +0.194X	0.194 ± 0.017		7	11.50	.85
10B	Y=7.62 +0.194X	0.194 ± 0.014		7	14.33	.90
10C	Y=7.64 +0.198X	0.198 ± 0.016		7	12.05	.86
11A	Y=7.67 +0.230X	0.230 ± 0.013		7	17.98	.93
11B	Y=7.61 +0.231X	0.231 ± 0.011		7	21.22	.95
11C	Y=7.65 +0.238X	0.238 ± 0.011		7	21.74	.95
12A	Y=7.63 +0.250X	0.250 ± 0.014		7	17.57	.93
12B	Y=7.60 +0.234X	0.234 ± 0.018		7	12.86	.88
12C	Y=7.74 +0.247X	0.247 ± 0.016		7	15.05	.91

* No significativo al 5 %

significativas en las tasas de crecimiento fueron debidas unicamente a las concentraciones de nauplios ($p < 0.001$). La presencia de nanoflagelados y la interacción (nauplios x nanoflagelados) no resultaron significativas ($p > 0.05$). La tendencia observada en la Tabla XV se apoya en la comparación de medias a través de la prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, que determinó que solo las medias correspondientes a los niveles de 1,000 y 4,000 n/l fueron iguales.

En vista de que el análisis de varianza precedente no indicó diferencias significativas debidas a la presencia de nanoflagelados, se reunieron todos los datos para realizar el análisis de regresión entre tasa de crecimiento (TC) y concentración promedio de nauplios A. salina (X). Como la relación entre las variables originales no se ajustó al modelo lineal, se procedió a transformar la variable independiente (transformación logarítmica). La ecuación de regresión fue:

$$TC = 0.0242 + 0.0276X'$$

Los residuos de la regresión siguieron la distribución normal (Pearson, $p = 0.21$), y tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.24$). La regresión fue significativa ($F_s = 326.57$, $p < 0.001$) y tuvo un coeficiente de determinación $R^2 = 0.906$ (Fig. 5).

TABLA XV. TASA DE CRECIMIENTO DIARIA (mm/día) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DÍAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 2), Y SU ANÁLISIS DE VARIANZA.

NAUPLIOS FLAGELADO	0	50	100	500	1,000	4,000	n/l
0	0.024	0.125	0.136	0.202	0.246	0.246	
	0.019	0.082	0.116	0.217	0.253	0.223	
	0.025	0.092	0.115	0.215	0.212	0.244	
5,000 cel./ml	0.066	0.090	0.135	0.194	0.230	0.250	
	0.058	0.096	0.099	0.194	0.231	0.234	
	0.044	0.110	0.121	0.198	0.238	0.247	

ANÁLISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)				
FUENTE DE VARIACION DEBIDA A:	G.L.	S.C.	C.M.	Fs
Nauplios	5	0.202575	0.040515	241.16 *
Nauplios flagelados	1	0.000051	0.000051	.30
Interacción	5	0.002103	0.000421	2.51
Error	24	0.004044	0.000168	
Total	35	0.208774		

* Significativo al 5%

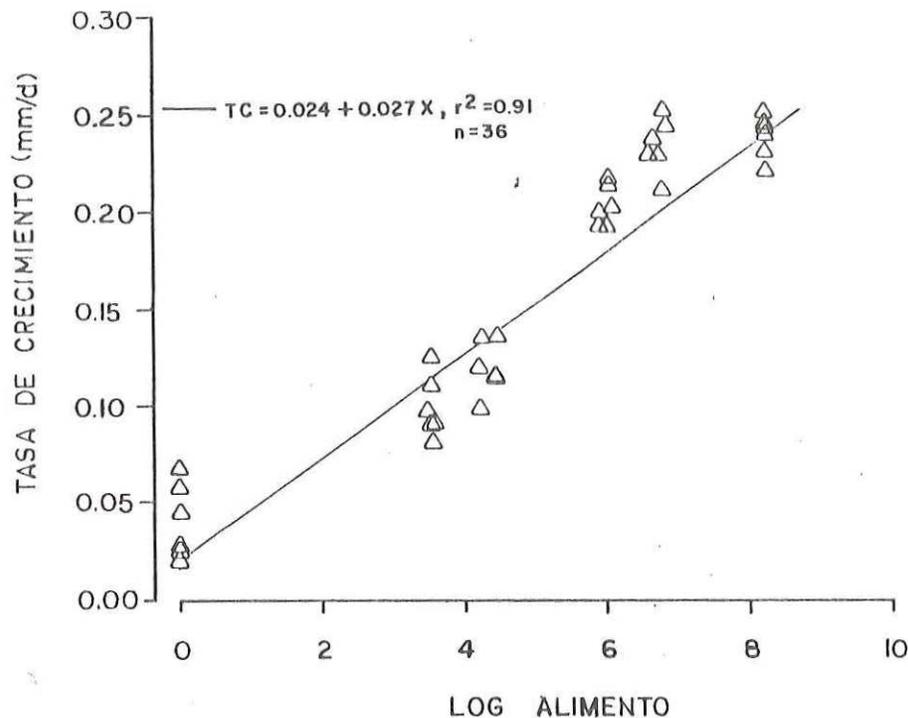


Fig. 5.- TASA DE CRECIMIENTO (mm/día) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DÍAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN (Δ) Tetraselmis suecica.

Serie 3 (Inanición irreversible)

En la Tabla XVI se presentan los valores de tasas de crecimiento promedio (mm/día) a 20 días después de la eclosión. El valor mínimo, 0.049 mm/día, se registró en la condición de 13 días de retraso sin nanoflagelados y el máximo de 0.26 mm/día en la condición de 1 día de retraso con nanoflagelados. La tasa de crecimiento promedio disminuyó conforme se retrasó el día de primera alimentación. Asimismo, se aprecian diferencias entre larvas cultivadas con y sin nanoflagelados.

Los datos de tasas de crecimiento promedio tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.73$) y sus residuos siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$). De acuerdo con el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla XVI), hubieron diferencias significativas en tasas de crecimiento debidas a los días de retraso de primera alimentación ($p < 0.001$), la presencia de nanoflagelados ($p < 0.001$) y la interacción (días de retraso x nanoflagelados) ($p < 0.05$). La prueba de Tukey sobre la interacción negó la existencia de efectos multiplicativos (no aditividad) $F_s < 1$, que pudieran explicar dicha significancia. La comparación de medias, prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, reveló que las medias de tasa de crecimiento correspondientes a 7 y 10 días de retraso fueron significativamente diferentes de todas las demás. Asimismo define 2 pares de medias iguales, el primero

integrado por 1 y 4 días de retraso y el segundo por 13 y 16 días de retraso.

Ya que el análisis de varianza anterior indicó diferencias significativas debidas a la presencia de nanoflagelados, se trataron por separado dos regresiones entre tasa de crecimiento promedio (TC) y los días de retraso de la primera alimentación (X).

Para el caso sin nanoflagelados, la relación entre las variables no se ajustó al modelo lineal. Por lo tanto, se procedió a transformar la variable independiente (transformación cuadrática) y realizar la regresión cuya ecuación fue:

$$TC = 0.219 - 0.0007X^2$$

Los residuos de la regresión siguieron la distribución normal (K-S, $0.05 < p < 0.10$) y tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.67$). La regresión fue significativa ($F_s = 70.00$, $p < 0.001$) y tuvo un alto coeficiente de determinación $R^2 = 0.875$ (Fig. 6).

Para el caso con nanoflagelados, la relación entre las variables se ajustó al modelo lineal, y su ecuación de regresión fue:

$$TC = 0.277 - 0.0125X$$

Los residuos de la regresión siguieron la distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$) y tuvieron homogeneidad de varianzas ($p =$

TABLA XVI. TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO (mm/día) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DÍAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DÍAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 3) Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

DIAS DE RETRASO / NANOFLAGELADOS	1	4	7	10	13	16
0	0.216 0.224	0.245 0.210	0.175 0.184	0.146 0.138	0.063 0.049	0.070 0.061
5,000 cel/ml	0.239 0.260	0.241 0.229	0.207 0.205	0.149 0.145	0.108 0.117	0.083 0.060

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)				
FUENTE DE VARIACION	DENSIDAD A1	G.L.	S.C.	F ₀
Días de retraso		5	0.104338	0.020868
Nanoflagelados		1	0.002860	0.002860
Interacción		5	0.002022	0.000404
Error		12	0.001463	0.000122
Total		23	0.110683	

* Significativo al 5%

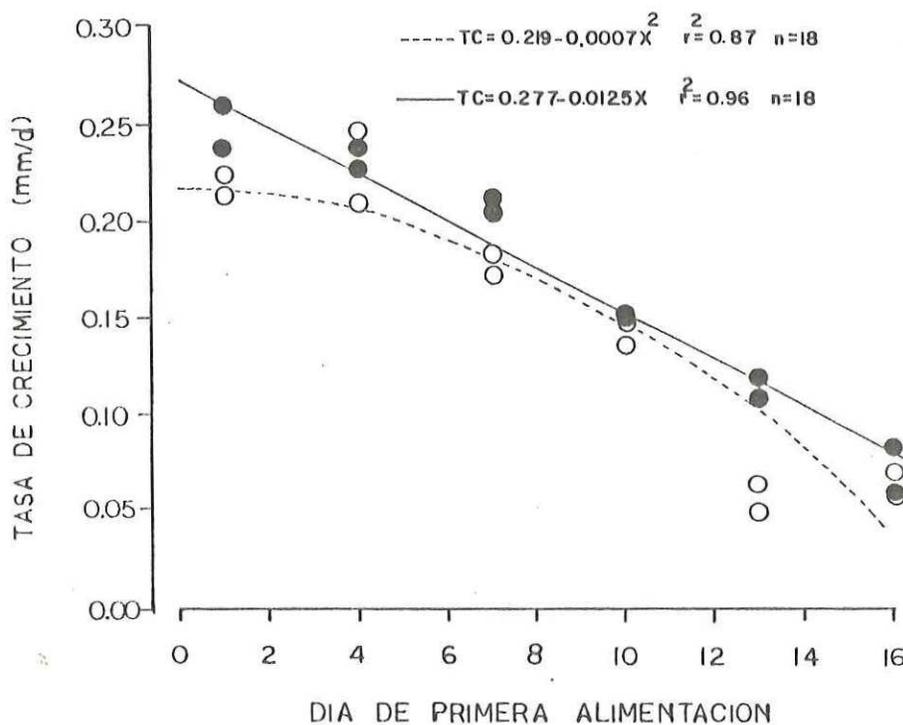


Fig. 6.- TASA DE CRECIMIENTO (mm/día) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DÍAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DÍAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON (●) Y SIN (○) Tetraselmis suecica.

0.50). La regresión fue significativa ($F_s = 268.39$, $p < 0.001$) y tuvo un alto coeficiente de determinación $R^2 = 0.964$ (Fig. 6).

III.4 Factores de condición

Serie 1 (Únicamente nanoflagelados)

En la Tabla XVII se presentan los datos de razón altura/longitud a 14 días después de la eclosión. El mínimo, 0.0678, se registró bajo condiciones de inanición (sin nanoflagelados) y el máximo de 0.0817 en las mayores concentraciones de nanoflagelados (100,000 cel/ml). Los datos de razón altura/longitud tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.72$) y sus residuos siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$). Según el análisis de varianza paramétrico de una vía (Tabla XVII), hubieron diferencias significativas en razón altura/longitud entre las concentraciones de nanoflagelados ($p < 0.05$).

En la Figura 7 se aprecia que la razón altura/longitud aumentó ligeramente conforme se incrementó la concentración promedio de *T. suecica*. Sin embargo, la comparación de medias a través de la prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia indicó que las únicas medias diferentes fueron las correspondientes a las condiciones de inanición (sin nanoflagelados) y de mayor concentración de nanoflagelados

TABLA XVII. RAZON ALTURA/LONGITUD DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica (Serie 1), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

	NANOFLAGELADO cel/ml				
	0	5,000	10,000	50,000	100,000
	0,0753	0,0713	0,0774	0,0736	0,0783
	0,0704	0,0730	0,0738	0,0768	0,0817
	0,0678	0,0755	0,0736	0,0793	0,0803

ANALISIS DE VARIANZA (I) VIA PARAMETRICO				
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	S.C.	C.M.	F _{0.05}
DEBIDA A:				
Nanoflagelados	4	0,00013786	0,00003447	4,98 *
Error	10	0,00006925	0,00000692	
Total	14	0,00020711		

* Significativo al 5%

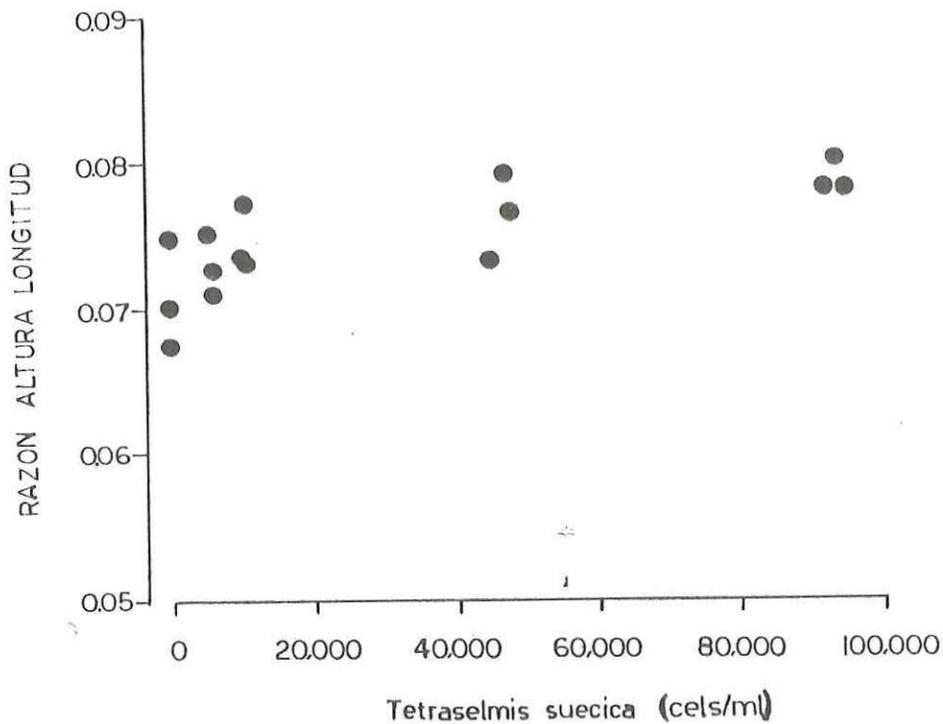


Fig. 7.- RAZON ALTURA/LONGITUD DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica.

(100,000 cel/ml).

Serie 2 (Concentraciones de nauplios)

La Tabla XVIII presenta los datos de razón altura/longitud a 14 días después de la eclosión. El mínimo, 0.0650, se registró bajo condiciones de inanición (sin nauplios-sin nanoflagelados) y el máximo 0.0928 en la mayor densidad de nauplios (4,000 n/l) con nanoflagelados. Los datos de razón altura/longitud tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.06$) y sus residuos siguieron una distribución normal (Pearson, $p = 0.70$). Según el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla XVIII), hubieron diferencias significativas en razón altura/longitud debidas unicamente a las concentraciones de nauplios ($p < 0.001$). La presencia de nanoflagelados y la interacción (nauplios x nanoflagelados) no fueron significativos ($p > 0.05$).

La Figura 8 muestra que la razón altura/longitud aumentó conforme se incrementó la concentración promedio de nauplios A. salina. Los aumentos fueron más pronunciados a bajas concentraciones disminuyendo al tiempo que se aproximaron a la concentración de 1,000 n/l y a partir de la cual la razón altura/longitud permaneció constante a pesar de incrementos sucesivos en la concentración de nauplios. Lo anterior se apoya en la comparación de medias, a través de la prueba

TABLE XVIII. RAZON ALTURA/LONGITUD DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 2), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

NAUPLIOS FLAGELADO	0	50	100	500	1,000	4,000 n/l
0	0.0664	0.0770	0.0801	0.0910	0.0887	0.0924
	0.0650	0.0738	0.0742	0.0823	0.0897	0.0859
	0.0693	0.0752	0.0751	0.0823	0.0886	0.0892
5000 cel/ml	0.0713	0.0728	0.0785	0.0850	0.0876	0.0893
	0.0730	0.0725	0.0739	0.0851	0.0875	0.0886
	0.0755	0.0752	0.0766	0.0860	0.0872	0.0928

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)

FUENTE DE VARIACION DEBIDA A:	G.L.	S.C.	C.M.	Fs
Nauplios	5	0,00203391	0,00040678	70,01 *
Nanoflagelados	1	0,00000235	0,00000235	,40
Interacción	5	0,00005246	0,00001049	1,81
Error	24	0,00013933	0,00000581	
Total	35	0,00222806		

* Significativo al 5%

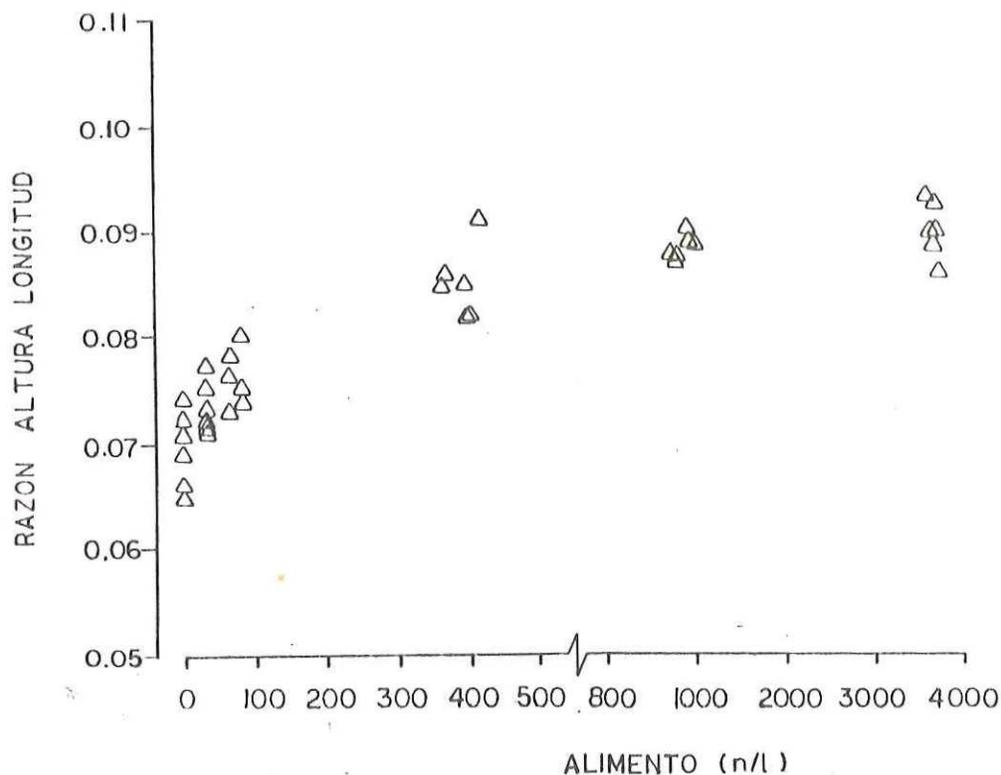


Fig. 8.- RAZON ALTURA/LONGITUD DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN (Δ) Tetraselmis suecica.

Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, que indicó que dos pares de medias resultaron iguales, el primero constituido por los niveles 50 y 100 n/l y el segundo por los de 1,000 y 4,000 n/l.

La Tabla XIX presenta los datos del índice K de Fulton a 14 días después de la eclosión. El valor mínimo, 0.2612, se registró bajo condiciones de inanición (sin nauplios-sin nanoflagelados) y el máximo, 0.7925, en la mayor densidad de nauplios (4,000 n/l) con nanoflagelados. Los índices K de Fulton tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.06$) y sus residuos siguieron una distribución normal (Pearson, $p = 0.42$). De acuerdo con el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla XIX), hubieron diferencias significativas en los índices K, debidas únicamente a las concentraciones de nauplios ($p < 0.05$). La presencia de nanoflagelados e interacción (nauplios x nanoflagelados) no resultaron significativas ($p > 0.05$).

La Figura 9 muestra la relación entre el índice K de Fulton y la concentración promedio de nauplios de *A. salina*. Es difícil apreciar una tendencia general debido a la alta variabilidad de los datos. Sin embargo, puede verse un pequeño aumento en los valores de índice K al tiempo que se incrementó la concentración de nauplios. Aunque lo anterior se apoya en el análisis de varianza, la comparación de medias, prueba

TABLA XIX. INDICE K DE FULTON DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 2), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

NAUPLIOS FLAGELADOS	ALIMENTO (n/l)				
	50	100	500	1,000	4,000
0	0,4559	0,4438	0,6530	0,4135	0,5740
	0,4495	0,3363	0,3520	0,5214	0,4618
	0,2612	0,3700	0,3243	0,3556	0,5144
5,000 cel/ml	0,4279	0,4265	0,4505	0,3767	0,5871
	0,4401	0,4657	0,4628	0,6632	0,5710
	0,4568	0,4484	0,4965	0,4530	0,7925

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)

FUENTE DE VARIACION	D.G.L.	S.C.	C.H.	F ₀
NAUPLIOS	4	0,11433	0,02858	2,94 *
Nanoflagelados	1	0,03550	0,03550	3,65
Interacción	4	0,00935	0,00234	0,24
Error	20	0,19431	0,00972	
Total	29	0,35349		

* Significativo al 5%

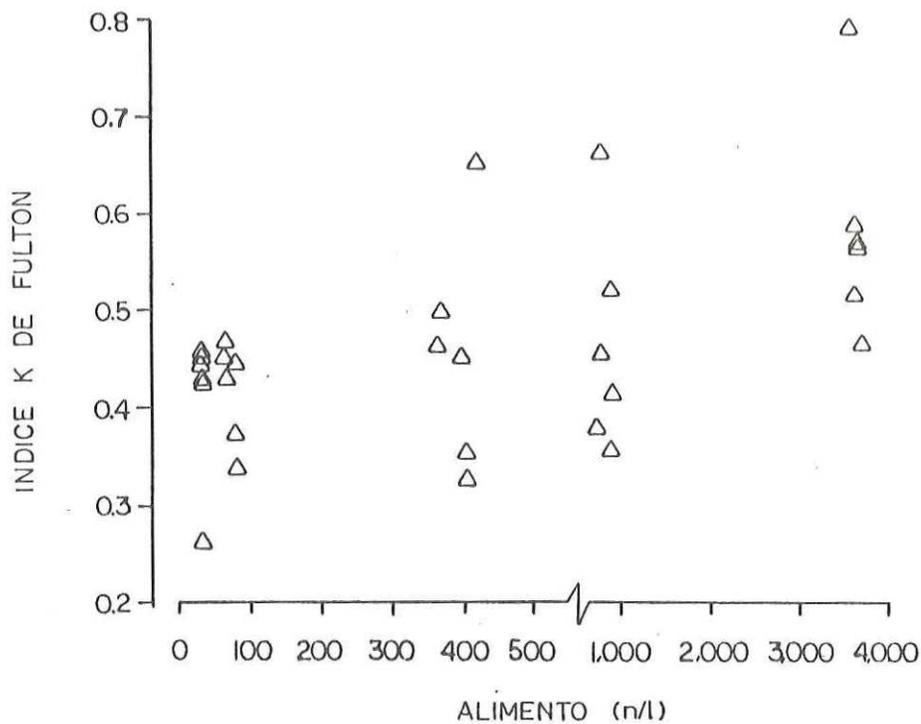


Fig. 9.- INDICE K DE FULTON DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina CON Y SIN (Δ) Tetraselmis suecica.

Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, no identificó a las causantes de la de este análisis.

Serie 3 (Inanición irreversible)

La Tabla XX presenta los datos de razón altura/longitud a 20 días después de la eclosión. El mínimo, 0.0737, se registró en la condición de 13 días de retraso sin nanoflagelados, y el máximo en la condición de 1 día de retraso con nanoflagelados. De acuerdo con el análisis de varianza no paramétrico de Wilson (1956) (Tabla XX), las diferencias significativas en razón altura/longitud fueron debidas únicamente a los días de retraso de la primera alimentación ($p < 0.01$). La presencia de nanoflagelados y la interacción (días x nanoflagelados) no fueron significativos ($p > 0.05$).

La Figura 10 muestra que la razón altura/longitud disminuyó conforme se retrasó el día de primera alimentación. Las comparaciones múltiples utilizando la prueba STP al 5% de significancia, revelaron que los valores de razón altura/longitud obtenidos para 10 días de retraso de alimentación fueron iguales, únicamente a los de 7 días de retraso y significativamente diferentes a todos los demás. Sin embargo los valores de razón altura/longitud registrados para 1, 4 y 7 fueron iguales entre sí. También fueron iguales los correspondientes a las condiciones 13 y 16 días de retraso.

TABLA XX. RAZON ALTURA/LONGITUD DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN *Tetrasetelmis suecica* (Serie 3), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

DIAS NANO FLAGELADO	DIAS					
	1	4	7	10	13	16
0	0.0955	0.0943	0.0908	0.0903	0.0860	0.0794
	0.0946	0.0947	0.0910	0.0914	0.0737	0.0800
5,000 cel/ml	0.0978	0.0970	0.0950	0.0918	0.0883	0.0800
	0.0952	0.0946	0.0953	0.0904	0.0879	0.0828

ANÁLISIS DE VARIANZA (2 VIAS NO PARAMETRICO)

FUENTE DE VARIACION DEBIDA A:	G.L.	VALOR DE J12	PROBABILIDAD
Nanoflagelados	1	0.666	0.4142
Días de retraso	5	16.000	0.0068 *
Interacción	5	3.333	0.6487

* Significativo al 5%

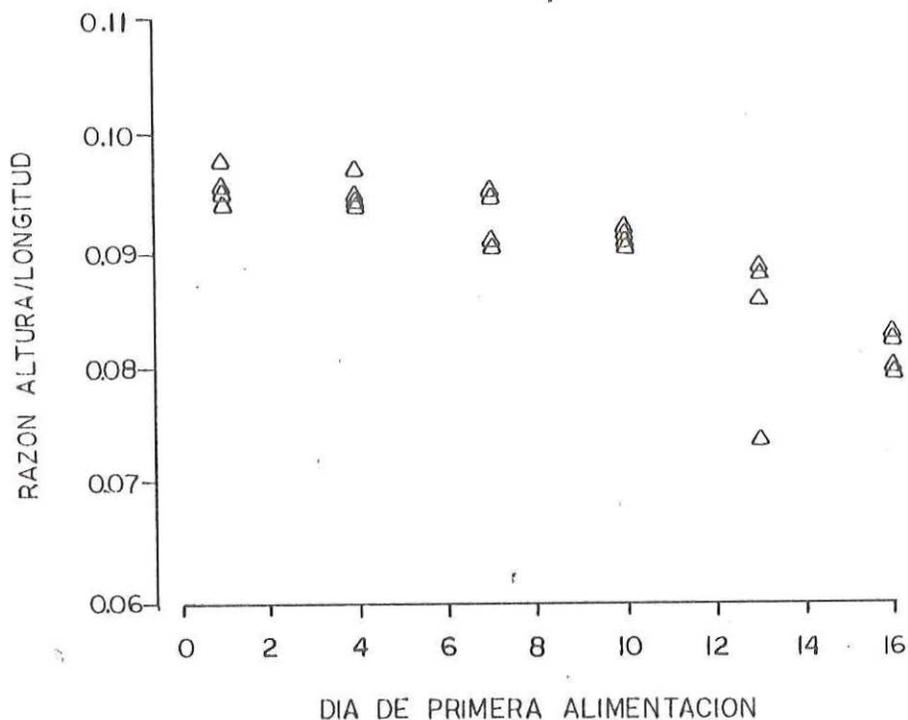


Fig. 10.- RAZON ALTURA/LONGITUD DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN (Δ) *Tetrasetelmis suecica*.

La Tabla XXI contiene los datos del índice K de Fulton a 20 días después de la eclosión. El mínimo, 0.3552, se registró en la condición de 16 días de retraso sin nanoflagelados, y el máximo 1.48 en la condición de 1 día de retraso con nanoflagelados. Según el análisis de varianza no paramétrico enfoque Wilson (1956) (Tabla XXI), las diferencias significativas en los índices K, fueron debidas únicamente a los días de retraso ($p < 0.05$). La presencia de nanoflagelados y la interacción (días de retraso x nanoflagelados) no fueron significativas ($p > 0.05$).

En la Figura 11 se observa que los valores del índice K de Fulton disminuyeron al tiempo que se retrasó el día de primera alimentación. No obstante la alta variabilidad de los datos, las comparaciones múltiples utilizando la prueba STP al 5% de significancia, indicaron que los valores del índice K obtenidos para un día de retraso de alimentación fueron significativamente diferentes a todos los demás. Por otro lado, los registrados para 4, 7 y 10 días de retraso fueron iguales entre sí, así como lo fueron los de 10, 13 y 16 días de retraso.

TABLA XXI. INDICE K DE FULTON DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 3), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

NANO DIAS FLAGELADO	1	4	7	10	13	16
0	1.420	1.052	1.340	0.7878	0.4142	0.3552
	1.106	1.126	0.3192	0.6726	0.3566	0.3969
5,000 cel/ml	1.400	1.140	1.166	1.005	0.7319	0.4299
	1.251	1.173	1.096	1.073	0.7610	0.5143

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS NO PARAMETRICO)

FUENTE DE VARIACION DEBIDA A:	G.L.	VALOR DE J12	PROBABILIDAD
Nanoflagelados	1	2.666	0.1025
Días de retraso	5	14.000	0.0156 *
Interacción	5	3.333	0.6487

* Significativo al 5%

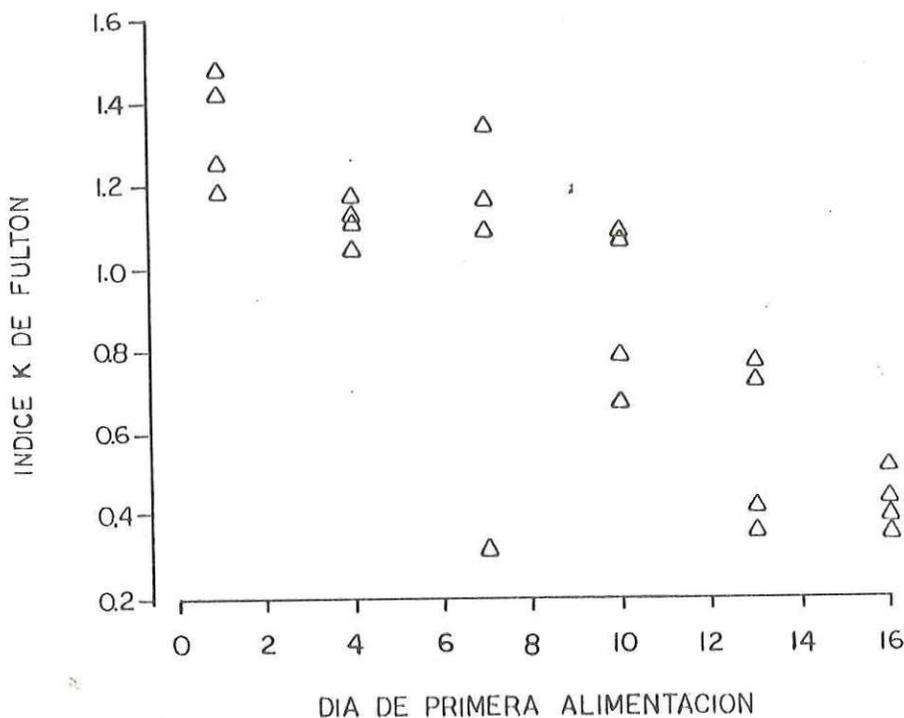


Fig. 11.- INDICE K DE FULTON DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN (Δ) Tetraselmis suecica.

III.5 Supervivencia final

Serie 1 (Únicamente nanoflagelados)

La Tabla XXII presenta los porcentajes de supervivencia final, a 14 días después de la eclosión. El valor mínimo, 10%, se se registró bajo condiciones de inanición (sin nanoflagelados) y el máximo de 71% bajo la mayor concentración de nanoflagelados (100,000 cel/ml). Los porcentajes de supervivencia final tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.23$) y sus residuos siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$). De acuerdo con el análisis de varianza paramétrico de una vía (Tabla XXII), las diferencias significativas en la supervivencia fueron debidas a las diferentes concentraciones de nanoflagelados ($p < 0.001$). La comparación de medias, prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, indicó que la media de supervivencia correspondiente al nivel de 100,000 cel/ml fue diferente de todas las demás. También define dos grupos de medias iguales, uno constituido por las correspondientes a las condiciones de inanición (sin nanoflagelados) y 5,000 cel/ml, y otro por los niveles 5,000; 10,000 y 50,000 cel/ml.

La relación entre el porcentaje de supervivencia final (Sf) y la concentración promedio de *T. suecica* (X) se ajustó al modelo lineal. La ecuación de regresión fue:

$$Sf = 17.7 + 0.357X$$

Los residuos del modelo de regresión siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$) y tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.71$). La regresión fue significativa ($F_s = 75.72$, $p < 0.001$) y tuvo un alto coeficiente de determinación $R^2 = 0.873$ (Fig. 12).

En la Figura 12 se observa que el porcentaje de supervivencia aumentó al tiempo que se incrementó la concentración promedio de *T. suecica*. Son notables los altos valores en porcentaje de supervivencia registrados para la concentración de 100,000 cel/ml, haciéndose comparables a los obtenidos para larvas alimentadas con más de 500 nauplios/l (Tabla XXIII, Serie 2).

Serie 2 (Concentración de nauplios)

En la Tabla XXIII se presentan los porcentajes de supervivencia final a 14 días después de la eclosión. El valor mínimo, 14%, se registró bajo condiciones de inanición (sin nauplios-sin nanoflagelados) y el máximo de 71% en las condiciones de 1,000 y 4,000 n/l ambos con nanoflagelados. Los porcentajes de supervivencia final tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.72$) y sus residuos siguieron una distribución normal (Pearson, $p = 0.25$). Según el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla XXIII), hubieron diferencias

TABLA XXII. SUPERVIVENCIA FINAL (%) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica (Serie 1), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

	NANOFLAGELADO cel/ml				
	0	5,000	10,000	50,000	100,000
	16	27	40	33	47
	10	20	29	31	56
	14	18	26	34	71

ANALISIS DE VARIANZA (1 VIA PARAMETRICO)					
FUENTE DE VARIACION	DEBIDA A:	G.L.	S.C.	C.M.	Fs
Nanoflagelados		4	3391.1	847.8	18.01 *
Error		10	470.7	47.1	
Total		14	3861.8		

* Significativo al 5%

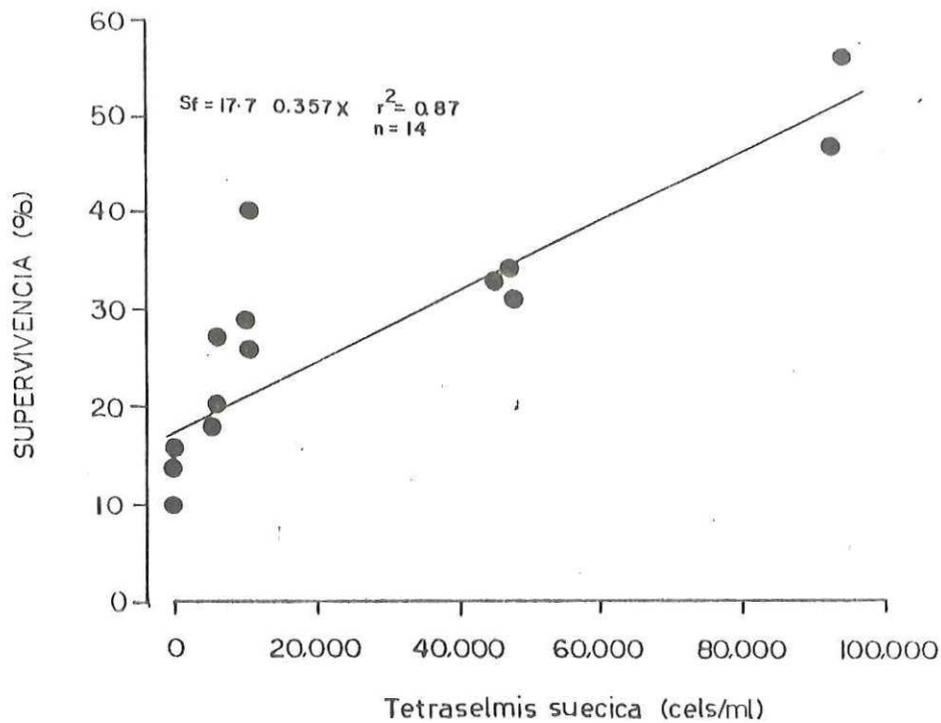


Fig. 12.- PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA FINAL DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica.

significativas en supervivencia debidas a las concentraciones de nauplios ($p < 0.001$), y la presencia de nanoflagelados ($p < 0.05$). La interacción (nauplios x nanoflagelados) no fué significativa ($p > 0.05$). La comparación de medias, a través de la prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, indicó que la media de supervivencia correspondiente a la condición sin nauplios fué diferente de todas las demás. La media de supervivencia correspondiente al nivel 50 n/l fué igual a 100 y 500 n/l pero diferente de las restantes.

En base a que el análisis de varianza precedente determinó diferencias significativas debidas a la presencia de nanoflagelados se trataron por separado dos regresiones entre porcentaje de supervivencia final (Sf) y la concentración promedio de nauplios de *A. salina* (X). Para ambos casos, las relaciones entre las variables no se ajustaron al modelo lineal por lo que se procedió a transformar la variable independiente (transformación logarítmica). La ecuación de regresión para el caso sin nanoflagelados fué:

$$Sf = 24.4 + 5.25X'$$

Los residuos de la regresión siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$) y tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.65$). La regresión fué significativa ($F_s = 75.2$, $p < 0.001$) y tuvo un alto coeficiente de determinación $R^2 = 0.752$ (Fig. 13). La ecuación de regresión para el caso con nanoflagelados fué:

$$Sf = 27.7 + 5.63X'$$

TABLA XXIII. SUPERVIVENCIA FINAL (%) DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE *Artemia salina* CON Y SIN *Tetraselmis suecica* (Serie 2), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

HABO FLAGELADO	NAUPLIO	0	50	100	500	1,000	4,000	n/1
		0	23 14 17	53 52 45	46 53 59	48 62 64	44 62 68	67 61 58
5,000 cel/ml		27 20 18	57 52 47	56 63 55	51 64 62	69 67 71	65 64 71	

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)

FUENTE DE VARIACION DEBIDA A:	G.L.	S.C.	C.M.	F ₀
Nauplios	5	8240,3	1648,0	42,15 *
Nanoflagelados	1	191,4	191,4	4,90 *
Interacción	5	93,1	19,6	0,48
Error	24	938,0	39,1	
Total	25	9462,7		

* Significativo al 5%

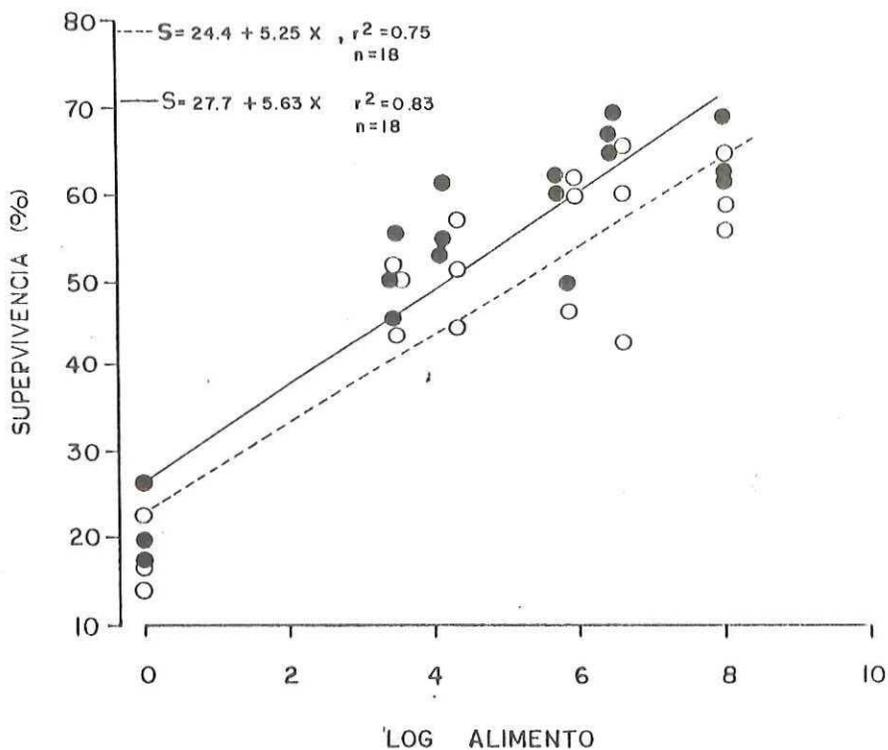


Fig. 13.- PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA FINAL DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE *Artemia salina* CON (●) Y SIN (○) *Tetraselmis suecica*.

Los residuos de la regresión siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$) y tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.79$). La regresión fue significativa ($F_s = 79.28$, $p < 0.001$) y tuvo un alto coeficiente de determinación $R^2 = 0.832$ (Fig. 13).

Serie 3 (Inanición irreversible)

La Tabla XXIV presenta los porcentajes de supervivencia final a 20 días después de la eclosión. El valor mínimo, 6%, se registró en la condición de 13 días de retraso sin nanoflagelados, y el máximo de 75%, en la condición de 1 día de retraso sin nanoflagelados. Los porcentajes de supervivencia final tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.06$) y sus residuos siguieron una distribución normal (K-S, $0.05 < p < 0.10$). Según el análisis de varianza paramétrico de dos vías (Tabla XXIV), las diferencias significativas en supervivencia fueron debidas únicamente a los días de retraso ($p < 0.001$). La presencia de nanoflagelados y la interacción (días de retraso x nanoflagelados) no fueron significativas ($p > 0.05$). La comparación de medias, prueba Student-Neuman-Keuls al 5% de significancia, define tres grupos iguales: el primero constituido por las medias correspondientes a 1 y 4 días de retraso, el segundo por las de 7 y 10 días de retraso y el tercero por las de 13 y 16 días de retraso.

En vista de que el análisis de varianza anterior no

TABLA XXIV. SUPERVIVENCIA FINAL (%) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN Tetraselmis suecica (Serie 3), Y SU ANALISIS DE VARIANZA.

DIAS NANO FLAGELADO	DIAS					
	1	4	7	10	13	16
0	75	68	52	59	6	25
	73	67	56	54	22	22
5,000 cel/ml	63	59	44	47	16	27
	63	60	45	53	41	26

ANALISIS DE VARIANZA (2 VIAS PARAMETRICO)

FUENTE DE VARIACION DEBIDA A:	G.L.	S.C.	C.M.	Fs
Días de retraso	5	7789.4	1557.9	38.18 *
Nanoflagelados	1	45.4	45.4	1.11
Interacción	5	470.4	94.1	2.31
Error	12	489.5	40.8	
Total	23	8794.6		

* Significativo al 5%

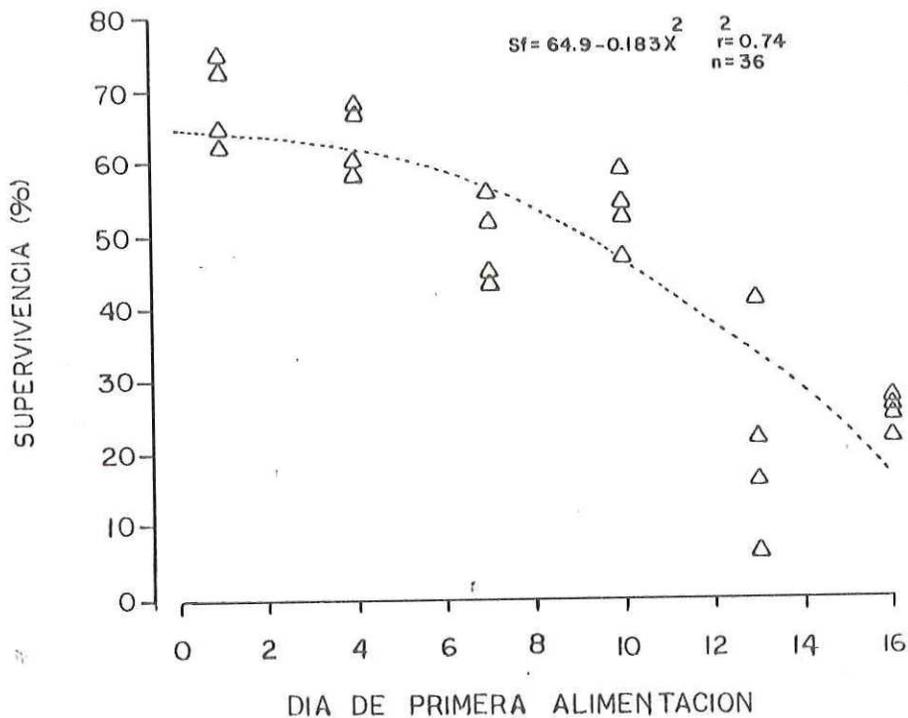


Fig. 14.- PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA FINAL DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION CON Y SIN (Δ) Tetraselmis suecica.

indicó diferencias significativas debidas a la presencia de nanoflagelados, se reunieron todos los datos para realizar el análisis de regresión entre el porcentaje de supervivencia final (Sf) y los días de retraso de primera alimentación (X). La relación entre las variables no se ajustó al modelo lineal, por lo que se procedió a transformar la variable independiente (transformación cuadrática) y realizar la regresión cuya ecuación fué:

$$Sf = 64.9 - 0.183X^2$$

Los residuos del modelo siguieron una distribución normal (K-S, $0.20 < p < 1.00$) y tuvieron homogeneidad de varianzas ($p = 0.06$). La regresión fué significativa ($F_s = 62.72$, $p < 0.001$) y tuvo un coeficiente de determinación $R^2 = 0.740$ (Fig. 14).

III.6 Análisis de curvas de supervivencia

Las curvas de supervivencia se construyeron con los datos de mortalidad diaria, para cada recipiente de cultivo. Estas curvas relacionan el porcentaje de supervivencia diario y el tiempo (días después de la eclosión).

Serie 1 (Únicamente nanoflagelados)

Cada tratamiento reunió tres curvas (original y dos réplicas) por gráfica para 14 días después de la eclosión (Fig. 15).

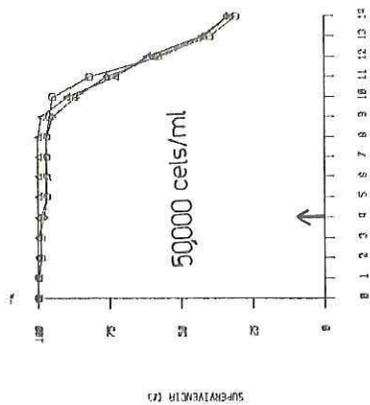
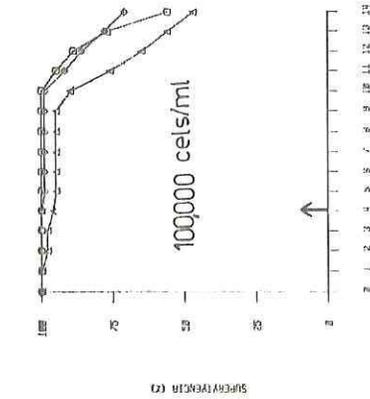
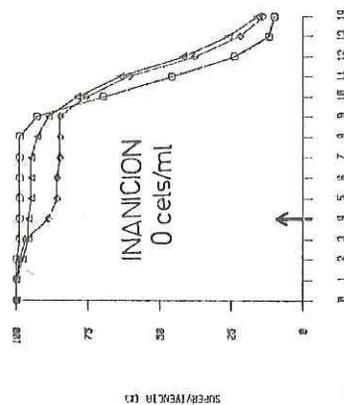
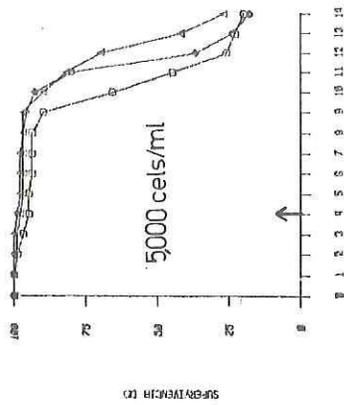
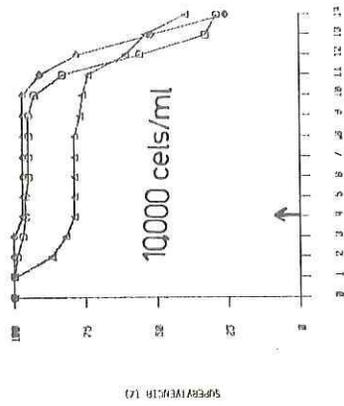


Fig. 15.- SUPERVIVENCIA DIARIA (%) DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE *Tetraselmis suecica*. LAS FLECHAS SEÑALAN EL DIA DE ABSORCION DEL VITULO.

El comportamiento general de las curvas muestra dos fases:

1) Fase de alta supervivencia. Incluye de modo aproximado los primeros nueve días posteriores a la eclosión y se presenta en todos los casos.

2) Fase de caída abrupta de supervivencia. Es la continuación de la fase uno y se presenta en todos los casos. Sin embargo fue más pronunciada para las condiciones sin nanoflagelados y bajas densidades de éstos (5,000 cel/ml). La tendencia seguida por las condiciones 10,000 y 50,000 cel/ml resultó muy parecida. La condición 100,000 cel/ml fue diferente a todas, ya que la caída resultó mas leve.

Serie 2 (Concentraciones de nauplios)

Cada tratamiento reunió tres curvas (original y dos réplicas) por gráfica, para 14 días después de la eclosión (Figs. 16 y 17). El comportamiento típico de las curvas muestra tres fases:

1) Fase de alta supervivencia. Con porcentajes entre 85-100, abarca un tiempo aproximado de nueve días posteriores a la eclosión. Se presentó en la mayoría de los casos, con excepción de las condiciones de inanición (sin nauplios-sin nanoflagelados) y 50 n/l sin nanoflagelados, los cuales

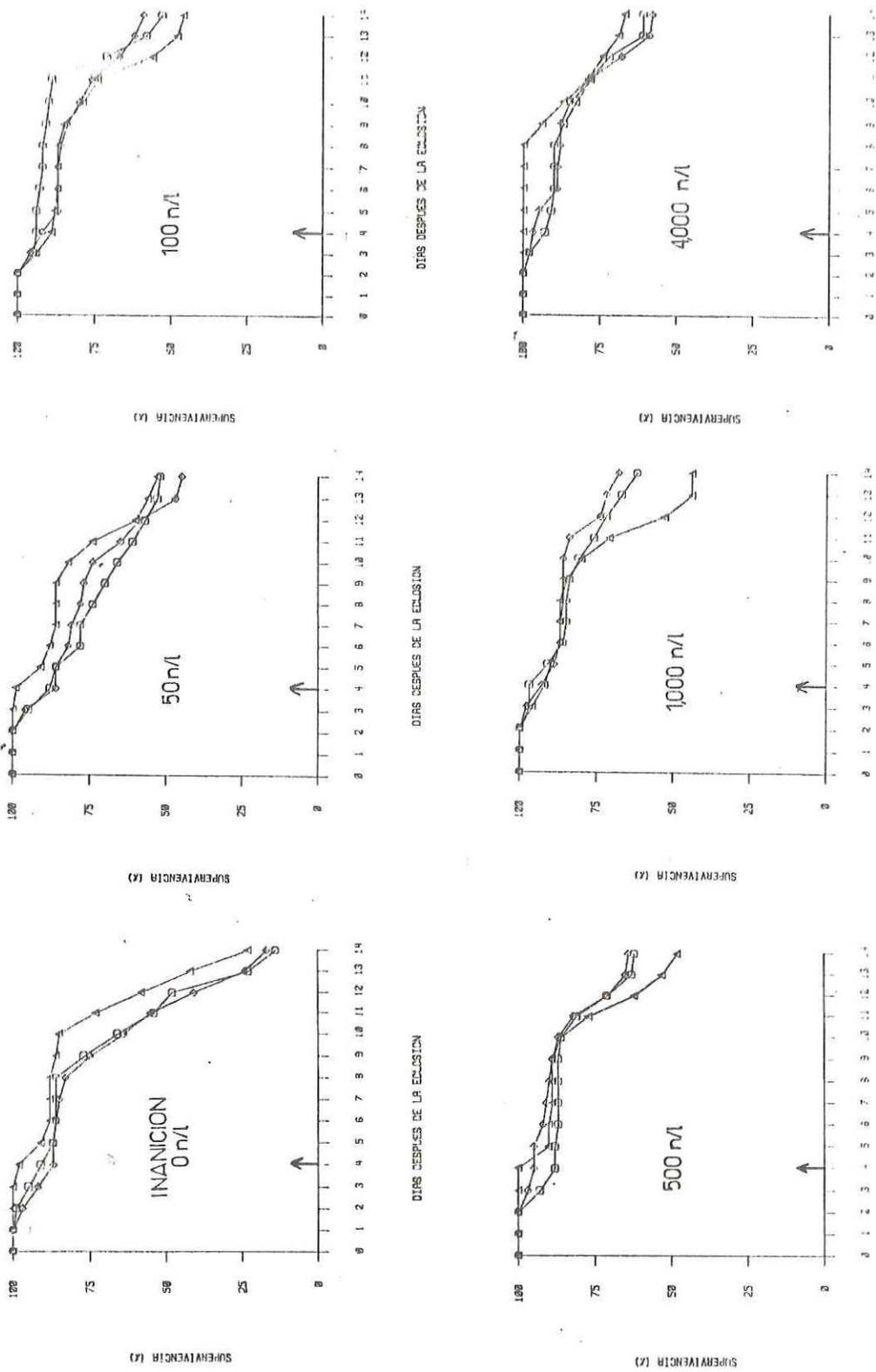
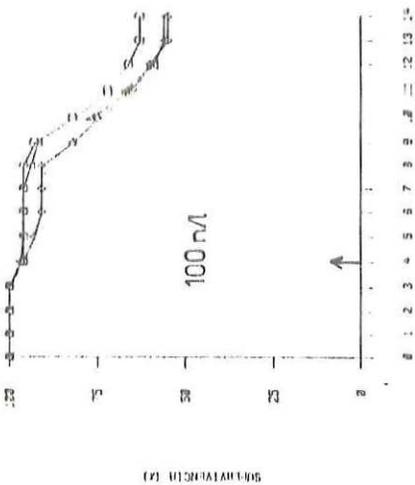
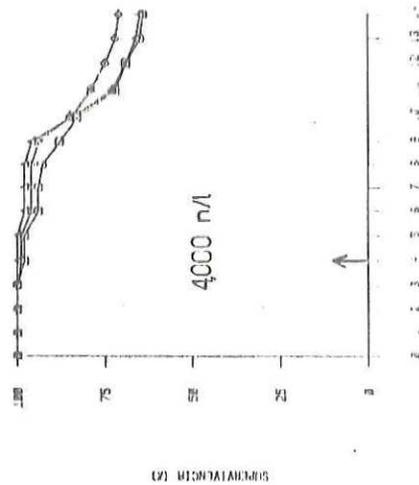


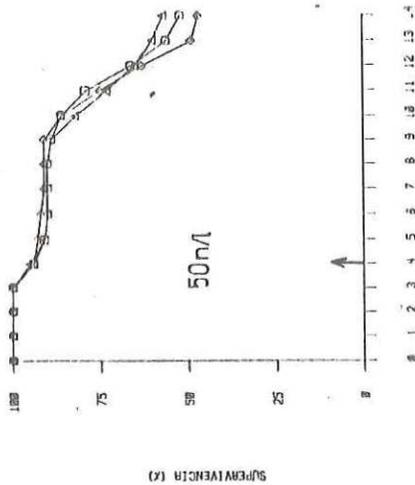
Fig. 16.- SUPERVIVENCIA DIARIA (%) DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE *Artemia salina* Y SIN *Tetraselmis suecica*. LAS FLECHAS INDICAN EL DIA DE ABSORCION DEL VITULO.



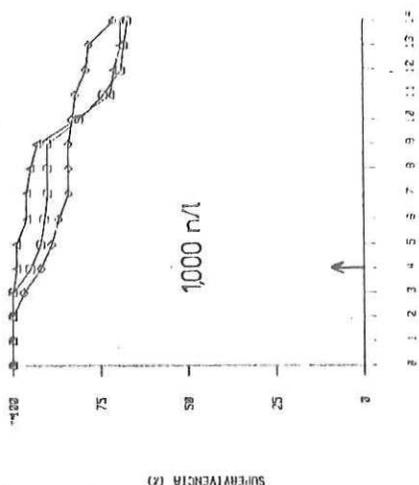
DIAS DESPUES DE LA ECLOSION



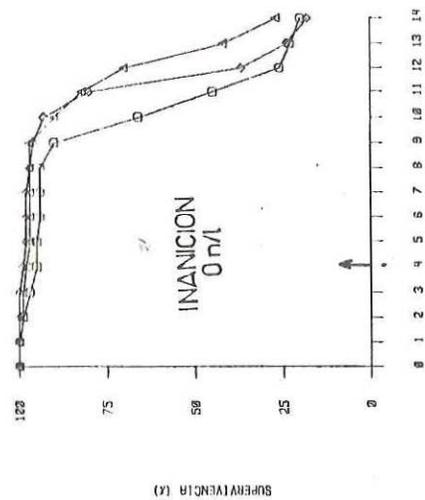
DIAS DESPUES DE LA ECLOSION



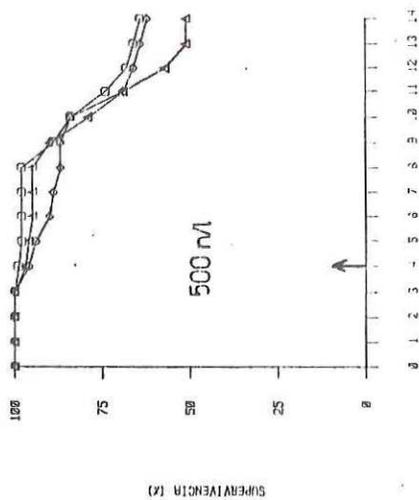
DIAS DESPUES DE LA ECLOSION



DIAS DESPUES DE LA ECLOSION



DIAS DESPUES DE LA ECLOSION



DIAS DESPUES DE LA ECLOSION

Fig. 17.- SUPERVIVENCIA DIARIA (%) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 14 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NAUPLIOS DE Artemia salina Y CON Tetrasetimis suecica. LAS FLECHAS INDICAN EL DIA DE ABSORCION DEL VITELO.

mostraron comportamiento irregular los primeros 6 días después de la eclosión.

2) Fase de caída abrupta de supervivencia. Es continuación de la anterior y se presenta del día 9 al 12 después de la eclosión. Es evidente en todas las curvas aunque varía su grado, siendo muy marcado en las condiciones sin nauplios y muy leve para las condiciones desde 500 a 4,000 n/l.

3) Fase de recuperación de supervivencia. Es continuación de la fase dos y apenas se logra apreciar, sobre todo en las altas concentraciones de nauplios, y más marcadamente en aquellas con nanoflagelados.

Serie 3 (Inanición irreversible)

Cada tratamiento reunió dos curvas (original y una réplica) por gráfica, para 20 días después de la eclosión (Figs. 18 y 19). El comportamiento típico de las curvas muestra cinco fases:

1) Fase de alta supervivencia. Incluye de 3 a 4 días después de la eclosión y se presenta en todos los casos.

2) Fase de caída leve de supervivencia. Es continuación de la anterior, se presenta entre los días 4 y 5 y es

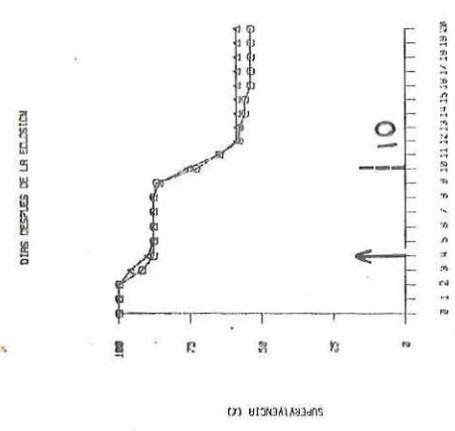
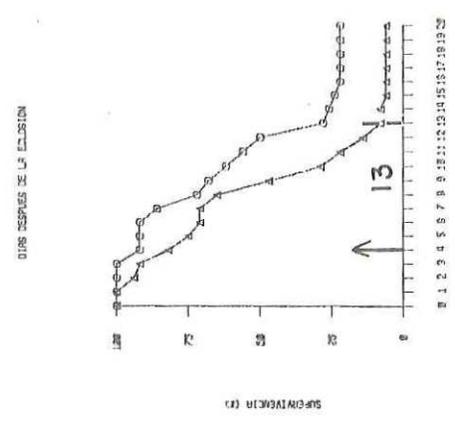
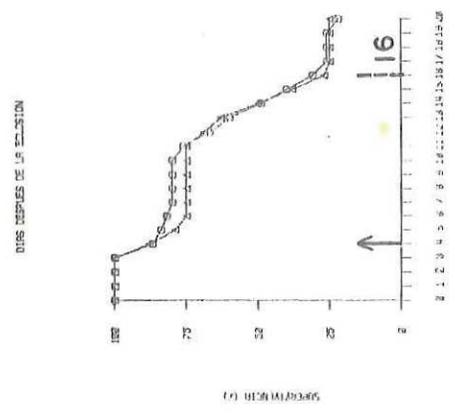
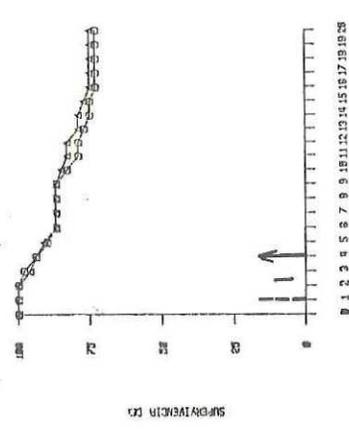
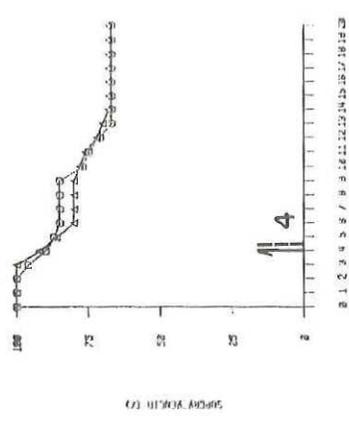
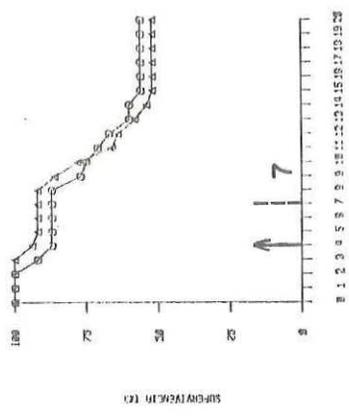


Fig. 18.- SUPERVIVENCIA DIARIA (%) DE LARVAS DE Leuresthes tenuis DE 20 DIAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DIAS DE PRIMERA ALIMENTACION Y SIN Tetraselmis suecica. LAS FLECHAS INDICAN EL DIA DE ABSORCION DEL VITULO Y LAS LINEAS (---) EL DIA DE PRIMERA ALIMENTACION.

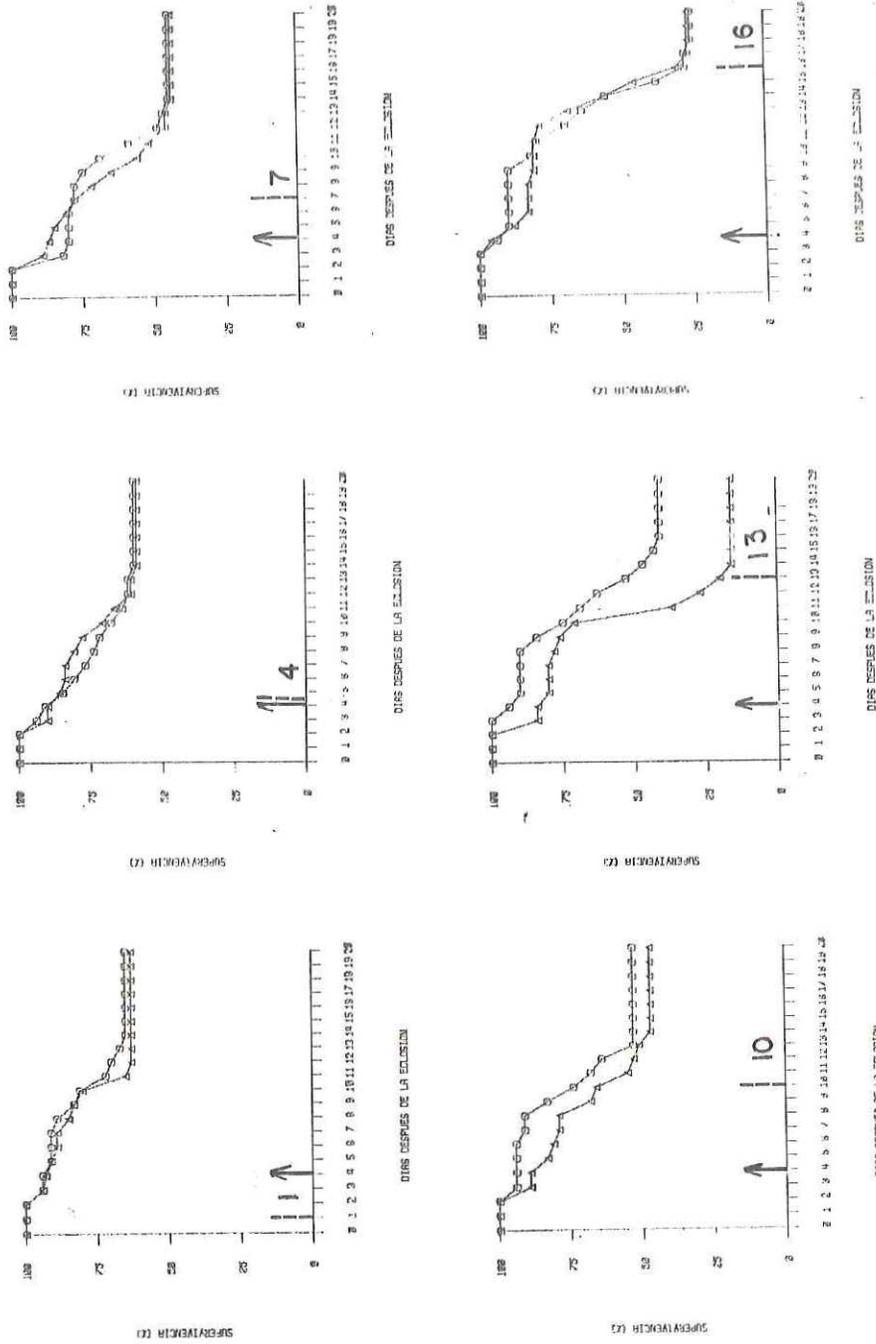


Fig. 19.- SUPERVIVENCIA DIARIA (%) DE LARVAS DE *Leuresthes tenuis* DE 20 DÍAS DE EDAD, CULTIVADAS A DIFERENTES DÍAS DE PRIMERA ALIMENTACION Y CON *Tetraselmis suecica*. LAS FLECHAS INDICAN EL DIA DE ABSORCION DEL VITULO Y LAS LINEAS (---) EL DIA DE PRIMERA ALIMENTACION.

apreciable en todos los casos.

3) Fase de recuperación de la supervivencia. Es continuación de la fase dos y muy evidente en la mayoría de los casos, excepto para las condiciones: 13 días de retraso sin nanoflagelados, 4 y 7 días de retraso con nanoflagelados. Abarca desde el día 5 al 9 después de la eclosión.

4) Fase de caída abrupta de la supervivencia. Continuación de la fase anterior, es muy marcada para las condiciones de 13 y 16 días de retraso con y sin nanoflagelados; apenas notable en las condiciones de 1 día de retraso con y sin nanoflagelados.

5) Fase de estabilización de la supervivencia. Notable en todos los casos. Va aproximadamente desde el día 11 para unos casos y 13 para otros casos, hasta el final del experimento, 20 días posteriores a la eclosión.

IV. DISCUSION

Además de la densidad, también el tipo y el tamaño del alimento son importantes en el crecimiento y la supervivencia de larvas de peces (Lasker, 1975; Frank y Leggett, 1986). En la naturaleza, el zooplancton es el principal recurso alimenticio de las larvas de peces y los copépodos el grupo más comúnmente utilizado (Arthur, 1976; Hunter, 1981). Sin embargo, existen también otras fuentes de alimento que pueden ser utilizadas por las larvas de peces, y que ofrecen una mayor diversificación del tipo y tamaño de presas, conforme crecen (Lasker et al., 1970; May, 1970; Last, 1980; Theilacker y Dorsey, 1980).

En general se ha concluido que las larvas de peces no utilizan el fitoplancton como fuente principal de alimento (May, 1970; Scura y Jerde, 1977; Hunter, 1981). A pesar de ello existen trabajos que reportan la presencia de células de fitoplancton, así como partículas inertes en la dieta de las larvas de peces (Arthur, 1976; Berner, 1959; Spectorova et al., 1974; Rojas de Mendiola y Gómez, 1981; Castro Longoria, 1985; Brewer y Kleppel, 1986). En base a esto, algunos autores coinciden en suponer que la presencia de células de fitoplancton, no se debe a casos accidentales y apoyan la idea de que éstas proporcionan algún beneficio a las larvas de peces (Spectorova et al., 1974; Moffatt, 1981; Stocker y Govoni,

1984).

Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren la importancia de nanoflagelados como fuente de alimento para larvas de *Leuresthes tenuis*. Tanto el crecimiento, como también la supervivencia y el índice de condición larval para esta especie, se incrementaron con un aumento en la concentración de *Tetraselmis suecica*. Sin embargo, este efecto benéfico fue particularmente evidente en la supervivencia. Por ejemplo, el elevado porcentaje promedio de supervivencia (58%) obtenido a una concentración de 100,000 cel/ml de *T. suecica* en la Serie 1, fue comparable al registrado en la Serie 2 para larvas mantenidas con 50 y 100 nauplios de *Artemia salina* (53% y 58% respectivamente).

Son pocos los investigadores que han empleado nanoflagelados como única fuente de alimento, por lo que no existen suficientes puntos de comparación que permitan ubicar los resultados del presente estudio. La mayoría de las investigaciones solamente consideran el empleo de nanoflagelados o de microalgas como fuente complementaria de alimento (Houde, 1975, 1977, 1978; Moffatt, 1981; Rodríguez Murillo, 1983; Watanabe et al., 1983).

Sin embargo, existen algunos estudios con larvas de la anchoveta *Engraulis mordax* llevados a cabo con nanoflagelados

como única fuente de alimento, que pueden ser utilizados como puntos de comparación con este trabajo. Por ejemplo, Quiñonez Velásquez (1985) y Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara (Manuscrito) encontraron porcentajes promedio de supervivencia (67-70%) significativamente mayores a los encontrados bajo condiciones reales de inanición ($x = 40\%$: Rodríguez Murillo, 1983; Quiñonez Velásquez, 1985; Gil Hernández, 1986; Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara, Manuscrito). Así, Quiñonez Velásquez (1985) encontró del orden de 67% de supervivencia al día 7 después de la eclosión utilizando densidades de 40,000 cel/ml de *Tetraselmis* sp. y Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara (Manuscrito), encontraron alrededor de 70% de supervivencia al séptimo día después de la eclosión utilizando un rango de densidades entre 12,000 y 113,000 cel/ml de *Tetraselmis* sp. Por otro lado, Rosales Casán (1986) encontró para la misma especie una supervivencia de 10% al día 10 después de la eclosión, bajo una concentración de 40,000 cel/ml de *Tetraselmis* sp.

Desde otro punto de vista, el efecto de una dieta basada únicamente en nanoflagelados no parece ser tan importante en el crecimiento, como lo es para la supervivencia en varias especies de larvas de peces marinos. Por ejemplo, los resultados obtenidos en este trabajo indican un efecto reducido de los nanoflagelados en el crecimiento de larvas de *L. tenuis*. A pesar de este efecto limitado, el aumento

significativo en su supervivencia sugieren que al menos a elevadas concentraciones de nanoplancton, las larvas de esta especie pueden aprovechar de alguna manera las pequeñas partículas disponibles en abundancia, para mantenerse con vida mientras encuentran alimento de tamaño adecuado.

Los resultados de crecimiento obtenidos con larvas de *E. mordax* alimentadas exclusivamente con nanoflagelados son similares a los encontrados con *E. tenuis*. Por ejemplo, la tasa de crecimiento de *E. mordax* encontrada al séptimo día después de la eclosión (0.07 mm/día: Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara, Manuscrito), es ligeramente superior a la encontrada para la misma especie bajo condiciones reales de inanición (0.05-0.06 mm/día: Rodríguez Murillo, 1983; Quiñonez Velázquez, 1985). Como contraste a estos datos, Rosales Casán (1986) encontró un tasa de crecimiento para larvas de *E. mordax*, de 0.20 mm/día al sexto día después de la eclosión; constituye el valor de crecimiento más elevado reportado a la fecha para dicha especie mantenida exclusivamente bajo una dieta de nanoflagelados.

La interacción de una concentración aproximadamente constante de nanoflagelados (5,000 cel/ml de *T. suecica*) y varias densidades de nauplios de *A. salina*, que caracterizaron a la Serie 2, dio lugar a un patrón asintótico tanto para la tasa de crecimiento, como también para la supervivencia y en

menor grado, para la razón altura/longitud. De acuerdo con este patrón, a partir de una densidad de aproximadamente 1,000 nauplios/l, mayores incrementos de alimento no se reflejaron en aumentos en las correspondientes variables de respuesta. Se han reportado similares patrones en larvas de otras especies, por ejemplo, en anchoveta *E. mordax*, la platija *Pleuronectes platessa*, el arenque *Clupea harengus* y el arenque del Pacífico *Clupea harengus pallasii* (O'Connell y Raymond, 1970; Wyatt, 1972; Haegeler y Outram, 1978; Werner y Blaxter, 1980).

Esta respuesta asintótica del crecimiento y la supervivencia respecto del alimento puede explicarse considerando el comportamiento de alimentación y detalles del proceso digestivo en larvas de peces. La mayoría de las larvas de peces no poseen capacidad de saciamiento. Esto es, la ingestión continúa mientras haya alimento disponible (Blaxter, 1969). Sin embargo, a altas tasas de ingestión, la tasa de digestión y la eficiencia de asimilación a menudo disminuyen (Werner y Blaxter, 1980; Checkley, 1984; Govoni et al., 1986). Se ha observado que cuando la ingestión es elevada, el alimento es menos digerido, pasa rápidamente a través del canal digestivo y en ocasiones, las larvas inclusive defecan presas vivas (Werner y Blaxter, 1980). Al contrario, a bajas concentraciones de alimento y menores tasas de ingestión se ha reportado lenta tasa de evacuación y un consecuente incremento en la eficiencia de asimilación (Kyer y Boehlert, 1983).

Debido a que en diferentes taxa se han encontrado similares cambios en la tasa de digestión y eficiencia de asimilación con respecto a la disponibilidad de presas y magnitud de la ingestión (Werner y Blaxter, 1980; Govoni et al., 1986), es muy factible que en las larvas del grujón *L. tenuis* operen mecanismos que den lugar al comportamiento asintótico del crecimiento y supervivencia larval con respecto a la concentración de alimento.

Con referencia al objetivo principal de la Serie 2, en la tasa de crecimiento no hubieron efectos significativos debidos a la presencia del nanoflagelado *T. suecica* a una concentración de 5,000 cel/ml. Tan solo en ausencia de nauplios fué notoria una mayor tasa de crecimiento (promedio 0.056 mm/día) en presencia de nanoflagelados con respecto a su ausencia (0.023 mm/día). Sin embargo, el análisis de varianza no consideró significativa esta diferencia al 5%. Como una interpretación del resultado anterior, puede afirmarse que el crecimiento en *L. tenuis* depende exclusivamente de presas de mayor tamaño.

En este aspecto, lo encontrado en las larvas del grujón *L. tenuis* es contrario a los resultados de crecimiento en estudios de larvas de otras especies. En larvas de la anchoveta *E. mordax* se lograron tasas de crecimiento elevadas, en promedio de 0.577 mm/día, a una concentración relativamente baja de

microzooplancton de 280 orgs/l y con 9,000 cel/ml de *Tetraselmis* sp. (Rodríguez Murillo, 1983); una tasa comparable a la alcanzada bajo condiciones óptimas de alimentación para dicha especie (O'Connell y Raymond, 1970). Asimismo, se ha encontrado que la adición de microalgas al medio de cultivo de larvas del lenguado *Scophthalmus maximus* mejoró el crecimiento larval, aunque no se especifica cuantitativamente tal efecto ni la concentración de microalgas empleadas (Baynes et al., 1979; Scott y Baynes, 1979).

Sin duda, la comparación de resultados se dificulta debido a que en la mayoría de los casos, la adición de microalgas se realiza sin controlar su concentración. Comúnmente se menciona simplemente que se establecen florecimientos fitoplanctónicos en los tanques de cultivo (Harada, 1970; Houde, 1975, 1977, 1978; Baynes et al., 1979; Scott y Baynes, 1979; Watanabe et al., 1983), con un criterio meramente empírico. Es posible que a concentraciones mayores de 5,000 cel/ml del nanoflagelado *T. suecica*, se hubieran detectado efectos significativos en el crecimiento. Esta relación es evidente en el trabajo de Rodríguez Murillo (1983) con larvas de *E. mordax*, al comparar sus resultados utilizando concentraciones de *Tetraselmis* sp. de aproximadamente 3,800 cel/ml contra 9,000 cel/ml. Aunado a estas consideraciones, cabe insistir en la diferencia entre las larvas del grujón *L. tenuis* y las larvas de anchoveta *E. mordax* y del lenguado *S. maximus*. Estas últimas tienen menor

tamaño y grado de desarrollo al eclosionar (Lasker et al., 1970; May, 1971; Baynes et al., 1979).

A diferencia del crecimiento, la supervivencia si fue afectada apreciablemente por la presencia del nanoflagelado *T. suecica* a una concentración de 5,000 cel/ml. La mayor diferencia se observó a 1,000 nauplios/l, con un promedio de 69% de supervivencia en presencia de nanoflagelados y 58% de supervivencia en ausencia de los mismos. De hecho la máxima supervivencia (71%) se registró a 1,000 nauplios/l con nanoflagelados.

Al respecto, es necesario mencionar que a concentraciones de alimento relativamente bajas, de 50 nauplios/l, se alcanzaron supervivencias promedio de 50%. Esto significa que las larvas del grujón *L. tenuis* requieren de poco alimento para sobrevivir, aunque las tasas de crecimiento correspondientes sean bajas (0.099 mm/día). Esto confirma la apreciación de que las larvas de peces requieren mucho menos alimento para sobrevivir que para crecer (Lasker y Zweifel, 1978).

El efecto del empleo de microalgas en la supervivencia se ha reportado para otras especies de larvas de peces. Houde (1975, 1977, 1978) encontró que las densidades de microzooplancton requeridas para lograr un 50% o más de

supervivencia fueron: para la anchoveta *Anchoa mitchilli* 175 orgs/l, el esparido *Archosargus rhomboidalis* 199 orgs/l y el lenguado listado *Achirus lineatus* 854 orgs/l. Houde (op. cit.) define como supervivencia final significativa el nivel del 10% y reporta que para alcanzarlo, dichas especies requirieron de 75, 28 y 115 orgs/l respectivamente. Estos valores son considerablemente bajos si los comparamos con los encontrados por O'Connell y Raymond (1970) para larvas de la anchoveta *E. mordax*, requiriendo de 900 y 4,000 nauplios/l para lograr supervivencias del 10 y 50% respectivamente. Cabe señalar que Houde (1975, 1977, 1978) usa una técnica de cultivo que incluye la adición de microalgas, pero sin controlar su concentración. Por el contrario, O'Connell y Raymond (1970), así como aquellos autores que reportaron altas densidades de alimento (1,000 orgs/l) como necesarias para la supervivencia alimenticia de larvas de peces marinos, no utilizan ninguna partícula alimenticia adicional al microzooplancton u otra fuente reconocida de alimento.

Como ilustración del mejoramiento de la supervivencia en presencia de microalgas, destaca la adición de *Chlorella* (10,000 cel/ml) en el cultivo de larvas de anchoveta *E. mordax*, que produjo supervivencias promedio de 47, 54 y 61.5% a concentraciones de alimento relativamente bajas de 100, 150 y 300 p/l respectivamente (Moffatt, 1981). De igual manera, a concentraciones teóricas de inanición (20-300 organismos/l)

pero añadiendo *Tetraselmis* sp., Rodríguez Murillo (1983) obtuvo patrones de supervivencia similares a los conseguidos en condiciones óptimas (Lasker et al., 1970; O'Connell y Raymond, 1970).

En otras especies, la adición de microalgas *Isochrysis galbana*, *Paylova lutheri*, *Phaeodactylum tricoratum* a los tanques de cultivo del lenguado *S. maximus*, incrementó la supervivencia durante los primeros 10 días de vida larval (Scott y Baynes, 1979).

El efecto de las microalgas detectado con mayor claridad en la supervivencia es suficiente para revalorar la importancia de partículas pequeñas, más abundantes en el medio natural (Lasker y Zweifel, 1978), y por lo general, subestimadas como fuente alternativa o complementaria de alimento de larvas de peces (Moffatt, 1981; Rodríguez Murillo, 1983). Ahora bien, este efecto es seguramente más determinante en larvas de menor talla y grado de desarrollo que en las del grujón *L. tenuis*.

En la Serie experimental 3: inanición irreversible en presencia y ausencia del nanoglagelado *T. suecica* a una concentración de 5,000 cel/ml, el patrón general observado consistió en la disminución de la supervivencia, la tasa de crecimiento y factores de condición conforme se retrasó cada vez más el día de la primera alimentación. Esto quedó bien

demarcado en la regresión. La variación en tiempo de retraso explicó el 74% de la variación de la supervivencia final y del 88 al 96% de la variación en la tasa de crecimiento. Habrá de recordarse que en esta serie se replicó el experimento realizado por May (1971), pero aquí con la variante de implementar una serie con adición de nanoflagelados para evaluar su efecto potencial en el crecimiento y supervivencia larval.

La tasa de crecimiento más alta, 0.260 mm/día, se obtuvo al día 1 de retraso, aunque los valores para 1 y 4 días de retraso fueron estadísticamente iguales. Es decir, no hubo diferencia substancial entre las larvas que comienzan a alimentarse desde el primer día después de la eclosión y las que lo hicieron al día 4. Además de su aspecto práctico, en cuanto al ahorro de alimento en experimentos sucesivos, este resultado proporciona indicios de que el sistema digestivo en *L. tenuis* no es totalmente funcional. Aunque May (1971) puntualizó que el intestino de las larvas del género *L. tenuis* está diferenciado al momento de la eclosión, posiblemente su mecanismo enzimático no esté completamente activado. Estudios recientes muestran que en la mayoría de las larvas de peces, la actividad de las enzimas digestivas es baja durante el tiempo que dura el vitelo (Dabrowski, 1984; Govoni et al., 1986). Por consiguiente, la digestión y asimilación durante dicho tiempo son menos eficientes y sólo posteriormente la

incrementan conforme crecen (Dabrowsky, 1984; Govoni et al., 1986).

En la misma dirección apunta lo encontrado en larvas del grüñón *L. tenuis*, alimentadas por un período de 16 días, pues ganaron más peso las que se alimentaron del día 4 al 20, que aquellas alimentadas del día 1 al 16 (May, 1971). Dicho autor especula que el retrasar la alimentación unos cuantos días provoca un incremento en la eficiencia de conversión, aunque no menciona el mecanismo.

Para esta Serie 3, el efecto del nanoflagelado se detectó en la tasa de crecimiento. En comparación con las tasas de crecimiento del presente trabajo (0.242 y 0.134 mm/día), las tasas de crecimiento calculadas a partir de los resultados de May (1971), para 1 y 4 días de retraso en la alimentación fueron respectivamente mayores (0.257 mm/día), y las registradas para más de 7 días de retraso fueron menores (0.089 mm/día) bajo condiciones similares pero con nanoflagelados. Esto sugiere que el efecto de los nanoflagelados es más notorio para retrasos mayores de 7 días, mejorando en casi un orden de magnitud la tasa de crecimiento. Ahora bien, cuando se comparan entre sí los resultados de esta serie, las tasas de crecimiento de larvas cultivadas en acuarios con nanoflagelados, fueron consistentemente mayores. La diferencia máxima se observó a 13 días de retraso con una tasa de

crecimiento promedio de 0.056 mm/día sin nanoflagelados y 0.112 mm/día con nanoflagelados.

Una posible explicación a esto se funda en la mayor eficiencia de conversión asociada al retraso, por unos días, de la alimentación (May, 1971). Retomando esto, puede pensarse que el alimento pequeño (nanoflagelados) existe en el medio, y hasta el momento de encontrar alimento adecuado, contribuye en cierto grado al incremento en la eficiencia de conversión.

La presencia de nanoflagelados no se reflejó en la supervivencia. Los porcentajes más altos, 74%, correspondieron a 1 día de retraso, y fueron menores a los reportados por May (1971). Dicho autor no especifica la concentración de alimento que empleó; proporcionó alimento en exceso, lo que debe considerarse al hacer comparaciones. Los experimentos de la presente serie, utilizaron concentraciones de 1,000 nauplios/l, y muy probablemente fueron menores que las empleadas por el autor ya mencionado.

En coincidencia con May (1971), no se detectó el "punto de no retorno" o inanición irreversible, que se considera al tiempo de retraso de la primera alimentación a partir del cual las larvas no pueden alimentarse a pesar de disponer de alimento (Blaxter y Hempel, 1963). Las larvas del grillo *L. tenuis* pudieron resistir largos períodos de tiempo (16-20 días)

sin alimento y al momento de encontrarlo cerca del 85% de las larvas sobrevivientes respondieron, comenzaron a alimentarse y crecer.

El tiempo de inanición irreversible o "punto de no retorno" se ha delimitado en muchas especies (Hunter, 1981). Entre las más susceptibles figuran las larvas de anchoveta *E. mordax*, las de macarela del Pacífico *Scomber japonicus* y las del esparido *A. rhomboidealis*, cuyos "puntos de no retorno" son de 2.5, 1.6 y 1.7 días después de la absorción del vitelo, respectivamente. Estas larvas provienen de huevos pelágicos, y al eclosionar tienen relativamente menor talla (Lasker et al., 1970; Houde, 1974, 1978; Hunter y Kimbrell, 1980).

Se han reportado otras especies altamente resistentes a la inanición, como son: arenque del Pacífico *Clupea harengus pallasi*, platija *Pleuronectes platessa*, arenque *Clupea harengus*, lanceta de arena japonesa *Ammodytes personatus* y lanceta de arena *Ammodytes americanus* (Wyatt, 1972; Ehrlich, 1974; Werner y Blaxter, 1980; Buckley et al., 1984; McGurk, 1984; Yamashita y Aoyama, 1986). Solamente en larvas de tres especies marinas se ha comprobado la ausencia del "punto de no retorno": el grujón *Leuresthes tenuis*, baidiela *Bairdiella icistia* y lobina *Morone saxatilis* (May, 1971, 1974b; Rogers y Westin, 1981; Eldridge et al., 1981).

Las especies resistentes a la inanición y las que carecen de "punto de no retorno", con excepción de la lobina *Morone saxatilis*, comparten características como son: huevos demersales grandes y en consecuencia larvas recién eclosionadas de mayor tamaño (Yamashita y Aoyama, 1986). En virtud de las diferencias mencionadas entre las especies, con huevos pelágicos y demersales, se ha propuesto que la resistencia a la inanición tiene relación directa con el tamaño de huevo y por tanto con la talla al eclosionar (Blaxter y Hempel, 1963; Ware, 1975; Hunter, 1981). Adicionalmente la gran talla de las larvas que eclosionan de huevos demersales constituye una ventaja que se refleja al inicio de la alimentación, ya que al tener mayor capacidad de natación pueden explorar un mayor volumen de agua en busca de alimento (Hunter, 1981).

Otro aspecto que agrupa, principalmente a las especies que no poseen "punto de no retorno", es su hábitat mayormente costero (May, 1971, 1974b; Rogers y Westin, 1981). Resulta paradójico el hecho de que aquellas especies que han desarrollado la capacidad de resistir largos periodos sin alimento y carecen de "punto de no retorno", habiten ambientes costeros, donde el alimento es relativamente abundante y no constituye una fuerte limitante al crecimiento y supervivencia de las especies. En estos casos, tal vez otros factores, como la depredación o factores abióticos sean agentes determinantes de mortalidad larval (Parrish et al., 1981; Hunter, 1984).

Los resultados obtenidos en la Serie 2 de este trabajo, aunados a experimentos y resultados similares con larvas de *E. moroax* (Moffatt, 1981; Rodríguez Murillo, 1983), apoyan aún más la importancia ecológica de nanoflagelados en el medio ambiente marino como fuente adicional y complementaria de alimento. Los estudios recientes de Quiñonez Velázquez (1985) con la utilización de sustancias orgánicas particuladas como fuente de alimento para larvas de *E. moroax*, así como los de Gil Hernández (1986) con la utilización de sustancias orgánicas disueltas para larvas de la misma especie, amplían significativamente el rango potencial de utilización directa o indirecta de otras fuentes no convencionales de alimento. Amplían también el tamaño mínimo de alimento que puede ser utilizado por larvas de peces marinos.

Los factores de condición se han utilizado como índices para evaluar el estado nutricional de las larvas de peces (Shelbourne, 1957). En el presente trabajo estimamos dos factores de condición, razón altura/longitud y el índice K de Fulton que toma en cuenta la relación peso seco-longitud.

El índice K de Fulton no mostró un patrón definido de comportamiento debido a la alta variabilidad de los datos, a pesar de los resultados del análisis de varianza. En cambio, la razón altura/longitud mostró tendencias ante alteraciones en las condiciones de alimentación. Para las Series 1 y 2, la

razón altura/longitud aumentó con incrementos en las concentraciones de *T. suecica* y nauplios de *A. salina* respectivamente; en la Serie 3, disminuyó conforme se retrasó el día de primera alimentación. Contrario a lo esperado, para las dos últimas series experimentales (2 y 3), la presencia de nanoflagelados no tuvo un efecto significativo sobre las larvas. En vista de que la razón altura/longitud fue mucho más sensible a los cambios de alimentación, se considera más adecuado como factor de condición para larvas de grúñón *Leuresthes tenuis* en trabajos futuros.

El resultado anterior coincide con los reportes de la literatura para otras especies. En larvas de platija *Pleuronectes platessa*, la razón altura/longitud respondió rápidamente a cambios en los niveles de alimento (Wyatt, 1972). En larvas de eglefino *Melanogrammus aeglefinus*, el índice K de Fulton varió aleatoriamente con el nivel de alimento (Laurence, 1974). Inclusive se ha afirmado que el índice K de Fulton no resulta adecuado para describir la condición de los estadios iniciales de larvas de peces marinos, y que la razón altura/longitud es más sensible y adecuado (Neilson et al., 1986).

En base a los resultados del presente trabajo, para larvas del grúñón *Leuresthes tenuis* a nivel de laboratorio, se concluye que el nanoflagelado *Tetraselmis suecica* puede

considerarse fuente complementaria de alimento y en menor grado como fuente única. En general ocasionó un gran efecto positivo en la supervivencia, mientras que en el crecimiento dicho efecto fué más evidente al retrasarse la primera alimentación. Esta es una comprobación a la sugerencia general hecha por Houde y Palko (1970), Houde (1973, 1975, 1978), en cuanto a que cultivar larvas de peces adicionando microalgas mejora la supervivencia larval. Constituye también una validación adicional a las ideas presentadas a través del Laboratorio de Ecología del Zooplancton del CICESE (Carrillo Barrrio-Gómez y Solís Guevara, Manuscrito; Rodríguez Murillo, 1983; Quiñonez Velázquez, 1985; Gil Hernández, 1986). Es notable que los efectos de las Series 2 y 3 se hayan manifestado a pesar de haber empleado concentraciones relativamente bajas de nanoflagelados (5,000 cel/ml), y de que las larvas del grúñon *L. tenuis* son de mayor talla y grado de desarrollo que la mayoría de las especies en las que se han detectado anteriormente tales efectos (Howell, 1973, 1979; Houde, 1974, 1978; Scott y Baynes, 1979; Moffatt, 1981; Rodríguez Murillo, 1983).

La diferencia e intensidad del efecto de las microalgas en el crecimiento y supervivencia larval, pueden en cierta forma atribuirse a las necesidades y naturaleza propias de cada especie. Por ejemplo, las larvas del grúñon *L. tenuis* son grandes y activas al momento de eclosionar, así como

resistentes a la inanición. Estas ventajas, aminoran en cierta forma la importancia del efecto de los nanoflagelados. El efecto detectado en la supervivencia de esta especie ciertamente constituye una ventaja ecológica que podría tener su mayor significancia ante condiciones reducidas de alimento en el medio ambiente natural. Lo anterior, sin menoscabo de la importancia que reviste para las larvas de peces marinos crecer lo más rápidamente posible para reducir la mortalidad por predación. Esto último podría ser particularmente para las larvas de *L. tenuis* que habitan en un ambiente costero caracterizado por una mayor densidad de alimento, pero también de depredadores (Ehrlich y Muszynski, 1982).

En otras especies, el efecto de las microalgas sobre el crecimiento y supervivencia larval ha resultado mucho más evidente (Houde, 1974, 1978; Scott y Baynes, 1979; Moffatt, 1981; Watanabe et al., 1983). Probablemente esto se deba a las altas concentraciones de microalgas que dichos autores han empleado y a características comunes en larvas de dichas especies como son: boca más pequeña, capacidad ineficiente para capturar alimento los primeros días, débil resistencia a la inanición (Hunter, 1981), que han constituido una presión adaptativa hacia el aprovechamiento de partículas pequeñas más abundantes (Lasker y Zweifel, 1978).

En varios trabajos experimentales sobre cultivo de larvas

de peces, se ha empleado como una técnica adicional de cultivo el proporcionar altas concentraciones de microalgas sin llevar un control de ellas (Harada, 1970; Houde y Palko, 1970; Houde, 1974, 1975, 1977, 1978). Su empleo se fundaba en la suposición empírica de un mejoramiento del medio de cultivo que elevaba la supervivencia, aunque nunca la evaluaron cuantitativamente. Asimismo, sugirieron que la principal función de las microalgas era acondicionar el medio de cultivo, reduciendo el efecto nocivo de la acumulación de metabolitos nitrogenados liberados al medio, tanto por larvas como por sus organismos alimento. Por otro lado se les consideró proveedores de oxígeno, sobre todo en sistemas de cultivo estático (Harada, 1970).

Los resultados de Moffatt (1981), demuestran un efecto más directo de la microalga *Chlorella* sobre las larvas de *E. moroax*. Encontró que las larvas acumularon células de *Chlorella* en su intestino únicamente en el día. Así, consideró esto como evidencia importante debido a tres aspectos: 1) el diámetro efectivo de las células (< 10 μ m); 2) las larvas son alimentadoras visuales y 3) no pueden filtrar alimento (Hunter, 1972), sugiriendo que las células fueron ingeridas en proporción a su abundancia relativa en el medio. De la misma manera, reportó que las larvas no necesitan procesar las células de *Chlorella*, ya que les es suficiente con ingerir y digerir *Brachionus* previamente alimentados con *Chlorella* para

obtener un beneficio indirecto vía los zooplanctones. Sustentó adicionalmente que la presencia de florecimientos algales en los tanques de cultivo funcionan de la misma forma descrita por Lasker (1975) y Smith y Lasker (1978) para la capa de máxima clorofila, bajo condiciones de campo. También reconoció, que probablemente los nutrientes disponibles en las células algales no fueran apropiados para el crecimiento larval, pero en un momento dado, podrían servir para reducir el déficit de energía entre las partículas de alimento de tamaño apropiado.

Recientemente se han realizado algunos estudios que pueden ayudar a esclarecer un posible mecanismo por el que las microalgas contribuyen al mejoramiento del crecimiento y supervivencia de larvas de peces. De cuatro especies de microalgas empleadas en el cultivo de larvas del lenguado *S. maximus*, solamente una, *D. tertiolecta*, no produjo mejoramiento en la supervivencia y crecimiento larval (Scott y Baynes, 1979; Scott y Middleton, 1979). Al investigar la composición química de dichas especies se descubrió la ausencia de ciertos ácidos grasos en *D. tertiolecta* (Chuecas y Riley, 1969).

Posteriormente se ha comprobado que existen diferencias en cuanto a la calidad nutricional de las microalgas (Watanabe et al., 1983). Así, algunas especies como son *Dunaliella*

tertiolecta y ciertas variedades de *Chlorella*, se caracterizan por carecer de ciertos ácidos grasos de cadena larga que son esenciales para el crecimiento de los peces (Watanabe et al., 1983). De este modo, ha quedado claro que ciertas especies de microalgas son fuentes potenciales de ácidos grasos esenciales.

La especie utilizada en este estudio *Tetraselmis suecica*, a diferencia de *Dunaliella tertiolecta*, presenta contenidos relativamente altos de ácidos grasos, pero menores a los de otras especies (Ackman et al., 1968).

En general se ha puesto poco énfasis en evaluar los constituyentes nutricionales de los organismos alimento de larvas de peces (Laurence, 1982). Recientemente fue reportado que los copepodos marinos *Acartia* y *Tigriopus*, que figuran como parte importante en la dieta de larvas de peces, ya que presentan altos contenidos de ácidos grasos esenciales (Watanabe et al., 1983). Esto hace suponer que en el medio ambiente natural existen fuentes suficientes de ácidos grasos esenciales.

Con excepción de los salmonidos, las necesidades nutricionales de las larvas de peces son desconocidas (Laurence, 1982). Se ha demostrado en peces juveniles, que para alcanzar un crecimiento máximo, su dieta debe comprender la mitad de proteína digerible, conteniendo al menos los

aminoácidos requeridos (Laurence, 1982). Fábregas y Herrero (1986) han encontrado que el valor biológico de varias microalgas, entre ellas *Tetraselmis suecica*, es excelente y que pueden ser usadas como fuente de proteínas. Se requiere investigar, si las microalgas pueden ser aprovechadas como fuente de proteínas para larvas y juveniles de peces.

Los experimentos aquí presentados, apoyan la evidencia de la importancia ecológica de nanoflagelados en el medio natural (Carrillo Barrios-Gómez y Solís Guevara, Manuscrito; Rodríguez Murillo, 1983; Quiñonez Velázquez, 1985; Gil Hernández, 1986). Ofrecen adicionalmente una relevancia práctica en la metodología experimental para el cultivo de larvas de *L. tenuis*. Es importante considerar la potencial utilización de microalgas, ya que no pueden interpretarse de igual manera resultados obtenidos en presencia o ausencia de microalgas. Asimismo este conocimiento es de especial significancia en acuicultura, básicamente en cultivo masivo de larvas de peces, debido a los beneficios directos e indirectos concomitantes.

Existe una gran cantidad de factores bióticos y abióticos que interactúan en forma dinámica en el medio ambiente natural, por ello resulta difícil evaluar "in situ" determinados procesos ecológicos (Rae, 1958). Debido a esto se ha requerido el apoyo de experimentos a nivel laboratorio, que a pesar de ser simplificaciones de eventos que ocurren en la naturaleza,

nos ayudan a definir las capacidades de los organismos (Blaxter, 1976). Los experimentos del presente trabajo, incluyen algunas condiciones poco probables en el medio natural, específicamente las altas concentraciones de nauplios de *A. salina* (4,000 n/l) y de nanoflagelados (50,000 y 100,000 cel/ml). No obstante, forman parte del diseño experimental que busca conocer algunas respuestas y capacidades de larvas de una especie cuya ecología alimenticia se ha estudiado poco.

En cuanto a las condiciones del campo, Beers y Stewart (1967) reportaron que los nauplios de copépodos se concentran en o inmediatamente arriba de la capa de clorofila máxima en las aguas frente a las costas de California. Asimismo, Lasker (1975) demostró la presencia de parches de *Gymnodinium splendens* y la utilización de éstos por larvas de anchoveta *Engraulis mordax*. En vista de esto, se propuso un mecanismo de aprovechamiento de fitoplanctones por los pastoreadores y a través de éstos un mayor valor nutricional a las larvas (Smith y Lasker, 1978). En general, esto se encuentra respaldado por los experimentos, como el aquí presentado, que demuestran los efectos de microalgas en la supervivencia y crecimiento larval.

En el océano coexisten partículas alimenticias de tamaño variado, por lo general las partículas pequeñas son más abundantes que las grandes (Vlymen, 1977; Lasker y Zweifel, 1978; Frank y Leggett, 1986). De esta manera, el bajo

contenido energético de las partículas de menor tamaño está balanceado por su mayor abundancia (Lasker y Zweirel, 1978). En vista de esto y las anteriores evidencias, es claro que las partículas orgánicas pequeñas, especialmente en grandes concentraciones deben ser revaloradas como fuente potencial de alimento de larvas de peces.

V. CONCLUSIONES

1. El nanoflagelado *Tetraselmis suecica*, puede considerarse en un grado relativamente menor, como única fuente de alimento, ya que se requirieron concentraciones extremadamente altas para apreciar un efecto substancial en la supervivencia y marginal en el crecimiento, de larvas del grujón *Leuresthes tenuis*.

2. El nanoflagelado *Tetraselmis suecica*, como fuente complementaria de alimento, mostró efectos tanto en supervivencia como en crecimiento larval, a pesar de las bajas concentraciones de nanoflagelados empleadas (5000 cel/ml) y el mayor tamaño y grado de desarrollo de las larvas del grujón con respecto a las especies estudiadas anteriormente.

3. El factor de condición, razón altura/longitud, resultó más sensible que el índice K de Fulton, a los cambios en las condiciones de alimentación, por lo que se recomienda su empleo como factor de condición para larvas de grujón *Leuresthes tenuis*.

4. En general, el caso del grujón *Leuresthes tenuis* sugiere la revaloración de las partículas pequeñas, más abundantes en el mar, como fuente potencial de alimento para larvas de peces.

LITERATURA CITADA

- Ackman, R. G. y C. S. Tocher., 1968. Marine phytoplankton fatty acids. J. Fish. Res. Bd. Can. 25(8): 1603-1620.
- Arthur, D. K. 1976. Food and feeding of larvae of three fishes occurring in the California current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax*, and *Trachurus symmetricus*. Fish. Bull. U. S. 74(3): 517-530.
- Baynes, S. M., L. Emerson y A. P. Scott. 1979. Production of algae for use in the rearing of larval fish. DAFF Fish. Res. Tech. Rep. 53: 13-18.
- Beck, A. D. 1977. Laboratory culture and feeding of the Atlantic silverside, *Menidia menidia*. p. 63-85. En: Cultivation of Fish Fry and its Live Food. (E. Styczyinska-Jurewicz, J. Backiel, E. Jaspers, y G. Persoone, eds.). Europ. Maricult. Soc. Publ. 4.
- Beers, J. R. y G. L. Stewart. 1967. Microzooplankton in the euphotic zone at five locations in the California current. J. Fish. Res. Bd. Can. 24: 2053-2068.
- Benjits, F., E. Van Voorden y P. Sorgeloos. 1976. Changes

in the biochemical composition of the early larval stages of the brine shrimp *Artemia salina* L. p. 1-9. En: Proceedings of the 10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium Sept. 17-23 1975. Vol. 1 (G. Persoone y E. Jaspers, eds.). Universa Press. Wetteren, Belgium.

Berner, L. 1959. The food of the larvae of northern anchovy *Engraulis mordax*. Bull. Inter-american tropical Tuna Commission. 4(1): 1-22.

Blaxter, J. H. S. 1969. Development: Eggs and larvae. p. 213-219. En: Fish Physiology, Vol III (W. S. Hoar y D. J. Randall, eds.). Academic Press. New York.

Blaxter, J. H. S. (ed.) 1974. The Early Life History of Fish. Springer-Verlag. Berlin. 765 pp.

Blaxter, J. H. S. 1976. Reared and wild fish - how do they compare. p. 11-26. En: Proceedings of the 10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium Sept. 17-23 1975. Vol. 1 (G. Persoone y E. Jaspers, eds.). Universa Press. Wetteren, Belgium.

Blaxter, J. H. S. y G. Hempel. 1963. The influence of egg size on herring larvae *Clupea harengus* L. J. Cons. 28:

211-240.

Brewer, G. D. y G. S. Kleppel. 1986. Diel vertical distribution of fish larvae and their prey in nearshore waters of southern California. Mar. Ecol. Prog. Ser. 27: 217-226.

Buckley, L. J., S. I. Turner, T. A. Halavik, A. S. Smigielski, S. M. Drew y G. C. Laurence. 1984. Effects of temperature and food availability on growth, survival and RNA-DNA ratio of larval sand lance Ammodytes americanus. Mar. Ecol. Prog. Ser. 15: 91-97.

Carrillo Barrios-Gómez, E. y J. C. Solís Guevara. Manuscrito. Tetraselmis suecica como fuente de alimento para los estadios larvales de la anchoveta Engraulis mordax Girard. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B. C., México.

Castro Longoria, R. 1986. Ecología alimenticia de los estadios larvales de tres especies de peces dominantes en el ictioplancton de la Bahía de Todos Santos, B. C., México: Engraulis mordax, Geryonemus lineatus e Hypsoblennius spp.. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B. C., México. 89 pp.

Castro Longoria, R. y J. M. Grijalva Chon. 1986.
Ictioplancton del estero de Punta Banda durante
Primavera-Verano de 1985. Reporte Técnico. Secretaria de
Marina. Estación de Investigación Oceanográfica.
Ensenada, B. C., México.

Checkley, D. M. 1984. Relation of growth to ingestion for
larvae of Atlantic herring *Clupea harengus* and other fish.
Mar. Ecol. Prog. Ser. 18: 215-224

Chuecas, L. y J. P. Riley. 1969. Component fatty acids of
the total lipids of some marine phytoplankton. J. mar.
Biol. Ass. U. K. 49: 97-116.

Dabrowski, K. 1984. The feeding of fish larvae: Present state
of art and perspectives. Reproduction, Nutrition,
Developpement. 24: 807-833.

Dahlberg, M. D. 1979. A review of survival rates of fish
eggs and larvae in relation to impact assesments. Mar.
Fish. Rev. 41(3): 1-12.

Ehrlich, K. F. 1974. Chemical changes during growth and
starvation of larval *Pleuronectes platessa*. Mar. Biol.
24: 39-48.

- Ehrlich, K. F. y D. A. Farris. 1971. Some influences of temperature on the development of the grunion ~~Leuresthes tenuis~~ *tenuis* (Ayres). Calif. Fish and Game 57(1): 58-68.
- Ehrlich, K. F. y G. Muszynski. 1982. Effects of temperature on interaction of physiological and behavioural capacities of larval California grunion: adaptation to the planktonic environment. J. exp. mar. Biol. Ecol. 60: 223-244.
- Eldridge, M. B., J. A. Whipple, D. Eng, E. J. Bowers y B. M. Jarvis. 1981. Effect of food and feeding factors on laboratory-reared striped bass larvae. Trans. Amer. Fish. Soc. 110(1): 111-120.
- Fábregas, J. y C. Herrero. 1985. Marine microalgae as a potential source of single cell protein (SCP). Appl. Microbiol. Biotechnol. 23: 110-113.
- Fábregas, J. y C. Herrero. 1986. Marine microalgae as a potential source of minerals in fish diets. Aquaculture. 51: 237-243.
- Frank, K. T. y W. C. Leggett. 1986. Effect of prey abundance and size on the growth and survival of larval fish: an experimental study employing large volume

enclosures. Mar. Ecol. Prog. Ser. 34: 11-22.

Gil Hernández, R. 1986. Flujo de aminoácidos disueltos y su efecto sobre el crecimiento y supervivencia de huevos y larvas de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* Girard. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B. C., México. 90 pp.

Govoni, J. J., G. W. Boehlert y Y. Watanabe. 1986. The physiology of digestion in fish larvae. *Environmental Biology of Fishes*. 16(1-3): 59-77.

Guillard, R. R. L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. p. 29-60. En: *Culture of Marine Invertebrates Animals*. (W. L. Smith y M. H. Chanley, eds.). Plenum Press. New York.

Haegeler, C. W. y B. N. Outram. 1978. The effects of diet and ration on the growth and survival of Pacific herring *Clupea harengus pallasii* larvae. *Fish. Mar. Ser., Can. Tech. Rep.* 767: 41 pp.

Harada, T. 1970. The present status of marine fish cultivation research in Japan. *Helgolander wiss. Meeresunters.* 20: 594-601.

Hempel, G. 1965. On the importance of larval survival for the population dynamics of marine food fish. CalCOFI Rep. 10: 13-23.

Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 20: 1-228.

Hjort, J. 1926. Fluctuations in the year classes of important food fishes. J. Cons. int. Explor. Mer, 1: 1-38.

Horn, M. H. 1980. The ecology of non-commercial fishes in California coast. CalCOFI Rep. 21: 37-47.

Houde, E. D. 1973. Some recent avances and unresolved problems in the culture of marine fish larvae. Proc. World Mar. Soc. 3: 83-112.

Houde, E. D. 1974. Effects of temperature and delayed feeding on growth and survival of larvae of three species of subtropical marine fishes. Mar. Biol. 26: 271-285.

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.

Houde, E. D. 1977. Food concentration and stocking density effects on survival and growth of laboratory-reared larvae of bay anchovy Anchoa mitchilli and lined sole Achirus lineatus. Mar. Biol. 43: 333-341.

Houde, E. D. 1978. Critical food concentration for larval of three species of subtropical marine fishes. Bull. Mar. Sci. 28(3): 395-411.

Houde, E. D. 1983. The larval stages. Env. Biol. Fish. 9(1): 77-79.

Houde, E. D. y B. J. Palko. 1970. Laboratory rearing of the clupeoid fish Harengula pensacolae from fertilized eggs. Mar. Biol. 5: 354-358.

Howell, B. R. 1973. The effect of unicellular algae on the growth of early larvae of the turbot Scophthalmus maximus L. ICES, C. M. 1973/E: 21.

Howell, B. R. 1979. Experiments on the rearing of larval turbot, Scophthalmus maximus L. Aquaculture. 18: 215-225.

- Hubbs, C. 1965. Developmental temperature tolerance and rates of four southern California fishes, *Fundulus parvipinnus*, *Athenirops affinis*, *Leuresthes tenuis* and *Hypsoblennius* sp. Calif. Fish and Game. 51(2): 113-122.
- Hunter, J. R. 1972. Swimming and feeding behavior of larval anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull. U. S. 70(3): 821-838.
- Hunter, J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. p. 33-77. En: Marine Fish Larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. (R. Lasker, ed.). Washington Sea Grant Publ. Seattle.
- Hunter, J. R. 1984. Inferences regarding predation on the early life stages of cod and other fishes. p. 533-562. En: The propagation of cod *Gadus morhua* L. (E. Dahl, D. S. Danielssen, E. Mokness y P. Solemdal, eds.) Flodevigen rapportser 1.
- Hunter, J. R. y G. L. Thomas. 1974. Effect of prey distribution and density on the searching and feeding behaviour of larval anchovy *Engraulis mordax* Girard. En: The Early Life History of Fish. (J. H. S. Blaxter, ed.). Springer-Verlag. Berlin.

Hunter, J. R. y C. A. Kimbrell. 1980. Early life history of Pacific mackerel, Scomber japonicus. Fish. Bull. U. S. 78(1): 89-101.

Kaufman, T. A., J. Lindsay y R. Leithiser. 1981. Vertical distribution and food selection of larval Atherinids. Rapp. P.- v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 178: 342-343.

Kiorboe, T., P. Munk y J. G. Stottrup. 1985. First feeding by larval herring Clupea harengus L. Dana 5: 95-107.

Kramer, D. y J. R. Zweifel. 1970. Growth of anchovy larvae Engraulis mordax in the laboratory as influenced by temperature. CalCOFI Rep. 14: 84-87.

Lasker, R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. Fish. Bull. U. S. 73(3): 453-462.

Lasker, R. 1978. The relation between oceanographic conditions and larval anchovy food in the California current: Identification of factors contributing to recruitment failure. Rapp. P.- v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 173: 212-230.

Lasker, R. 1981. The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment. p. 80-87. En: Marine Fish Larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. (R. Lasker, ed.). Washington Sea Grant Program Publ. Seattle.

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. 329-354. En: Spatial Pattern in Plankton Communities. (J. H. Steele, ed.). Plenum Press. New York.

Lasker, R. y K. Sherman (eds.). 1981. The early life history of fish: Recent studies. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 178. Woods Hole, Massachusetts. 607 pp.

Lasker, R., H. M. Feder, G. H. Theilacker y R. C. May. 1970. Feeding, growth and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. Mar. Biol. 5(4): 345-353.

Last, J. M. 1980. The food of twenty species of fish larvae in the west-central North Sea. MAFF Fish. Res. Techn. Rep. 60

- Laurence, G. C. 1974. Growth and survival of haddock Melanogrammus aeglefinus larvae in relation to planktonic prey concentration. J. Fish. Res. Board Can. 31: 1415-1419.
- Laurence, G. C. 1979. Larval length-weight relations for seven species of Northwest Atlantic fishes reared in the laboratory. Fish. Bull. U. S. 76(4): 890-895.
- Laurence, G. C. 1982. Nutrition and trophodynamics of larval fish -review concepts, strategic recommendations and opinions. p. 123-171. En: Fish Ecology III. A foundation for REX a recruitment experiment. (B. J. Rothschild y C. G. H. Rooth, eds.) University of Miami. Technical Report 82008.
- Leggett, W. C. 1986. The dependence of fish larval survival on food and predator densities. p. 117-137. En: The Role of Freshwater Outflow in Coastal Marine Ecosystems. (S. Skrelet, ed.). NATO ASI Series Vol. 67 Springer-Verlag. Berlin.
- Leithiser, R. M. 1981. Distribution and seasonal abundance of larval fishes in a pristine southern California salt marsh. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 178: 174-175.

- Lindsay, J. A., E. R. Radley & J. C. S. Wang. 1978. A supplemental sampling method for estuarine ichthyoplankton with emphasis on the Atherinidae. *Estuaries* 1(1): 61-64.
- May, R. C. 1970. Feeding larval marine fishes in the laboratory: A review. *CalCOFI Rep.* 14: 76-83.
- May, R. C. 1971. Effects of delayed initial feeding on larvae of the grunion *Leuresthes tenuis* (Ayres). *Fish. Bull. U. S.* 69(2): 411-425.
- May, R. C. 1974 a. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. p. 3-19. In: *The Early Life History of Fish* (J. H. S. Blaxter, ed). Springer-Verlag. Berlin.
- May, R. C. 1974 b. Effects of temperature and salinity on yolk utilization in *Bairdiella icistia* Jordan & Gilbert (Pisces: Sciaenidae). *J. exp. mar. Biol. Ecol.* 16: 213-225.
- McGurk, M. D. 1984. Effects of delayed feeding and temperature on the age of irreversible starvation and on the rates of growth and mortality of Pacific herring larvae. *Mar. Biol.* 84: 13-26.

Moffatt, N. M. 1978. The grunion a fish out of water p. 6-12. En: Tides and Grunion. (C. J. Farwell, ed.). University of California San Diego. Aquarium Publication No. 2.

Moffatt, 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: 475-480.

Moffatt, N. M. y D. A. Thomson. 1975. Taxonomic status of the Gulf grunion Leuresthes sardina and its relationship to the California grunion Leuresthes tenuis. Transactions of the San Diego Society of Natural History. 18(4): 75-84.

Neilson, J. D., R. I. Perry, P. Valerio y K. G. Waiwoo. 1986. Condition of Atlantic cod Gadus morhua larvae after the transition to exogenous feeding: morphometrics, buoyancy and predator avoidance. Mar. Ecol. Prog. Ser. 32: 229-235.

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. mar. Biol. Ecol.

5: 187-197.

Padilla, G. M. 1975. Crecimiento poblacional de *Tetraselmis suecica* (Chlorophyceae) en ambiente controlado. Rev. Biol. mar. (Valparaiso) 15(3): 287-296.

Parrish, R. H., C. S. Nelson y A. Bakun. 1981. Transport mechanisms and reproductive success of fishes in the California current. Biological Oceanography 1(2): 175-203.

Parsons, T., M. Takahashi y B. Hargrave. 1984. Biological Oceanographic Processes. 3rd. edition. Pergamon Press. 330 pp.

Quiñonez Velázquez, C. 1985. Utilización de material orgánico particulado como fuente de alimento por larvas de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* Girard. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B. C., México. 91 pp.

Rae, K. M. 1958. Parameters of the marine environment. p. 3-16. En: Perspectives in Marine Biology. (A. A. Buzzati-Traverso, ed.). University of California Press. Berkeley

- Reynolds, W. W., D. A. Thomson y M. E. Casterlin. 1976. Temperature and salinity tolerances of larval California grunion *Leuresthes tenuis* (Ayres): A comparison with Gulf grunion *L. sardina* (Jenkins y Evermann). J. exp. mar. Biol. Ecol. 24: 73-82.
- Rodríguez Murillo, J. A. 1983. Efecto de bajas densidades de alimento y concentraciones variables de *Tetraselmis* sp. en el crecimiento y supervivencia de estadios larvales de la anchoveta *Engraulis mordax* (Girard). Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B. C. México. 80 pp.
- Rogers, B. A. y D. T. Westin. 1981. Laboratory studies on effects of temperature and delayed initial feeding on development of striped bass larvae. Trans. Amer. Fish. Soc. 110: 100-110.
- Rojas de Mendiola, B. y O. Gómez. 1981. Primera alimentación, sobrevivencia y tiempo de actividad de las larvas de anchoveta *Engraulis ringens*. Bol. Inst. del Mar del Perú. Vol. extraordinario.
- Rosales Casian, J. A. 1986. Efecto de la cloración del agua de mar en la sobrevivencia y crecimiento de larvas de la anchoveta norteña *Engraulis mordax* (Girardó) y el grunion

Leuresthes tenuis (Ayres) cultivadas en laboratorio, con referencia a sistemas de enriamiento de centrales eléctricas. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y Enseñanza Superior de Ensenada. Ensenada, B. C. México. 115 pp.

Rothschild, B. J. y C. G. H. Rooth (eds.). 1982. Fish Ecology III. A foundation for REX a recruitment experiment. University of Miami. Technical Report No. 82008 389 pp.

Ryer, C. H. y G. W. Boehlert. 1983. Feeding chronology, daily ration, and the effects of temperature upon gastric evacuation in the pipefish *Syngnathus fuscus*. Environmental Biology of Fishes. 9: 301-306.

Scott, A. P. y S. M. Baynes. 1979. The effect of unicellular algae on the survival and growth of turbot *Scophthalmus maximus* L. p. 423-429. En: Finnish Nutrition and Fishfeed Technology (J. E. Halver y K. Tiews, eds.). Vol 1 Heenemann Verlag. Berlin

Scott, A. P. y C. Middleton. 1979. Unicellular algae as a food for turbot *Scophthalmus maximus* L. larvae -the importance of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids. Aquaculture. 18: 227-240.

- Scura, E. D. y C. W. Jerde. 1977. Various species of phytoplankton as food for larval northern anchovy *Engraulis mordax* and relative nutritional value of the dinoflagellates *Gymnodinium splendens* and *Gonyaulax polyedra*. Fish. Bull. U. S. 75(3): 577-583.
- Shelbourne, J. E. 1957. The feeding and condition of plaice larvae in good and bad plankton patches. J. mar. Biol. Ass. U. K. 36: 539-552. Mer, 39(2): 160-167.
- Sheldon, R. W. y T. R. Parsons. 1967. A continuous size spectrum for particulate matter in the sea. J. Fish. Res. Board Can, 24(5): 909-915.
- Smith, P. E. y R. Lasker. 1978. Position of larval fish in an ecosystem. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 173: 77-84.
- Sokal, R. R. y F. G. Rohlf. 1979. Biometria. Blume. Madrid. 832 pp.
- Sokal, R. R. y F. G. Rohlf. 1981. Biometry. 2nd. ed. W. H. Freeman. New York. 859 pp.
- Sorgeloos, P. y G. Persoone. 1975. Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food

for fishes and crustaceans II. Hatching and culturing of the brine shrimp, *Artemia salina* L. *Aquaculture* 6: 303-317.

Spectorova, L. V., T. M. Aronovich, S. I. Doroshev y V. P. Popova. 1974. Artificial rearing of the Black Sea turbot larvae *Scophthalmus naebticus*. *Aquaculture*. 4: 329-340.

Stoecker, D.K. y J. J. Govoni. 1984. Food selection by young larval Gull menhaden *Brevortia patronus*. *Mar. Biol.* 80: 299-306.

Theilacker, G. y K. Dorsey. 1980. Larval fish diversity, a summary of laboratory and field research. p. 105-142. En: Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes. (G. D. Sharp, ed.). IOC Workshop No. 28.

Walker, B. W. 1949. The periodicity of spawning by the grunion *Leuresthes tenuis*, an atherine fish. Ph. D. Thesis. Scripps Institution of Oceanography. La Jolla, California.

Walker, B. W. 1952. A guide to the grunion. *Calif. Fish and Game* 38: 409-420.

Ware, D.M. 1975. Relation between egg size, growth and natural mortality of larval fish. J. Fish. Res. Bd. Can. 32: 2503-2512.

Watanabe, T., C. Kitajima y S. Fujita. 1983. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: A review. Aquaculture. 34: 115-143.

Werner, R. G. y J. H. S. Blaxter. 1980. Growth and survival of larval herring Clupea harengus in relation to prey density. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 1063-1069.

Werner, R. G. y J. H. S. Blaxter. 1981. The effect of prey density on mortality, growth and food consumption in larval herring Clupea harengus (L.) Rapp. P. - v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 178: 405-408.

Wilson, K. V. 1956. A distribution-free test of analysis of variance hypothesis. Psychological Bulletin. 53(1): 96-101.

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

Yamashita, Y. y T. Aoyama. 1986. Starvation resistance of
larvae of the Japanese sand eel *Ammodytes personatus*.
Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52(4): 635-639.