

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA

UTILIZACION DE MATERIAL ORGANICO PARTICULADO COMO
FUENTE DE ALIMENTO POR LARVAS DE LA ANCHOVETA
NORTEÑA *ENGRAULIS MORDAX* GIRARD

TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS

Casimiro Quiñonez Velázquez

Resumen de la tesis que presenta Casimiro Quiñonez Velázquez para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de MAESTRO en CIENCIAS en el area de oceanografía con especialidad en ECOLOGIA MARINA.

Resumen aprobado por:


Dr. Enrique Carrillo Barrios-Gómez
Director de tesis

Se probó el efecto del material orgánico particulado en el crecimiento y supervivencia en los primeros estadios del desarrollo de la anchoveta norteña Engraulis mordax, así como el efecto de su combinación con Tetraselmis sp. y microzooplancton.

Los resultados se compararon mediante análisis de variancia en dos y tres vías. A los valores de crecimiento se les aplicó una regresión lineal y se ajustaron a un modelo polinomial de tercer grado, para conocer el inicio y fin del "Período Crítico". Los valores de supervivencia diaria se corrigieron con base a la mortalidad por pesca y se ajustaron a un modelo logarítmico para obtener una estimación de la tasa diaria de mortalidad.

Los resultados indica que la espuma orgánica (MOP) es utilizada como fuente de alimento por larvas de este engraulido. Se atribuye el crecimiento y supervivencia durante los primeros seis días después de la eclosión a la utilización de espuma orgánica y de Tetraselmis sp. y posterior a éste período, al efecto del microzooplancton. El mejor desarrollo se presenta en la combinación de las tres fuentes de alimento ofrecidas; espuma orgánica, Tetraselmis sp. y microzooplancton.

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION
SUPERIOR DE ENSENADA

DIVISION DE OCEANOLOGIA

UTILIZACION DE MATERIAL ORGANICO PARTICULADO COMO
FUENTE DE ALIMENTO POR LARVAS DE LA ANCHOVETA
NORTEÑA Engraulis mordax GIRARD.

TESIS

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

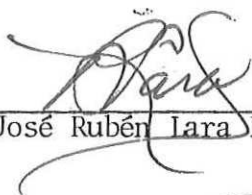
CASIMIRO QUIÑONEZ VELAZQUEZ

Ensenada, B. C. Agosto de 1985.

TESIS APROBADA PARA SU DEFENSA POR:



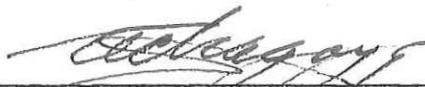
Dr. Enrique Carrillo Barrios-Gómez, Director del Comité



Dr. José Rubén Lara Lara, Miembro del Comité



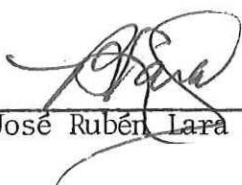
M.C. Victor Manuel Gómez Muñoz, Miembro del Comité



Dr. Alejandro Chagoya Guzmán, Miembro del Comité



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



M.C. José Rubén Lara Lara, Director Interino de la División de Oceanología



M.C. Gilberto Gaxiola Castro, Director Académico Interino

Tesis presentada en Agosto 21 de 1985

A MI ESPOSA GEORGINA

A MI HIJA MARINA

A MIS PADRES

POR EL GRAN APOYO MORAL QUE ME BRINDAN

A MIS AMIGOS

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer patente mi agradecimiento al Dr. Enrique carrillo Barrios-Gómez, por su impulso y motivación durante el desarrollo del presente trabajo, así como sus consejos como maestro en el transcurso de mis estudios de maestría.

Al M. en C. Victor M. Gómez Muñoz y al Dr. Alejandro Chagoya por su ayuda y colaboración en el análisis estadístico.

A los miembros de mi comite de tesis Dr. Ruben Lara Lara y al M. en C. Gilberto Gaxiola por sus acertados comentarios y sugerencias para el mejoramiento de este trabajo.

Al National Marine Fisheries Service, La Jolla, California, y en especial a Roderick Leong por proporcionar el material biológico para el desarrollo de esta tesis.

A Luis Aguirre Vilchis por la elaboración de tablas y figuras necesarias para este trabajo.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	6
Fuente de huevos	6
Sistema de cultivo	6
Nanoflagelados	12
Microzooplankton	12
Espuma orgánica	13
Crecimiento	14
Supervivencia	18
III. RESULTADOS	24
Condiciones de cultivo	24
Utilización de material orgánico particulado	26
Crecimiento	26
Supervivencia	47
IV. DISCUSION	70
V. CONCLUSIONES	77
LITERATURA CITADA	79

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Torre usada para producir espuma orgánica por burbujeo. A. Cilindro de acrílico; B. Tapón con rosca; C. Cono de vidrio con un filtro milipórico empotrado en una estructura de acrílico con rosca; D. Tubo para el suministro o dren del agua; E. Tubo para el suministro de aire; F. Salida para la espuma (basada en Baylor y Suycliffe, 1963).	15
2	Curva teórica generada por el polinomio de tercer grado para los datos de crecimiento diario.	19
3	Curva teórica generada por el modelo logaritmico para los datos de supervivencia.	22
4	Crecimiento promedio diario de larvas de <u>Engraulis mordax</u> mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición.	28
5	Crecimiento promedio diario generado por un polinomio de tercer grado, de larvas de <u>Engraulis mordax</u> mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición. Las líneas verticales indican máximo y mínimo en crecimiento.	45
6	Número diario de larvas vivas de <u>Engraulis mordax</u> mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición, (-----, - - - -) réplicas.	59
7	Curvas generadas por el modelo $N_t - N_f = A + B \ln(E - t + 1)$, ajustando los datos de sobrevivencia de larvas de <u>Engraulis mordax</u> mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición, (----, - - - -) réplicas.	65
8	Porcentaje diario de mortalidad de larvas de <u>Engraulis mordax</u> mantenidas en diferentes fuentes de alimentación con y sin espuma orgánica y condiciones de inanición.	67

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
I	9
Identificación de los diferentes tratamientos en base a una etiqueta.	
II	10
DISEÑO EXPERIMENTAL. Efecto de espuma orgánica, el nanoflagelado <u>Tetraselmis</u> sp. y microzooplancton en el crecimiento y supervivencia de estadíos larvales de la anchoveta norteña <u>Engraulis mordax</u> .	
III	25
Condiciones observadas durante el desarrollo del diseño experimental para estadíos larvales de la anchoveta <u>Engraulis mordax</u> en condiciones controladas.	
IV	27
Crecimiento promedio diario de larvas de <u>Engraulis mordax</u> bajo tres fuentes de alimento y sus combinaciones (ver Tabla I).	
V	32
Análisis de variancia en tres vías, efecto de espuma orgánica, fuente de alimento y tiempo (días) así como su interacción en el crecimiento diario de larvas de <u>Engraulis mordax</u> .	
VI	34
Análisis de varianza en dos vías en presencia de espuma orgánica como afectan al crecimiento diario de larvas de E. <u>mordax</u> la presencia o ausencia de microzooplancton y de <u>Tetraselmis</u> sp. así como su interacción.	
VII	36
Representación del análisis de variancia en dos vías en presencia de espuma como afectan al crecimiento diario de larvas de E. <u>mordax</u> la presencia o ausencia de microzooplancton y <u>Tetraselmis</u> sp. así como su interacción.	
VIII	37
Análisis de varianza en dos vías en presencia de <u>Tetraselmis</u> sp. como afectan al crecimiento diario de larvas de E. <u>mordax</u> la presencia o ausencia de espuma orgánica y de microzooplancton así como su interacción.	
IX	39
Representación de los resultados del análisis de	

varianza en dos vías en presencia de Tetraselmis sp. como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia o ausencia de espuma orgánica y de microzooplancton así como su interacción.

- X Análisis de varianza en dos vías en ausencia de microzooplancton como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia de espuma orgánica y de Tetraselmis sp. así como su interacción. 41
- XI Representación de los resultados del análisis de varianza en dos vías. En ausencia de microzooplancton como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia o ausencia de espuma orgánica y de Tetraselmis sp. así como su interacción. 43
- XII Número diario de larvas muertas, número de muertes totales y sobrevivientes finales. 48
- XIII Supervivencia diaria corregida de estadios larvales de E. mordax mantenidas bajo diferentes fuentes de alimentación espuma orgánica, Tetraselmis sp, microzooplancton y sus combinaciones. 49
- XIV Resultados del ajuste del modelo $N_t - N_f = A + B \ln(E - t + 1)$ a los datos de sobrevivencia corregida para larvas de E. mordax mantenidas bajo diferentes fuentes de alimentación. 63
- XV Análisis de variancia en tres vías, efecto de espuma orgánica, fuente de alimentación y tiempo (días) así como su interacción en el porcentaje diario de mortalidad de larvas de E. mordax. 69

UTILIZACION DE MATERIAL ORGANICO PARTICULADO COMO FUENTE
DE ALIMENTO POR LARVAS DE LA ANCHOVETA NORTEÑA

Engraulis mordax GIRARD.

I. INTRODUCCION

La posibilidad de que compuestos orgánicos disueltos puedan contribuir a la nutrición de organismos acuáticos no es una idea reciente. Putter (1909) intentó probar cuantitativamente la importancia de substancias orgánicas disueltas en el agua de mar. Al respecto, realizó la mayor parte de su trabajo durante el período 1907-1909 y concluyó que los constituyentes orgánicos disueltos en el agua de mar juegan un papel importante en la nutrición de la mayoría de los organismos acuáticos. Desde su publicación, la teoría de Putter ha sido ampliamente criticada y sus resultados puestos en duda por varios investigadores.

Contemporaneos, así como investigadores subsecuentes llevaron a cabo estudios para probar la validez de su teoría. Lipschutt (1913), (citado por Krogh, 1931) revisó la situación del problema, concluyendo que las ideas de Putter no habían sido probadas pero tampoco rechazadas.

Uno de los principales argumentos en contra de la teoría de Putter era la creencia prevaleciente, durante las primeras décadas del presente siglo, sobre la existencia de cantidades insignificantes de sustancias orgánicas disueltas en el mar, así como la aparente imposibilidad de encontrar los mecanismos necesarios por medio de los cuales los organismos marinos pudieran concentrar y absorber las sustancias orgánicas disueltas. Morris (1955) discute como varios de los investigadores que han participado en la controversia sobre la teoría de Putter "tenían la tendencia a utilizar resultados que favorecieran sus ideas particulares". Así, las conclusiones de estas investigaciones estaban sesgadas.

Varios trabajos más recientes enfatizan la existencia de concentraciones significantes de sustancias orgánicas disueltas en el medio ambiente marino (ZoBell, 1946; Fox et al., 1952, 1953; Menzel, 1966; Darnell, 1967), así como de la existencia de organismos marinos que pueden utilizar detritus orgánico de dimensiones coloidales presentes en el habitat acuático (MacGinitie, 1945; Morris, 1955; Baylor y Sutcliffe, 1963; Grover, 1967, 1968).

Por ejemplo, Alldredge (1972, 1976) observó mediante técnicas de buceo autónomo que la abundancia de exoesqueletos de organismos planctónicos en mar abierto puede ser importante en la cadena alimenticia pelágica como una fuente de material

orgánico particulado. Todas estas estructuras en forma coloidal o suspendida de materia orgánica particulada ocurren en el medio ambiente acuático, aunque su contribución cuantitativa y cualitativa en la nutrición de los organismos marinos no es bien conocida.

Probablemente algo del detritus de dimensiones coloidales y finas partículas ascienden como un resultado del desdoblamiento mecánico, químico y biológico de partículas mayores. También existen procesos físicos que incrementan el tamaño de las partículas aportando una superficie sobre la cual pequeñas moléculas puedan ser concentradas por absorción. Organismos filtroalimentadores pueden entonces utilizar los micelios resultantes. Baylor y Sutcliffe (1963) y Riley (1963), extienden esta idea a la formación de agregados orgánicos en la interfase aire-agua de burbujas de aire que ocurren naturalmente en la superficie del océano. Estos agregados parecen ser formados principalmente por absorción de material orgánico disuelto (Edwing, 1950; Miyake, 1951; Ramsey, 1962; Maynard, 1968), un proceso ya duplicado bajo condiciones experimentales (Baylor et al., 1962; Riley, 1963; Sutcliffe et al., 1963).

Batoosingii, et al. (1969), en su análisis de los métodos experimentales para la producción de material orgánico particulado en agua de mar por burbujeo, encuentran que las

partículas ya formadas inhiben, en alguna forma no claramente conocida, una mayor formación de partículas y que las tasas más rápidas de producción ocurren en experimentos de "producción continua", en los cuales las partículas son removidas desde la suspensión cuando son producidas. Esto es significativo para su aplicación en la naturaleza, ya que la capa superficial del oceano tiene algunos rasgos de los experimentos de producción continua.

El objetivo del presente trabajo es probar que los estadios larvales de la anchoveta norteña Engraulis mordax Girard, utilizan sustancias orgánicas particuladas producidas a partir de sustancias disueltas en el agua de mar. Se pretende evaluar la posible utilización de sustancias orgánicas particuladas (espuma orgánica) en base al crecimiento y supervivencia durante los primeros estadios del desarrollo en la anchoveta norteña bajo condiciones de laboratorio.

En el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Carrillo Barrios-Gómez y colaboradores, han desarrollado una línea de investigación centrada en simular las características del medio ambiente de la Corriente de California y su efecto en la ecología alimenticia de los estadios larvales de la anchoveta E. mordax. Este trabajo se encuentra en el marco de esa línea de investigación.

La decisión de llevar a cabo el experimento durante los estadios larvales de *E. mordax* obedece al hecho de que es durante este período en el desarrollo ontogenético de los organismos cuando la mortalidad alcanza un máximo (Hjort, 1914; Marr, 1956; Blaxter, 1962; Lasker, 1964; Lasker y Smith, 1977; Carrillo Barrios-Gómez y Solís-Guevara, 1982).

Se eligió a *E. mordax* como organismo de investigación en base a su importancia ecológica (Murphy, 1974; Smith y Lasker, 1978), comercial (Ahlstrom, 1967; Vrooman y Smith, 1972; LLuch-Belda, 1977), su disponibilidad como organismo de experimentación (Leong, 1971) y porque la gran mayoría de los problemas asociados con su cultivo en laboratorio han sido resueltos (O'Connell y Raymond, 1970; Moffatt, 1981). Además cualquier aplicación directa al cultivo de organismos marinos se beneficiaría con una metodología que reduzca la mortalidad inicial de los organismos bajo cultivo.

II. MATERIALES Y METODOS.

Fuente de huevos.

Los huevos de E. mordax utilizados en el desarrollo de este trabajo fueron proporcionados por el personal del National Marine Fisheries Service de la Jolla, Cal., U.S.A. El desove de adultos de anchoveta fué realizado en dicha institución siguiendo las técnicas descritas por Leong (1971).

Los huevos fertilizados se transportaron el mismo día de su desove al laboratorio de Ecología del Zooplankton del CICESE en botellas térmicas, a una temperatura aproximada de 15 grados centígrados. A su llegada al laboratorio, los huevos aparentemente viables fueron separados utilizando goteros de boca ancha con ayuda de un microscopio estereoscópico siguiendo la técnica descrita por Rodríguez-Murillo (1983).

Sistema de cultivo.

Se utilizaron tanques de acrílico polivinílico de color negro, de 34 cm de diámetro y 14 cm de altura (Lasker et al.,

1970), los cuales se llenaron con diez litros de agua de mar colectada en la Bahía de Todos Santos, Baja California y filtrada hasta una micra a través de cartuchos "Hytrex" y hasta 0.45 micras a través de filtros de membrana. Esta agua fué tratada mediante un sistema de luz ultravioleta (Rodríguez-Murillo, 1983).

Se introdujeron doscientos huevos en cada recipiente, densidad reportada en la literatura dentro del rango de inoculaciones iniciales (Lasker, et al., op. cit.). El tipo de cultivo fué semi-estático y sin aireación a lo largo del experimento, excepto para aquellos recipientes en donde fué necesario ajustar las concentraciones de nanoflagelados o microzooplancton, agregando o sifoneando agua de éstos. En estos casos, se utilizó un sifón diseñado para evitar daño físico o pérdidas de larvas (Rodríguez-Murillo, 1983).

La iluminación fué proporcionada a través de tubos fluorescentes de luz blanca-fría de 75 W, colocadas a una distancia de 50 cm sobre la superficie de los recipientes de cultivo. Los niveles producidos por esta fuente de luz se encuentran dentro del rango de 2500 a 2800 lux sugeridos para mantener larvas de peces marinos en laboratorio (Blaxter, 1968; Houde, 1974; Kikono y Hirano, 1981). Se mantuvo un periodo de iluminación de doce horas el cual fué iniciado y concluido aproximadamente al mismo tiempo cada día (Rodríguez

-Murillo, 1983).

La temperatura fué controlada a través de un sistema de aire acondicionado con filtración electrostática y mantenida alrededor de 17.5 grados centígrados. Esta temperatura se encuentra dentro del rango de temperatura del desove (9.9-23.2 grados centígrados) para *E. mordax* (Ahlstrom, 1956). La salinidad se mantuvo en 33 partes por mil en promedio.

Como fuente de alimento se utilizaron espuma orgánica, el nanoflagelado *Tetraselmis* sp; y microzooplancton; la Tabla I se identifican los tratamientos en base a una etiqueta. Las concentraciones y combinaciones se resumen en la Tabla II. Las concentraciones utilizadas de nanoflagelados y microzooplancton se encuentran por encima del rango de densidades reportadas para el sistema de la Corriente de California para estos niveles tróficos (Arthur, 1976, 1977; Beers et al., 1975, 1980, 1982). La introducción de *Tetraselmis* sp. a los recipientes se llevó a cabo un día después de la eclosión de las larvas; el microzooplancton se introdujo al segundo día (Rodríguez-Murillo, 1983). Este consistió en su mayor parte de copepoditos y nauplios de copepódos, los cuales fueron separados por tamaños con una red de luz de malla entre 50-90 micras, sugerida en la literatura (O'Connell y Raymond, 1970; Houde, 1972).

Tabla I. Identificación de los diferentes tratamientos en base a una etiqueta.

TRATAMIENTO	ETIQUETA
ESPUMA	1
ESPUMA - A	1 - A
ESPUMA - P	1 - P
ESPUMA - <u>TETRASELMIS</u> SP.	2
ESPUMA - <u>TETRASELMIS</u> SP. - A	2 - A
ESPUMA - <u>TETRASELMIS</u> SP. - P	2 - P
ESPUMA - MICROZOOPLANCTON	3
ESPUMA - MICROZOOPLANCTON - A	3 - A
ESPUMA - MICROZOOPLANCTON - P	3 - P
ESPUMA - <u>TETRASELMIS</u> SP. - MICROZOOPLANCTON	4
ESPUMA - <u>TETRASELMIS</u> SP. - MICROZOOPLANCTON - A	4 - A
ESPUMA - <u>TETRASELMIS</u> SP. - MICROZOOPLANCTON - P	4 - P
<u>TETRASELMIS</u> SP. - MICROZOOPLANCTON	5
<u>TETRASELMIS</u> SP. - MICROZOOPLANCTON - A	5 - A
<u>TETRASELMIS</u> SP. - MICROZOOPLANCTON - P	5 - P
<u>TETRASELMIS</u> SP. (50,000 cl/ml)	9
<u>TETRASELMIS</u> SP. - A (50,000 cl/ml)	9 - A
INANICION - .45 MICRAS	10
INANICION - .45 MICRAS - A	10 - ,A

A,P Indican réplicas del tratamiento.

Tabla II. DISEÑO EXPERIMENTAL. Efecto de espuma orgánica, el nanoflagelado Tetraselmis sp. y microzooplancton en el crecimiento y supervivencia de estadíos larvales de la anchoveta norteña Engraulis mordax.

TRATAMIENTO	No. DE HUEVOS/ RECIP	CONCENTRACION DE <u>Tetraselmis</u> sp. (cl/ml)	DENSIDAD DE micro zooplancton (orgs/l)	ESPUMA ORGANICA ¹
1	200			150 ml diarios
1-A	200			150 ml diarios
1-P	200			150 ml diarios
2	200	50,000		150 ml diarios
2-A	200	50,000		150 ml diarios
2-P	200	50,000		150 ml diarios
3	200		4,000	150 ml diarios
3-A	200		4,000	150 ml diarios
3-P	200		4,000	150 ml diarios
4	200	50,000	4,000	150 ml diarios
4-A	200	50,000	4,000	150 ml diarios
4-P	200	50,000	4,000	150 ml diarios
5	200	50,000	4,000	150 ml diarios
5-A	200	50,000	4,000	150 ml diarios
5-P	200	50,000	4,000	150 ml diarios
9	200	50,000		
9-A	200	50,000		
10	200	*	*	*
10-A	200	*	*	*

A,P Indican réplicas del experimento.

¹ Se proporcionaron 75 ml. dos veces al día.

* Control.

Las concentraciones del nanoflagelado y microzooplancton se determinaron una vez al día, aproximadamente a las catorce horas. Para el nanoflagelado se utilizó una muestra de un mililitro extraída de una solución homogénea de diez alícuotas de un mililitro cada una. Estas fueron obtenidas con una pipeta, de tres niveles de cada recipiente: profundo, medio y superficial (Rodríguez-Murillo, 1983). La concentración se determinó mediante un hematocitómetro Fuchs-Rosenthal. Para el microzooplancton se obtuvieron tres alícuotas de diez mililitros cada una, siguiendo la misma rutina utilizada para Tetraselmis sp. En base a la determinación en cada recipiente, se hicieron los ajustes necesarios para mantener las concentraciones fijadas (Rodríguez-Murillo, 1983).

Diariamente, antes de determinar las densidades de nanoflagelados y microzooplancton, se extrajeron de cada recipiente las larvas muertas, utilizando una pipeta de succión. Este procedimiento se facilitó apagando los tubos fluorescentes e iluminando con una lámpara de mano la superficie de los recipientes (Rodríguez-Murillo, 1983).

A diario y hasta el final del experimento se extrajeron al azar tres larvas vivas de cada recipiente para determinar el crecimiento. Las larvas extraídas se colocaron sobre un porta-objetos cóncavo bajo un microscopio estereoscópico equipado con un micrómetro ocular y se midió su longitud

estandar (Rodríguez-Murillo, 1983).

Todos los tratamientos fueron concluidos al doceavo día después de la eclosión de las larvas, excepción de aquellos concluidos prematuramente debido a mortalidad total de los organismos. Al final de cada tratamiento los recipientes se vaciaron, se contaron y midieron todas las larvas sobrevivientes cuando estas eran menos que diez; en caso contrario se midieron solo diez del total de sobrevivientes.

Nanoflagelados.

Tetraselmis sp. fué cultivado y mantenido en un cuarto contíguo al de cultivo de E. mordax, por personal técnico del laboratorio de Ecología del Zooplankton utilizando métodos tradicionales de cultivo para fitoplancton (Ukeles, 1965; Guillard, 1972).

Microzooplancton.

El zooplancton utilizado a lo largo de este trabajo fué colectado en la Bahía de Todos Santos, B.C., utilizando una red

de plancton de treinta centímetros de diámetro y luz de malla de 75 micras, siguiendo métodos tradicionales de muestreo (Carrillo Barrios-Gómez et al., 1974).

La muestra obtenida se tamizó inmediatamente, con una malla de 120 micras para remover los organismos más grandes. La muestra se pasó de nuevo a través de una malla de 90 micras, los organismos que pasaron a través de esta última malla se depositaron en un recipiente térmico rectangular de 50 litros de capacidad el cual se llenó con agua de mar aproximadamente hasta la mitad y se transportó al laboratorio.

A su llegada al laboratorio, la muestra se colocó en dos acuarios rectangulares a los que se les añadió agua de mar filtrada hasta tres micras e irradiada con luz ultravioleta. Se les agrego una concentración de 70000 cl/ml de Tetraselmis sp. (Carrillo Barrios-Gómez et al., 1974).

Espuma orgánica.

La espuma orgánica fué producida burbujeando 2.5 litros de agua de mar proveniente del reservorio localizado en la Unidad de Ciencias Marinas de la UABC, filtrada hasta 0.45 micras para eliminar cualquier material particulado y evitar su posible

utilización como alimento por las larvas de anchoveta. Para obtener esta espuma se uso una "Torre de Espumación" (Fig. 1) construida de acrílico siguiendo la idea de Baylor y Sutcliffe (1963). A los recipientes con espuma orgánica como fuente de alimento (Tabla II) se les agregó dos veces al día, a partir del primer día después de la eclosión, una suspensión de 75 ml de partículas orgánicas recién producidas.

Crecimiento.

La longitud de las larvas en cada tratamiento se obtuvo diariamente (Rodríguez-Murillo, 1983). Estos datos fueron utilizados para desarrollar comparaciones del crecimiento entre réplicas, utilizando la prueba de igualdad de medias con variancia desconocida y heterogéneas que tiene una distribución t-estudent (Daniel, 1977).

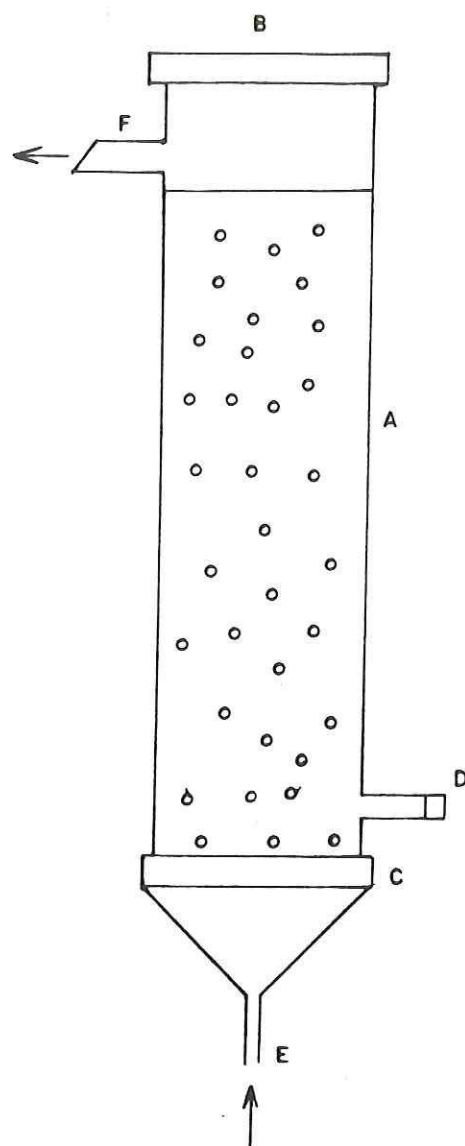


FIGURA 1.- Torre usada para producir espuma orgánica por burbujeo.
 A.- Cilindro de acrílico; B.- Tapón con rosca de acrílico; C.- Cono de vidrio con un filtro milipórico empotrado en una estructura de acrílico con rosca;
 D.- Tubo para el suministro o dren del agua; E.- Tubo para el suministro del aire; F.- Salida para la espuma (basada en Baylor y Sutcliffe, 1963).

Se efectuó un análisis de variancia en tres vías (Nie et al., 1970) para conocer como afecta la fuente de alimento al crecimiento diario de larvas de E. mordax

Espuma orgánica (Factor 1)

Fuente de alimento Tetraselmis sp.

y la combinación Tetraselmis sp.

más microzooplancton (Factor 2)

Tiempo (Factor 3)

para el factor 1 se consideraron dos niveles, presente o ausente; para el factor 2, tres niveles Tetraselmis sp., Tetraselmis sp. - microzooplancton y, condiciones de inanición; y para el factor 3 los niveles son los días del 1 al 7.

Se efectuó para cada día (1 al 8) un análisis de variancia en dos vías para conocer el efecto sobre el crecimiento diario, en presencia o ausencia de microzooplancton (factor 1) y de Tetraselmis sp. (factor 2), así como su interacción en presencia de espuma orgánica. Esta prueba se basa en la suposición que los datos provienen de la misma población estadística y, haciendo tres estimaciones de la variancia hipotéticamente iguales, es posible conocer si los factores y su interacción afectan al crecimiento, cuando dicha hipótesis se rechaza (Montgomery, 1976).

Esta misma técnica se usó para conocer, en presencia de Tetraselmis sp., como afectan al crecimiento diario la presencia o ausencia de espuma orgánica (factor 1) y del microzooplancton (factor 2), así como su interacción. De la misma forma, en ausencia del microzooplancton, como afectan al crecimiento diario la presencia o ausencia de espuma orgánica (factor 1), de Tetraselmis sp. (factor 2) y su interacción.

Se aplicó una regresión lineal entre tiempo y crecimiento a los diferentes tratamientos a fin de considerar la pendiente como una estimación gruesa de la tasa promedio de crecimiento diario (Sokal y Rohlf, 1969). Probando la homogeneidad de las pendientes mediante un análisis de covarianza (Chagoya, 1985). Además con base a la tendencia que muestran los valores de crecimiento diario se les ajustó el modelo de regresión polinomial de tercer grado:

$$\Delta t = a + bt + ct^2 + dt^3 \quad (1)$$

donde:

t = edad (días)

Δt = incremento en crecimiento (mm)

a, b, c , y d = coeficientes de regresión

Se utilizó una regresión múltiple por pasos (Nie et al.,

1970) para identificar la validez estadística del ajuste a los datos de crecimiento por el polinomio de tercer grado.

Ajustando este modelo a los datos de crecimiento se pretende obtener la edad E1 en donde existe un máximo local y la edad E2 en la cual existe un mínimo local donde se inicia un crecimiento acelerado, a fin de identificar la existencia de un periodo crítico (Marr, 1956) y si la duración de éste está influenciado por la fuente de alimento. La Figura 2 representa graficamente éste modelo.

Supervivencia.

Para conocer el número inicial de larvas vivas en cada tratamiento (porcentaje de eclosión) se utilizó la siguiente expresión:

$$N_o = \sum_{i=1}^n m_i + \sum_{i=1}^n P_i + N_f \quad (2)$$

donde:

n = último día del experimento

m_i = número de larvas muertas naturalmente
en el día i

P_i = mortalidad por pesca (número de larvas

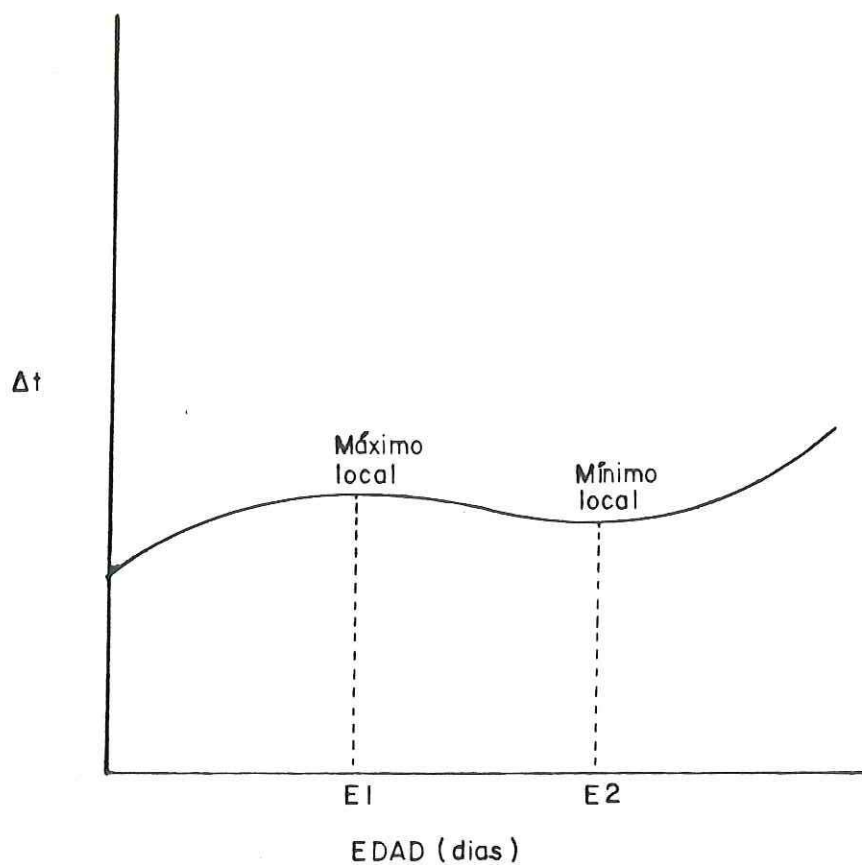


FIGURA 2.- Curva teórica generada por el polinomio de tercer grado para los datos de crecimiento diario.

sacrificadas para la medición de
crecimiento) en el día i

Nf = número de sobrevivientes en el día doce
después de la pesca

No = número de larvas iniciales

Se hizo una corrección por mortalidad por pesca al número de organismos sobrevivientes diarios. Tomando en cuenta la fracción de sobrevivientes que correspondería a las larvas pescadas al día t, dicha fracción estará en función de la mortalidad natural en el día i + 1 posterior al de la pesca:

$$P_v(t, i+1) = \frac{(N_t - P_t - m_{i+1})}{N_t - P_t} P_v(t, i) \quad (3)$$

$P_v(t, t) = P_t$ (número de larvas muestreadas el día t)

$N_t = N_{t-1} - P_{t-1} - m_t$

$P_v(t, i) =$ parte viva en el día i de los individuos
pescados al día t ($t \leq i$)

$N_t =$ número de larvas vivas al día t

Quedando el número corregido de individuos sobrevivientes
(N'_t) como:

$$N'_t = N_t + \sum_{t=1}^n P_v(t, i) \quad (4)$$

Se ajustó al siguiente modelo el número de sobrevivientes corregidos con el fin de tener una estimación de la tasa de mortalidad diaria, la cual dependerá del parámetro B.

$$N't - N_f = A + B \ln (E - t + 1) \quad (5)$$

donde:

$N't$ = número de sobrevivientes corregido

t = edad (días)

E = edad máxima (duración del experimento)

N_f = número final de sobrevivientes

A y B = parámetros de ajuste; la pendiente B se interpreta como una tasa de mortalidad.

De esta manera, los tratamientos con valores más bajos para B reflejarán mejores condiciones para la supervivencia de las larvas de *E. mordax*. La curva generada por el modelo se presenta en la Figura 3.

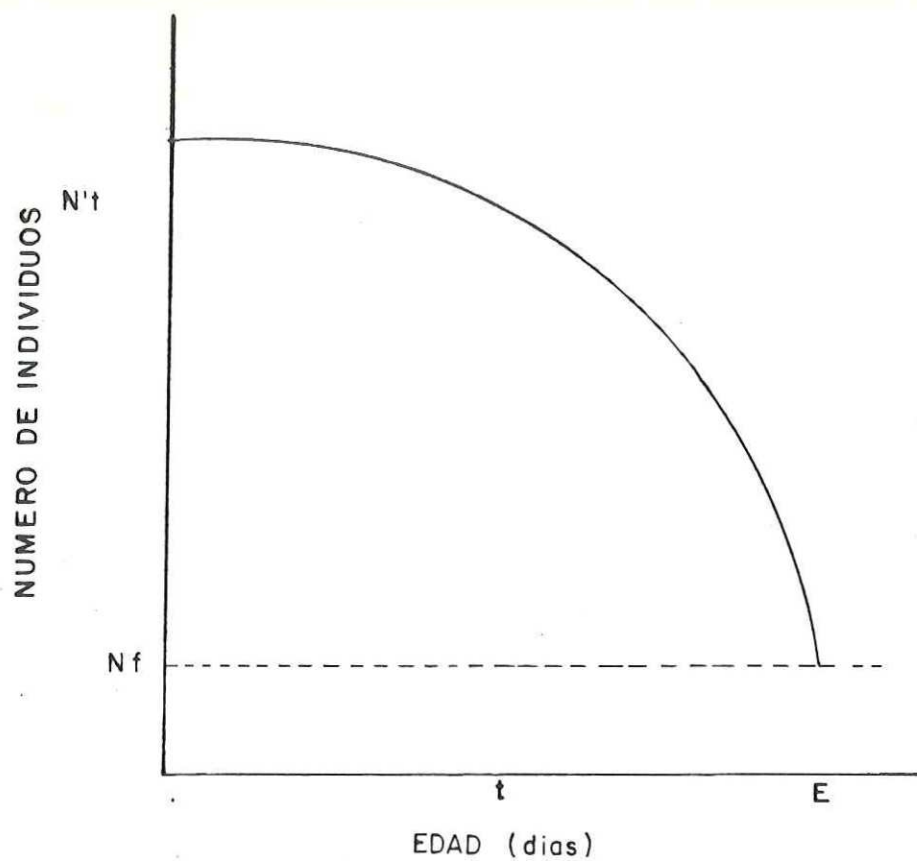


FIGURA 3- Curva teórica generada por el modelo logaritmico para los datos de supervivencia.

Además, para conocer como afecta la fuente de alimento al porcentaje diario de mortalidad de las larvas de E. mordax se efectuó un análisis de variancia en tres vías (Montgomery, 1976):

Espuma orgánica (Factor 1)

Fuente de alimento Tetraselmis sp. y

la combinación Tetraselmis sp. más

microzooplancton (Factor 2)

Tiempo (Factor 3)

para el factor 1 se consideraron dos niveles: presente o ausente; para el factor 2, tres niveles: Tetraselmis sp, Tetraselmis sp - microzooplancton y, condiciones de inanición(sin alimento vivo); y para el factor 3 los niveles son los días del 1 al 9.

III. RESULTADOS.

Condiciones de cultivo

Las condiciones observadas durante el desarrollo experimental para los estadios larvales de la anchoveta norteña Engraulis mordax en condiciones controladas se muestran en la Tabla III.

La temperatura promedio fué de 18.7 grados centígrados. La concentración de oxígeno disuelto promedio fué de 6.1 ml/litro. El porcentaje de eclosión varió de 83 % (tratamiento 9) que fué el mínimo, hasta 98 % (tratamiento 4). La densidad real de microzooplancton varió respecto a la designada inicialmente, aunque el promedio real de 2.0 orgs./ml e intervalo de confianza de 0.961 - 3.20 con un $\alpha = 0.05$ se encuentra dentro del rango obtenido bajo condiciones controladas (Lasker y Zweifel, 1978). Las fluctuaciones presentadas por el nanoflagelado Tetraselmis sp. a lo largo del experimento fueron en promedio 10 % de las planteadas inicialmente, exceptuando el tratamiento 2-A. El promedio a que se mantuvo este nanoflagelado fué de 52000 cl/ml e intervalo de confianza de 40.44 - 62.55 con un $\alpha = 0.05$.

Tabla III. Condiciones observadas durante el desarrollo del diseño experimental para estadíos larvales de la anchoveta Engraulis mordax, en condiciones controladas.

TRATAMIENTO	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	OXIGENO DI SUELDO PRO MEDIO (ml/l)	ECLOSION ² (%)	NUMERO INI CIAL DE LAR VAS (No)	ESPUMA OR GANICA (ml/día) ¹	MICROZOOPLANKTON (orgs/ml) DESIGNADA REAL ²	TETRASELMIS sp (10 ³ cels/ml) ² DESIGNADA REAL ²	DURACION DEL EXP. (días) ³
1	18.3	6.1	94	187	150			9
1-A	18.2	5.9	90	179	150			9
1-P	20.5		90	180	150			8
2	18.2	6.2	90	180	150		50	9
2-A	18.2	6.3	89	177	150		50	9
2-P	20.5		90	180	150		50	8
3	18.3	6.1	93	185	150	4		10
3-A	18.2	5.9	94	188	150	4		12
3-P	20.3		90	180	150	4		9
4	18.1	6.2	98	196	150	4	50	12
4-A	18.1	6.1	92	184	150	4	50	12
4-P	20.4		91	182	150	4	50	12
5	18.0	6.3	90	180		4	50	12
5-A	18.2	6.6	90	179		4	50	12
5-P	20.3		90	180		4	50	10
9	17.9	5.6	83	165			50	9
9-A	17.9	5.4	93	185			50	9
10	18.2	6.4	90	180	*	*	*	8
10-A	18.2	6.4	89	178	*	*	*	5

* Condiciones de inanición (control).

1 Cantidad ofrecida en dos ocasiones (75 ml.).

2 Valores redondeados.

3 Días después de la eclosión.

La duración del experimento también varió, de un mínimo de cinco días en el tratamiento 10-A a un máximo de doce días en los tratamientos caracterizados por una combinación de espuma orgánica, Tetraselmis sp. y microzooplancton (tratamientos 4,4A,4P,5,5A y 5P).

Utilización de material orgánico particulado

En base a resultados preliminares se eligió una concentración de 50000 cl./ml de Tetraselmis sp. como una de las fuentes de alimento incluidas en el diseño experimental (Tabla II).

Crecimiento.

Una de las variables de respuesta para probar el efecto de las fuentes de alimento y sus combinaciones es el crecimiento de los estadios larvales de E. mordax. La Tabla IV resume el crecimiento promedio diario en cada uno de los tratamientos; este es graficado con respecto al tiempo en la Figura 4. Se muestran también las ecuaciones de regresión lineal.

Tabla IV.- Crecimiento promedio diario de larvas de Engraulis mordax bajo tres fuentes de alimento y sus combinaciones (ver tabla I).

TRATAMIENTO	DIA											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.68	3.42	3.49	3.75	3.53	3.51	3.59	3.57				
2	2.94	3.39	3.74	3.90	3.76	3.69	3.75	4.10				
3	2.73	3.43	3.68	3.94	3.89	4.08	4.24	4.29	4.57	4.85	5.45	5.83
4	2.84	3.49	3.59	4.08	3.84	4.80	4.80	4.77	5.42	5.94	7.36	7.37
5	2.77	3.76	3.88	3.88	4.12	4.86	4.47	5.02	5.84	5.78	6.20	8.0
9	3.53	3.84	3.89	3.96	4.02	3.79	2.96	3.60				
10*	2.63	3.37	3.52	3.52	3.56	3.45	3.15					

* Control agua de mar filtrada hasta 0.45 micras solamente.

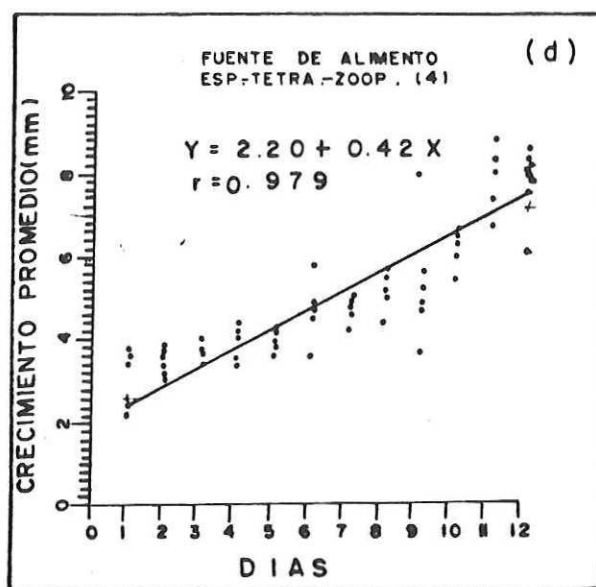
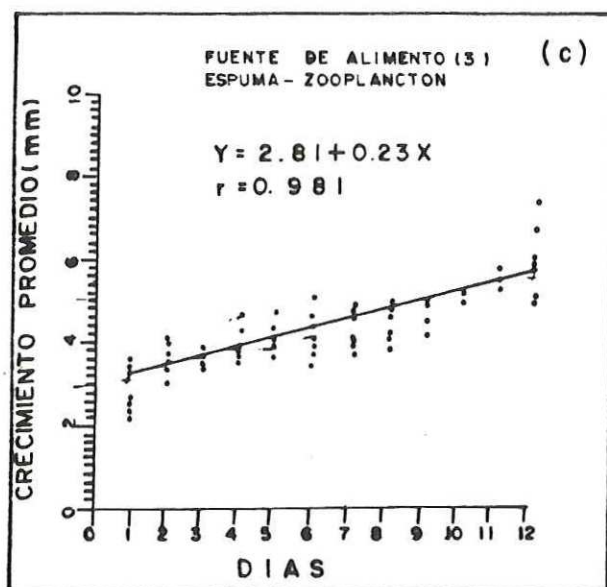
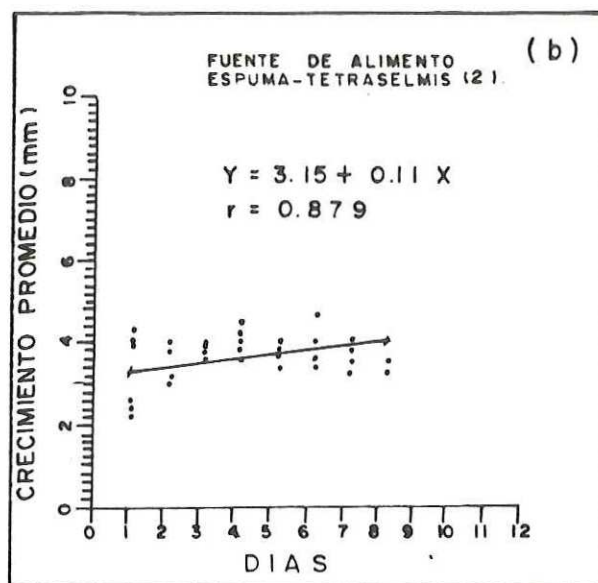
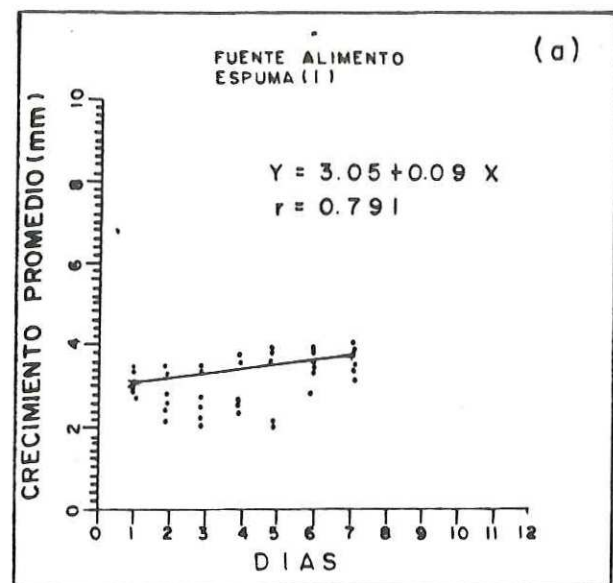
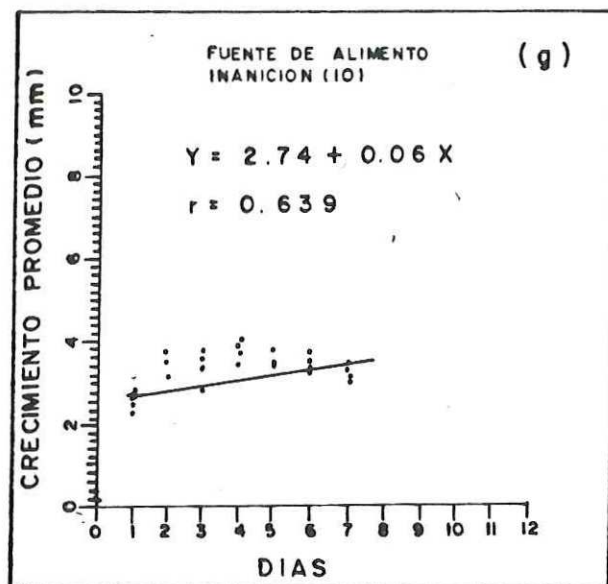
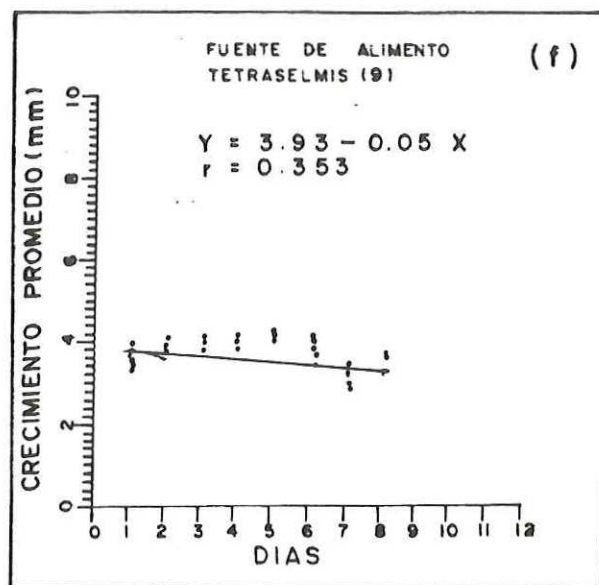
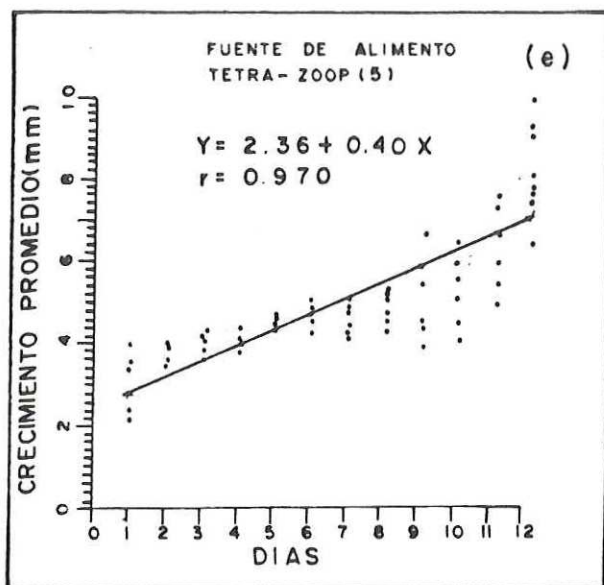


FIGURA 4.- Crecimiento promedio diario de larvas de *Engraulis mordax* mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición.



(Continuación Figura 4)

Pueden observarse diferencias en el crecimiento a partir del sexto día después de la eclosión. Esta relación es más evidente al considerar las pendientes (cuyas diferencias son significativas con un $\alpha = 0.05$) de la ecuación de regresión lineal como una estimación de la tasa promedio de crecimiento diario de las larvas en cada tratamiento, podemos jerarquizar las condiciones a que estuvieron sometidas. La tasa diaria de crecimiento vario de valores mínimos de -0.05 mm/día, 0.09 mm/día, 0.11 mm/día condiciones teóricas de inanición (Fig. 4f, 4a y 4b) y 0.06 mm/día condiciones reales de inanición (Fig. 4g), a valores máximos 0.23 mm/día, 0.40 mm/día y 0.42 mm/día (Fig. 4c, 4e y 4d) bajo mejores condiciones de alimentación

Los primeros tratamientos en colaparse fueron los caracterizados por condiciones teóricas y reales de inanición (Fig. 4a, 4b, 4f y 4g); son también los tratamientos en los que se obtuvieron las más bajas tasas de crecimiento diario. En estos tratamientos las larvas de *E. mordax* alcanzaron una mortalidad total al octavo día después de la eclosión con excepcion del tratamiento 10 (Fig. 4g). En forma contrastante puede observarse que las larvas de *E. mordax* se mantuvieron hasta el doceavo día después de la eclosión, cuando se concluyeron los experimentos, en los tratamientos caracterizados por mejores condiciones de alimentación (Fig. 4c, 4d y 4e). Hay que hacer notar que el crecimiento

presentado por las larvas en el tratamiento 1 (Fig. 4a) no muestra una aparente disminucion al séptimo día como la observada en los tratamientos 9 y 10 (Fig. 4f y 4g).

Mediante un análisis de variancia en tres vías, se analizó como afecta al crecimiento diario la presencia o ausencia de espuma orgánica (Factor 1) en la fuente de alimento (Factor 2) durante los primeros siete días después de la eclosión de las larvas de *E. mordax*, así como la interacción de estos factores considerados. En la Tabla V se muestran los resultados del análisis, observándose que los factores 2 y 3 por si mismos afectan al crecimiento diario con una significancia al 5 %, así como tambien la interacción de la espuma orgánica con la fuente de alimento, espuma orgánica con el tiempo y fuente de alimento con el tiempo. Sin embargo no existe suficiente evidencia estadística del efecto de la espuma organica por si misma, así como la interacción de los tres factores sobre el crecimiento diario de las larvas de *E. mordax*.

Con el fin de identificar más detenidamente el efecto de las fuentes de alimento sobre el crecimiento diario se realizan las siguientes pruebas.

En presencia de espuma orgánica, se analizó como afecta al crecimiento la presencia o la ausencia de microzooplancton (factor 1) y de *Tetraselmis* sp. (factor 2) así como su

Tabla V. Análisis de variancia en tres vías, efecto de espuma orgánica, fuente de alimento y tiempo (días) así como su interacción en el crecimiento diario de larvas de Engraulis mordax.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.090	0.090	0.566
FACTOR 2	2	15.562	7.781	48.754*
FACTOR 3	6	48.818	8.136	50.978*
INTERACCION 1 vs 2	2	1.079	0.540	3.381*
INTERACCION 1 vs 3	6	4.181	0.697	4.366*
INTERACCION 2 vs 3	12	22.082	1.840	11.530*
INTERACCION 1 vs 2 vs 3	12	1.962	0.164	1.025
ERROR	41	94.204	2.298	
T O T A L	82			

* significativa al 5%

interacción mediante un análisis de varianza en dos vías. La Tabla VI resume los resultados del análisis de varianza. Su representación diaria se muestra en la Tabla VII. Se observa que en presencia de espuma orgánica tanto el microzooplancton como Tetraselmis sp., afectan significativamente al crecimiento diario a partir del sexto día, persistiendo únicamente el efecto del microzooplancton en la última prueba. No existe suficiente evidencia estadística que indique que la interacción de microzooplancton y Tetraselmis sp., en presencia de espuma orgánica, afecte al crecimiento diario de las larvas de E. mordax.

Se utilizó la misma prueba para analizar en presencia de Tetraselmis sp como afectan al crecimiento diario de las larvas la presencia o ausencia de espuma orgánica (factor 1), de microzooplancton (factor 2) y su interacción. Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla VIII y la representación diaria de la diferencia en crecimiento con un nivel de confianza al 95 % en la Tabla IX. Se observa que el factor 1 es el responsable de las diferencias en crecimiento durante los primeros días después de la eclosión, básicamente antes del sexto día. Sucede lo contrario con el microzooplacton ya que su efecto es durante los últimos días de la prueba. La interacción de ambos factores afecta al crecimiento durante los primeros días. Se puede pensar que esto es debido a la presencia de espuma orgánica.

Tabla VI .- Análisis de varianza en dos vías en presencia de espuma orgánica como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia o ausencia de microzooplancton y de Tetraselmis sp. así como su interacción.

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA1)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0.006	0.006	0.015
FACTOR 2	1	0.229	0.229	0.733
INTERACCION	1	0.056	0.056	0.137
ERROR	32	13.071	0.408	
TOTAL	35	13.432		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 2)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0.022	0.022	0.137
FACTOR 2	1	0.002	0.002	0.012
INTERACCION	1	0.017	0.017	0.105
ERROR	32	5.150	0.161	
TOTAL	35	5.192		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA3)

FUENTE DE VAR	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0.0040	0.0040	0.08
FACTOR 2	1	0.0576	0.0576	1.21
INTERACCION	1	0.2567	0.2567	5.41*
ERROR	32	1.5156	0.0474	
TOTAL	35	1.8339		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 4)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0.336	0.336	2.688
FACTOR 2	1	0.212	0.212	1.696
INTERACCION	1	0.001	0.001	0.008
ERROR	32	4.003	0.125	
TOTAL	35	4.552		

* Significativa al 5 %

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 5)

FUENTE DE VARIANZA	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.478	0.478	2.90
FACTOR 2	1	0.081	0.081	0.49
INTERACCION	1	0.153	0.153	0.93
ERROR	32	5.291	0.165	
TOTAL	35	6.004		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 6)

FUENTE DE VARIANZA	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	6.292	6.292	28.34 *
FACTOR 2	1	1.827	1.827	8.23 *
INTERACCION	1	0.681	0.681	3.07
ERROR	32	7.108	0.222	
TOTAL	35	15.907		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 7)

FUENTE DE VARIANZA	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	6.477	6.477	60.53 *
FACTOR 2	1	1.156	1.156	10.80 *
INTERACCION	1	0.350	0.350	3.27
ERROR	32	3.426	0.107	
TOTAL	35	11.409		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 8)

FUENTE DE VARIANZA	G L	SUMA DE CUAD	CUAD MEDIOS	F
FACTOR 1	1	5.900	5.900	40.69 *
FACTOR 2	1	0.427	0.427	2.94
INTERACCION	1	0.220	0.220	1.52
ERROR	20	2.906	0.145	
TOTAL	23	9.453		

* Significativa al 5 %

(Continuación tabla VI)

Tabla VII .-Representación del análisis de variancia en dos vías en presencia de espuma como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia o ausencia de microzooplancton y Tetraselmis sp así como su interacción.

D I. A	MICROZOOPLANKTON	<u>Tetraselmis</u> sp	INTERACCION
1	—	—	—
2	—	—	—
3	—	—	*
4	—	—	—
5	—	—	—
6	*	*	—
7	*	*	—
8	*	—	—

* Significativa al 5 %

Tabla VIII- Análisis de varianza en dos vías en presencia de *Tetraselmis* sp. como afectan al crecimiento diario de larvas de *E. mordax* la presencia o ausencia de espuma orgánica y de microzooplancton así como su interacción.

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 1)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	1. 6120	1. 6120	47. 273 *
FACTOR 2	1	2. 0417	2. 0417	59. 874 *
INTERACION	1	2. 3188	2. 3188	68.000 *
ERROR	20	0. 6810	0. 0341	
TOTAL	23	6. 6535		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 2)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	1. 2604	1. 2604	21. 077 *
FACTOR 2	1	0. 1204	0. 01204	2. 013
INTERACCION	1	0. 2604	0. 2604	4. 354 *
ERROR	20	1. 1953	0. 0598	
TOTAL	23	2. 8366		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 3)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0. 3313	0. 3313	3. 506
FACTOR 2	1	0. 0434	0. 0434	0. 459
INTERACCION	1	0. 0793	0. 0793	0. 839
ERROR	20	1. 8900	0. 0945	
TOTAL	23	2. 3440		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 4)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0. 125	0. 125	0. 833
FACTOR 2	1	0. 006	0. 006	0. 040
INTERACCION	1	0. 006	0. 006	0. 040
ERROR	20	3. 010	0. 150	
TOTAL	23	3. 146		

* Significativa al 5 %

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 5)

FUENTE DE VARIANZA	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.7776	0.7776	10.313 *
FACTOR 2	1	0.0793	0.0793	1.052
INTERACCION	1	0.0013	0.0013	0.017
ERROR	20	1.5075	0.0754	
TOTAL	23	2.3658		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 6)

FUENTE DE VARIANZA	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.331	0.331	1.471
FACTOR 2	1	9.601	9.601	42.671 *
INTERACCION	1	0.022	0.022	0.098
ERROR	20	4.505	0.225	
TOTAL	23	14.460		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 7)

FUENTE DE VARIANZA	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	1.854	1.854	15.073 *
FACTOR 2	1	11.440	11.440	93.008 *
INTERACCION	1	0.103	0.103	0.837
ERROR	20	2.462	0.123	
TOTAL	23	15.859		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 8)

FUENTE VARIANZA	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.014	0.014	0.101
FACTOR 2	1	3.193	3.193	23.193 *
INTERACCION	1	0.040	0.040	0.290
ERROR	8	1.103	0.138	
TOTAL	11	4.350		

* Significativa al 5 %

(Continuación Tabla VIII)

Tabla IX.- Representación de los resultados del análisis de varianza en dos vías. En presencia de Tetraselmis sp. como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia o ausencia de espuma orgánica y de microzooplancton así como su interacción.

D I A	ESPUMA ORGANICA	MICROZOOPLANCTON	INTERACCION
1	*	*	*
2	*	—	*
3	—	—	—
4	—	—	—
5	*	—	—
6	—	*	—
7	*	*	—
8	—	*	—

* Significativa al 5 %

También en ausencia de microzooplancton se trató el efecto sobre el crecimiento diario de las larvas, la presencia o ausencia de espuma orgánica (factor 1), de Tetraselmis sp. (factor 2) y su interacción. Los resultados del análisis se muestran en la Tabla X. La representación diaria del efecto de estos dos factores y su interacción se presentan en la Tabla XI. Se observa que el factor 1 por si mismo y su interacción con Tetraselmis sp. afectan al crecimiento diario durante los primeros dos días después de la eclosión; posteriormente Tetraselmis ejerce efecto unicamente, con una confianza al 95 %. En el séptimo y ultimo día de la prueba hay un efecto significativo de la espuma orgánica en el crecimiento.

En función de la tendencia que presenta el crecimiento promedio diario (ver Fig. 4), se probó la validez estadística de la utilización de un polinomio de tercer orden, mediante un análisis de regresión multiple por pasos (Nie et al., 1970) para cada tratamiento, para ajustar los datos crecimiento diario. El resultado fué significativo al 5 %. Para tratar de identificar graficamente algún efecto de las diferentes fuentes de alimento y sus combinaciones ofrecidas a las larvas de E. mordax, estos datos se ajustaron a un polinomio de tercer grado. Este efecto seria evidente después de que la larva hubiera agotado su saco vitelino. A partir de esa transición, la larva dependería del aporte del medio externo para su crecimiento y supervivencia.

Tabla X. - Análisis de varianza en dos vías en ausencia de microzooplancton como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia de espuma orgánica y de Tetraselmis sp así como su interacción.

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA1)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	1.8205	1.8205	53.076 *
FACTOR 2	1	2.4512	2.4512	71.463 *
INTERACCION	1	2.0827	2.0827	60.720 *
ERROR	20	0.6869	0.0343	
TOTAL	23	7.0413		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA2)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0.5251	0.5251	5.815 *
FACTOR 2	1	0.0551	0.0551	0.610
INTERACCION	1	0.8251	0.8251	9.137 *
ERROR	20	1.8066	0.0903	
TOTAL	23	3.2119		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA3)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0.0315	0.0315	0.443
FACTOR 2	1	0.6240	0.6240	8.776 *
INTERACCION	1	0.0135	0.0135	0.190
ERROR	20	1.4212	0.0711	
TOTAL	23	2.0904		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA4)

FUENTE DE VAR.	G.L.	Suma de cuad.	Cuad. medios	F
FACTOR 1	1	0.1980	0.1980	2.220
FACTOR 2	1	0.8140	0.8140	8.289 *
INTERACCION	1	0.0280	0.0280	0.314
ERROR	20	1.7833	0.0892	
TOTAL	23	2.8234		

* Significativa al 5%

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 5)

FUENTE DE VAR.	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.0049	0.0049	0.154
FACTOR 2	1	0.0484	0.0484	1.517
INTERACCION	1	0.4489	0.4489	14.072 *
ERROR	12	0.3825	0.0319	
TOTAL	15	0.8847		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 6)

FUENTE DE VAR.	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.0352	0.0352	0.888
FACTOR 2	1	0.1302	0.1302	3.288
INTERACCION	1	0.0352	0.0352	0.888
ERROR	8	0.3165	0.0396	
TOTAL	11	0.5171		

ANALISIS DE VARIANZA EN DOS VIAS (DIA 7)

FUENTE DE VAR.	G.L.	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.9870	0.9870	25.570 *
FACTOR 2	1	0.0630	0.0630	1.632
INTERACCION	1	0.0630	0.0630	1.632
ERROR	4	0.1545	0.0386	
TOTAL	7	1.2676		

* Significativa al 5 %

(Continuación Tabla X)

Tabla **XI** .-Representación de los resultados del analisis de varianza en dos vías. En ausencia de microzooplancton como afectan al crecimiento diario de larvas de E. mordax la presencia o ausencia de espuma orgánica y de Tetraselmis sp así como su interacción.

D I A	ESPUMA ORGANICA	TETRASELMIS SP	INTERACCION
1	*	*	*
2	*	—	*
3	—	*	—
4	—	*	—
5	—	—	*
6	—	—	—
7	*	—	—

* Significativa al 5 %

Las curvas generadas por el polinomio se presentan en las Figura 5. En esta se indica la edad (día) cuando la larva ha agotado su saco vitelino e inicia su alimentación exógena. Se observan dos tendencias características en los siete tratamientos involucrados: una en la que se presenta un máximo y un mínimo en crecimiento claramente diferenciados tratamientos bajo condiciones teóricas o reales de inanición (Fig. 5a, 5b, 5f y 5g). Otra en la que no se presenta estas características en el crecimiento, tratamientos bajo mejores condiciones de alimentación (Fig. 5c, 5d y 5e).

El análisis de la información sugiere: 1) El máximo de crecimiento, cuando se presenta, ocurre entre el tercero y cuarto día después de la eclosión; lo cual concuerda con la información disponible para esta especie bajo otras condiciones de cultivo; 2) El mínimo en crecimiento, cuando se presenta, es observado entre el sexto y séptimo día después de la eclosión.

Los tratamientos caracterizados por condiciones teóricas o reales de inanición (Fig. 5a, 5b, 5f y 5g) presentan tendencias similares en crecimiento, pero difieren entre si en la duración del experimento (tiempo en que se alcanzó la mortalidad total en el tratamiento). Por ejemplo, hasta el séptimo día bajo condiciones reales de inanición (Fig. 5g) y hasta el octavo día después de la eclosión en los tratamientos

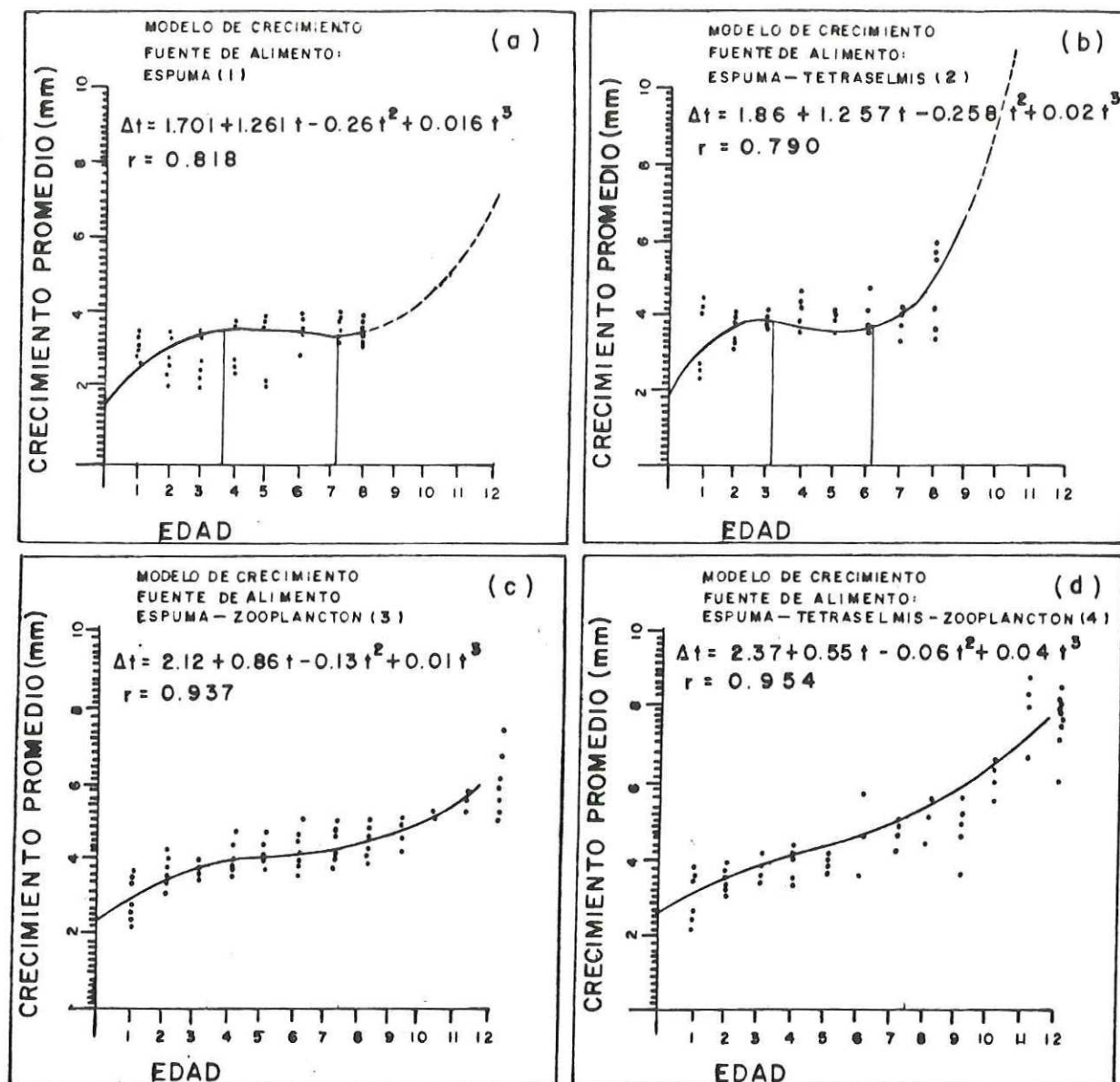
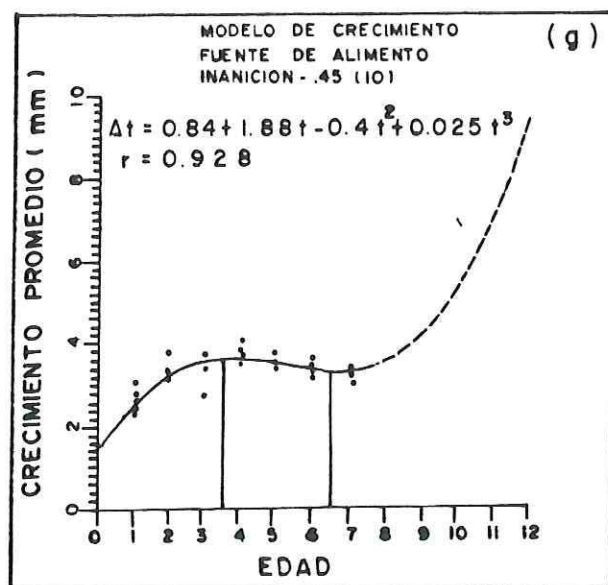
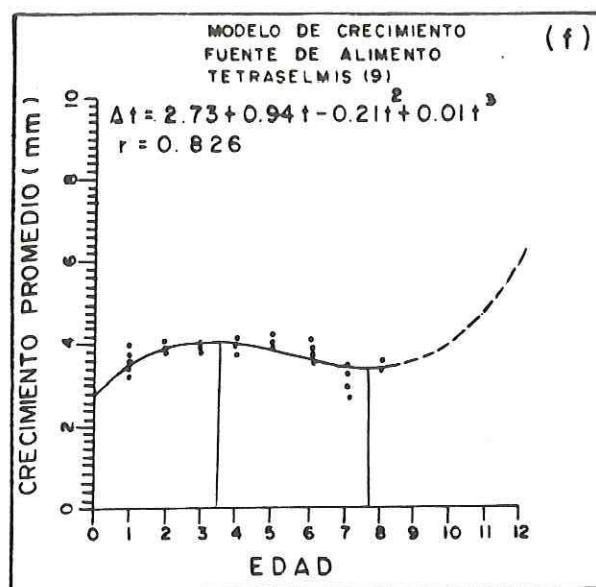
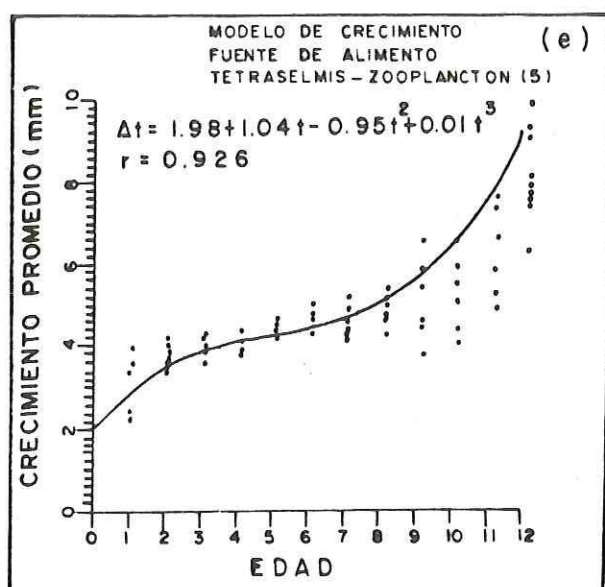


FIGURA 5.- Crecimiento promedio diario generado por un polinomio de tercer grado, de larvas de *Engraulis mordax* mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición. Las líneas verticales indican máximo y mínimo en crecimiento.



(Continuación Figura 5)

1, 2 y 9 (Fig. 5a, 5b y 5f). La tendencia es obvia, mayor duración del experimento (retrazo en la mortalidad) bajo las mejores condiciones de alimentación ofrecidas por la combinación de espuma orgánica-Tetraselmis sp. donde el crecimiento es más uniforme que en los anteriores tratamientos. Estas observaciones son más evidentes cuando cualquiera de estos "tipos de alimento" se combinan con microzooplancton tratamientos 3, 4 y 5 (Fig. 5c, 5d y 5e). En todos estos casos tanto el crecimiento como la duración del experimento son mayores a los tratamientos anteriores.

Supervivencia.

La supervivencia de las larvas de *E. mordax* puede ser considerada la variable de respuesta más significativa a la fuente de alimento disponible. En la Tabla XII se muestra el número de muertes diarias, por causas naturales, así como el porcentaje diario de mortalidad (mortalidad natural y mortalidad por pesca). La corrección diaria al número de larvas vivas (N_t) que sería afectada por el número de muertes naturales al día $t+1$ se presenta en la Tabla XIII.

En la Figura 6 se resumen los datos presentados en las Tablas XII y XIII. En esta se observan las gráficas de la

Tabla XII Número diario de larvas muertas, número de muertes totales y sobrevivientes finales.

TRATAMIENTO	DIAS												MORT. SOBR. TOTL. FINLS.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	(1.6) 00	(4.3) 05	(1.7) 00	(2.3) 01	(1.8) 00	(2.4) 01	(37.6) 58	(94) 92	(100) 6				187 0
1-A	(1.7) 00	(1.7) 00	(1.7) 00	(2.4) 01	(3.0) 02	(3.1) 02	(10.2) 13	(10.7) 12	(100) 125				179 0
1-P	(5.3) 06	(31.7) 48	(12.7) 11	(9.4) 06	(6.8) 03	(7.4) 03	(20) 12	(100) 60					170 0
2	(1.7) 00	(10.2) 15	(3.8) 03	(2.0) 00	(2.0) 00	(2.0) 00	(37.5) 51	(89) 77	(100) 10				180 0
2-A	(1.7) 00	(10.3) 15	(8.3) 10	(4.9) 04	(4.4) 03	(5.4) 04	(32.5) 37	(78.3) 62	(100) 18				177 0
2-P	(2.2) 01	(1.7) 00	(25.4) 41	(8.5) 08	(4.2) 02	(13.3) 12	(6.1) 03	(100) 92					180 0
3	(1.6) 00	(1.7) 00	(7.8) 11	(3.0) 02	(9.4) 02	(23.4) 31	(3.6) 01	(4.7) 02	(100) 101				185 0
3-A	(1.6) 00	(1.6) 00	(3.8) 04	(6.3) 08	(2.4) 01	(2.5) 01	(4.5) 04	(5.4) 05	(13.5) 16	(43.4) 50	(10.1) 04	(22.6) 04	140 48
3-P	(1.7) 00	(53.7) 92	(25.6) 18	(4.9) 00	(8.6) 02	(35.8) 16	(38.2) 10	(14.3) 00	(100) 18				180 0
4	(1.6) 00	(2.1) 01	(4.8) 06	(1.7) 00	(1.7) 00	(1.8) 00	(5.4) 06	(5.7) 06	(8) 09	(14.5) 17	(3.4) 01	(6.1) 04	93 100
4-A	(1.6) 00	(30.0) 51	(8.0) 07	(6.8) 05	(2.8) 00	(2.8) 00	(5.8) 03	(10.3) 07	(4.6) 01	(3.4) 00	(3.8) 00	(13) 00	117 67
4-P	(2.2) 01	(37.6) 64	(5.4) 03	(2.9) 00	(2.9) 00	(4.0) 01	(4.2) 01	(4.4) 01	(4.6) 01	(3.6) 00	(3.7) 00	(19.5) 05	120 62
5	(1.7) 00	(7.3) 10	(8.5) 11	(6.7) 07	(2.9) 01	(2.9) 01	(6.1) 05	(2.4) 00	(5.0) 03	(7.8) 06	(3.8) 01	(11.8) 01	90 90
5-A	(1.7) 00	(6.8) 09	(4.3) 04	(2.5) 01	(2.0) 00	(2.7) 01	(8.2) 09	(5.2) 04	(3.9) 02	(2.5) 00	(4.2) 02	(10.5) 02	77 102
5-P	(2.8) 02	(12.0) 18	(9.7) 12	(10.8) 12	(14.5) 15	(3.8) 01	(13.7) 11	(4.5) 01	(17.8) 12	(100) 69			180 0
9	(4.1) 04	(11.0) 15	(6.2) 06	(6.6) 06	(6.3) 05	(5) 03	(14) 13	(53) 49	(100) 45				171 0
9-A	(2.1) 01	(9.1) 14	(5.9) 07	(5.7) 06	(4.7) 04	(4.2) 03	(10.2) 11	(66.7) 79	(100) 39				190 0
10*	(17) 00	(29.4) 49	(8) 07	(13) 15	(9.3) 06	(79) 04	(17.3) 11	(100) 68					180 0
10-A*	(1.7) 00	(37.7) 63	(12.8) 11	(8.4) 05	(100) 89								178 0

() * Diario de mortalidad.

A, P Réplicas.

* Control (condiciones de inanición agua de mar filtrada hasta 0.45 micras).

Tabla XIII.- Supervivencia diaria corregida de estadíos larvales de E. mordax mantenidas bajo difentes fuentes de alimentación: espuma orgánica, Tetraselmis sp., microzooplancton y sus combinaciones.

ESPUMA (I)												
DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
m	0	5	0	1	0	1	58	92	6	0	0	0
N†	187	179	176	172	169	165	104	9	0	0	0	0
N††	187 00	181 92	181 92	180 87	180 87	179 78	115 41	10 28	0 00	0 00	0 00	0 00
	3 00	2 92	2 92	2 90	2 90	2 88	1 85	0 16	0 00	0 00	0 00	0 00
		3 00	3 00	2 98	2 98	2 96	1 90	0 17	0 00	0 00	0 00	0 00
			3 00	2 98	2 98	2 96	1 90	0 17	0 00	0 00	0 00	0 00
				3 00	3 00	2 98	1 91	0 17	0 00	0 00	0 00	0 00
					3 00	2 98	1 91	0 17	0 00	0 00	0 00	0 00
						3 00	1 93	0 17	0 00	0 00	0 00	0 00
							3 00	0 27	0 00	0 00	0 00	0 00
								3 00	0 00	0 00	0 00	0 00
									0 00	0 00	0 00	0 00

ESPUMA - A (I-A)												
DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
m	0	0	0	1	2	2	13	12	125	0	0	0
N†	179	176	173	169	164	159	143	128	0	0	0	0
N††	179 00	179 00	179 00	177 95	175 80	173 62	159 15	145 51	0 00	0 00	0 00	0 00
	3 00	3 00	3 00	2 98	2 95	2 91	2 67	2 44	0 00	0 00	0 00	0 00
		3 00	3 00	2 98	2 95	2 91	2 67	2 44	0 00	0 00	0 00	0 00
			3 00	2 98	2 95	2 91	2 67	2 44	0 00	0 00	0 00	0 00
				3 00	2 96	2 93	2 68	2 45	0 00	0 00	0 00	0 00
					3 00	2 96	2 72	2 48	0 00	0 00	0 00	0 00
						3 00	2 75	2 51	0 00	0 00	0 00	0 00
							3 00	2 74	0 00	0 00	0 00	0 00
								3 00	0 00	0 00	0 00	0 00
									0 00	0 00	0 00	0 00

ESPUMA - P (1-P)

	DIA DEL ENSAYO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0
m	6	48	11	6	3	3	12	60	0	0	0	0
N†	164	113	99	90	84	78	63	0	0	0	0	0
N'†	164.00	115.11	103.60	97.12	93.77	90.30	75.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	2.11	1.90	1.78	1.72	1.65	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.70	2.53	2.44	2.35	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.81	2.72	2.61	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.90	2.79	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.89	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESPUMA-TETRASELMIS (2)

	DIA DEL ENSAYO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
m	0	15	3	0	0	0	51	77	10	0	0	0
N†	180	162	156	153	150	147	93	13	0	0	0	0
N'†	180.00	164.75	161.64	161.64	161.64	161.64	104.39	15.08	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	2.75	2.69	2.69	2.69	2.69	1.74	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.94	2.94	2.94	2.94	1.90	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
			3.00	3.00	3.00	3.00	1.94	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
				3.00	3.00	3.00	1.94	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
					3.00	3.00	1.94	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
						3.00	1.94	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
							3.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00
								3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
									0.00	0.00	0.00	0.00

(Continuación Tabla XIII)

ESPUMA - TETRAELMIS - A (2-A)

DIA DEL ENSAYO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
m	0	15	10	4	3	4	37	62	18	0	0	0
N _t	177	159	146	139	133	126	86	21	0	0	0	0
N _t	177.00	161.74	151.37	147.14	143.89	139.47	97.51	24.67	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	2.74	2.57	2.49	2.44	2.36	1.65	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.81	2.73	2.67	2.59	1.81	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.92	2.85	2.76	1.93	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.93	2.84	1.99	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.91	2.03	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.10	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
							3.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00
								3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
									0.00	0.00	0.00	0.00

ESPUMA - TETRAELMIS - P (2-P)

DIA DEL ENSAYO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0
m	1	0	41	8	2	12	3	92	0	0	0	0
N _t	179	176	132	121	116	101	95	0	0	0	0	0
N _t	179.00	179.00	136.58	128.11	125.94	112.56	109.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	3.00	2.29	2.15	2.11	1.89	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.29	2.15	2.11	1.89	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.81	2.77	2.47	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.95	2.64	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.68	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Continuación Tabla XIII)

ESPUMA - ZOOPLANKTON (3)

		DIA DEL ENSAYO											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P		3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0
m		0	0	11	2	12	31	1	2	101	0	0	0
N†		185	182	168	163	148	114	110	105	1	0	0	0
N††		185.00	185.00	173.63	171.53	158.66	124.74	123.62	121.31	1.19	0.00	0.00	0.00
		3.00	3.00	2.82	2.78	2.57	2.02	2.00	1.97	0.02	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.82	2.78	2.57	2.02	2.00	1.97	0.02	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.96	2.74	2.16	2.14	2.10	0.02	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.77	2.18	2.16	2.12	0.02	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.36	2.34	2.29	0.02	0.00	0.00	0.00
							3.00	2.97	2.92	0.03	0.00	0.00	0.00
								3.00	2.94	0.03	0.00	0.00	0.00
									3.00	0.03	0.00	0.00	0.00
										1.00	0.00	0.00	0.00

ESPUMA - ZOOPLANKTON - A (3-A)

		DIA DEL ENSAYO											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10
m		0	0	4	8	1	1	4	5	16	50	4	4
N†		188	185	178	167	163	159	152	144	125	72	65	58
N††		188.00	188.00	183.87	175.46	174.39	173.30	168.86	163.19	144.67	85.38	80.43	75.24
		3.00	3.00	2.93	2.80	2.78	2.77	2.69	2.60	2.31	1.36	1.28	1.20
			3.00	2.93	2.80	2.78	2.77	2.69	2.60	2.31	1.36	1.28	1.20
				3.00	2.86	2.85	2.83	2.76	2.66	2.36	1.39	1.31	1.23
					3.00	2.98	2.96	2.89	2.79	2.47	1.46	1.38	1.29
						3.00	2.98	2.90	2.81	2.49	1.47	1.38	1.29
							3.00	2.92	2.82	2.50	1.48	1.39	1.30
								3.00	2.90	2.57	1.52	1.43	1.34
									3.00	2.66	1.57	1.48	1.38
										3.00	1.77	1.67	1.56
											3.00	2.83	2.64
												3.00	2.81
													10.00

(Continuación Tabla XIII)

ESPUMA - ZOOPLANKTON - P (3-P)

DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0
m	0	92	18	0	2	16	10	0	18	0	0	0
N†	180	85	64	61	56	37	24	21	0	0	0	0
N'†	180.00	86.44	67.47	67.47	65.14	45.47	32.10	32.10	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	1.44	1.12	1.12	1.09	0.76	0.53	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.34	2.34	2.26	1.58	1.11	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00
			3.00	3.00	2.90	2.02	1.43	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.90	2.02	1.43	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.09	1.48	1.48	0.00	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.12	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00
							3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
									0.00	0.00	0.00	0.00

ESPUMA - TETRASELMIS - ZOOPLANKTON (4)

DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10
m	0	1	6	0	0	0	6	6	9	17	1	7
N†	196	192	183	180	177	174	165	156	144	124	120	110
N'†	196.00	194.98	188.79	188.79	188.79	188.79	182.17	175.42	165.10	145.20	144.00	135.38
	3.00	2.98	2.89	2.89	2.89	2.89	2.79	2.69	2.53	2.22	2.20	2.07
		3.00	2.90	2.90	2.90	2.90	2.80	2.70	2.54	2.23	2.22	2.08
			3.00	3.00	3.00	3.00	2.89	2.79	2.62	2.31	2.29	2.15
				3.00	3.00	3.00	2.89	2.79	2.62	2.31	2.29	2.15
					3.00	3.00	2.89	2.79	2.62	2.31	2.29	2.15
						3.00	2.89	2.79	2.62	2.31	2.29	2.15
							3.00	2.89	2.72	2.39	2.37	2.23
								3.00	2.82	2.48	2.46	2.32
									3.00	2.64	2.62	2.46
										3.00	2.98	2.80
											3.00	2.82
												10.00

(Continuación Tabla XIII)

ESPUMA-TETRAEELMIS-ZOOPLANCTON-A (4-A)

DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10
m	0	51	7	5	0	0	3	7	1	0	0	0
N _f	184	130	120	112	109	106	100	90	86	83	80	77
N _f	184.00	132.15	124.87	119.53	119.53	119.53	116.05	107.68	106.44	106.44	106.44	106.44
	3.00	2.15	2.04	1.95	1.95	1.95	1.89	1.76	1.74	1.74	1.74	1.74
		3.00	2.83	2.71	2.71	2.71	2.63	2.44	2.42	2.42	2.42	2.42
			3.00	2.87	2.87	2.87	2.79	2.59	2.56	2.56	2.56	2.56
				3.00	3.00	3.00	2.91	2.70	2.67	2.67	2.67	2.67
					3.00	3.00	2.91	2.70	2.67	2.67	2.67	2.67
						3.00	2.91	2.70	2.67	2.67	2.67	2.67
							3.00	2.78	2.75	2.75	2.75	2.75
								3.00	2.97	2.97	2.97	2.97
									3.00	3.00	3.00	3.00
										3.00	3.00	3.00
											3.00	3.00
												10.00

ESPUMA-TETRAEELMIS-ZOOPLANCTON - P. (4-P)

DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10
m	1	64	3	0	0	1	1	1	1	0	0	5
N _f	181	114	108	105	102	98	94	90	86	83	80	72
N _f	181.00	115.92	112.79	112.79	112.79	111.65	110.47	109.26	108.00	108.00	108.00	100.99
	3.00	1.92	1.87	1.87	1.87	1.85	1.83	1.81	1.79	1.79	1.79	1.67
		3.00	2.92	2.92	2.92	2.89	2.86	2.83	2.80	2.80	2.80	2.61
			3.00	3.00	3.00	2.97	2.94	2.91	2.87	2.87	2.87	2.69
				3.00	3.00	2.97	2.94	2.91	2.87	2.87	2.87	2.69
					3.00	2.97	2.94	2.91	2.87	2.87	2.87	2.69
						3.00	2.97	2.94	2.90	2.90	2.90	2.71
							3.00	2.97	2.93	2.93	2.93	2.74
								3.00	2.97	2.97	2.97	2.77
									3.00	3.00	3.00	2.81
										3.00	3.00	2.81
											3.00	2.81
												10.00

(Continuación Tabla XIII)

TETRASELMIS - ZOOPLANKTON (5)

DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	11
m	0	10	11	7	1	1	5	0	3	6	1	1
N†	180	167	153	143	139	135	127	124	118	109	105	101
N'†	180.00	169.83	158.44	151.05	149.97	148.86	143.23	143.23	139.67	132.39	131.14	129.85
	3.00	2.83	2.64	2.52	2.50	2.48	2.39	2.39	2.33	2.21	2.19	2.16
		3.00	2.80	2.67	2.65	2.63	2.53	2.53	2.47	2.34	2.32	2.29
			3.00	2.86	2.84	2.82	2.71	2.71	2.64	2.51	2.48	2.46
				3.00	2.98	2.96	2.84	2.84	2.77	2.63	2.60	2.58
					3.00	2.98	2.87	2.87	2.79	2.65	2.62	2.60
						3.00	2.89	2.89	2.81	2.67	2.64	2.62
							3.00	3.00	2.93	2.77	2.75	2.72
								3.00	2.93	2.77	2.75	2.72
									3.00	2.84	2.82	2.79
										3.00	2.97	2.94
											3.00	2.97
												11.00

TETRASELMIS - ZOOPLANKTON - A (5-A)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	10
m	0	9	4	1	0	1	9	4	2	0	2	2
N†	179	167	160	156	153	149	137	130	125	122	117	112
N'†	179.00	169.85	165.70	164.65	164.65	163.55	153.47	148.89	146.54	146.54	144.08	141.55
	3.00	2.85	2.78	2.76	2.76	2.74	2.57	2.50	2.46	2.46	2.41	2.37
		3.00	2.93	2.91	2.91	2.89	2.71	2.63	2.59	2.59	2.54	2.50
			3.00	2.98	2.98	2.96	2.78	2.70	2.65	2.65	2.61	2.56
				3.00	3.00	2.98	2.80	2.71	2.67	2.67	2.63	2.58
					3.00	2.98	2.80	2.71	2.67	2.67	2.63	2.58
						3.00	2.82	2.73	2.69	2.69	2.64	2.60
							3.00	2.91	2.86	2.86	2.82	2.77
								3.00	2.95	2.95	2.90	2.85
									3.00	3.00	2.95	2.90
										3.00	2.95	2.90
											3.00	2.95
												10.00

(Continuación Tabla XIII)

TETRASELMIS-ZOOPLANKTON - P (5-P)

	DIA DEL ENSAYO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
m	2	18	12	12	15	1	11	1	12	69	0	0
N†	178	157	142	127	109	105	91	87	72	0	0	0
N'†	178.00	159.69	147.25	134.54	118.26	117.15	104.51	103.32	88.56	0.00	0.00	0.00
	3.00	2.69	2.48	2.27	1.99	1.97	1.76	1.74	1.49	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.77	2.53	2.22	2.20	1.96	1.94	1.66	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.74	2.41	2.39	2.13	2.11	1.80	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.64	2.61	2.33	2.30	1.97	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.97	2.65	2.62	2.25	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.68	2.65	2.27	0.00	0.00	0.00
							3.00	2.97	2.54	0.00	0.00	0.00
								3.00	2.57	0.00	0.00	0.00
									3.00	0.00	0.00	0.00
										0.00	0.00	0.00

TETRASELMIS (9)

	DIA DEL ENSAYO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	0
m	4	15	6	6	5	3	13	49	45	0	0	0
N†	167	149	140	131	123	117	101	49	1	0	0	0
N'†	167.00	151.73	145.49	139.12	133.68	130.34	115.48	57.74	1.26	0.00	0.00	0.00
	3.00	2.73	2.61	2.50	2.40	2.34	2.07	1.04	0.02	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.88	2.75	2.64	2.58	2.28	1.14	0.02	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.87	2.76	2.69	2.38	1.19	0.03	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.88	2.81	2.49	1.25	0.03	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.92	2.59	1.30	0.03	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.66	1.33	0.03	0.00	0.00	0.00
							3.00	1.50	0.03	0.00	0.00	0.00
								3.00	0.07	0.00	0.00	0.00
									1.00	0.00	0.00	0.00

(Continuación Tabla XIII)

TETRASELMIS-A (9-A)

DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	0	0
m	1	14	7	6	4	3	11	79	39	0	0	0
N _t	189	172	162	153	146	140	126	44	2	0	0	0
N _t	189.00	174.77	167.54	161.21	156.91	153.62	141.29	50.54	2.47	0.00	0.00	0.00
	3.00	2.77	2.66	2.56	2.49	2.44	2.24	0.80	0.04	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.88	2.77	2.69	2.64	2.43	0.87	0.04	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.89	2.81	2.75	2.53	0.91	0.04	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.92	2.86	2.63	0.94	0.05	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.94	2.70	0.97	0.05	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.76	0.99	0.05	0.00	0.00	0.00
							3.00	1.07	0.05	0.00	0.00	0.00
								3.00	0.15	0.00	0.00	0.00
									2.00	0.00	0.00	0.00

INANICION, 45 MICRAS (10)

DIA DEL ENSAYO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	3	3	3	2	0	0	0	0	0
m	0	49	7	15	6	4	11	68	0	0	0	0
N _t	180	128	118	100	91	84	70	0	0	0	0	0
N _t	180.00	130.17	122.88	106.85	100.24	95.69	82.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	2.17	2.05	1.78	1.67	1.59	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.83	2.46	2.31	2.21	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.61	2.45	2.34	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				3.00	2.81	2.69	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					3.00	2.86	2.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
						3.00	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
							2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
								0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Continuación Tabla XIII)

INANICION .45 MICRAS-A (10-A)

	DIA DEL ENSAYO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
m	0	63	11	5	89	0	0	0	0	0	0	0
N†	178	112	98	90	0	0	0	0	0	0	0	0
N'†	178.00	113.92	102.42	97.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	1.92	1.73	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.00	2.70	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			3.00	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(Continuación Tabla XIII)

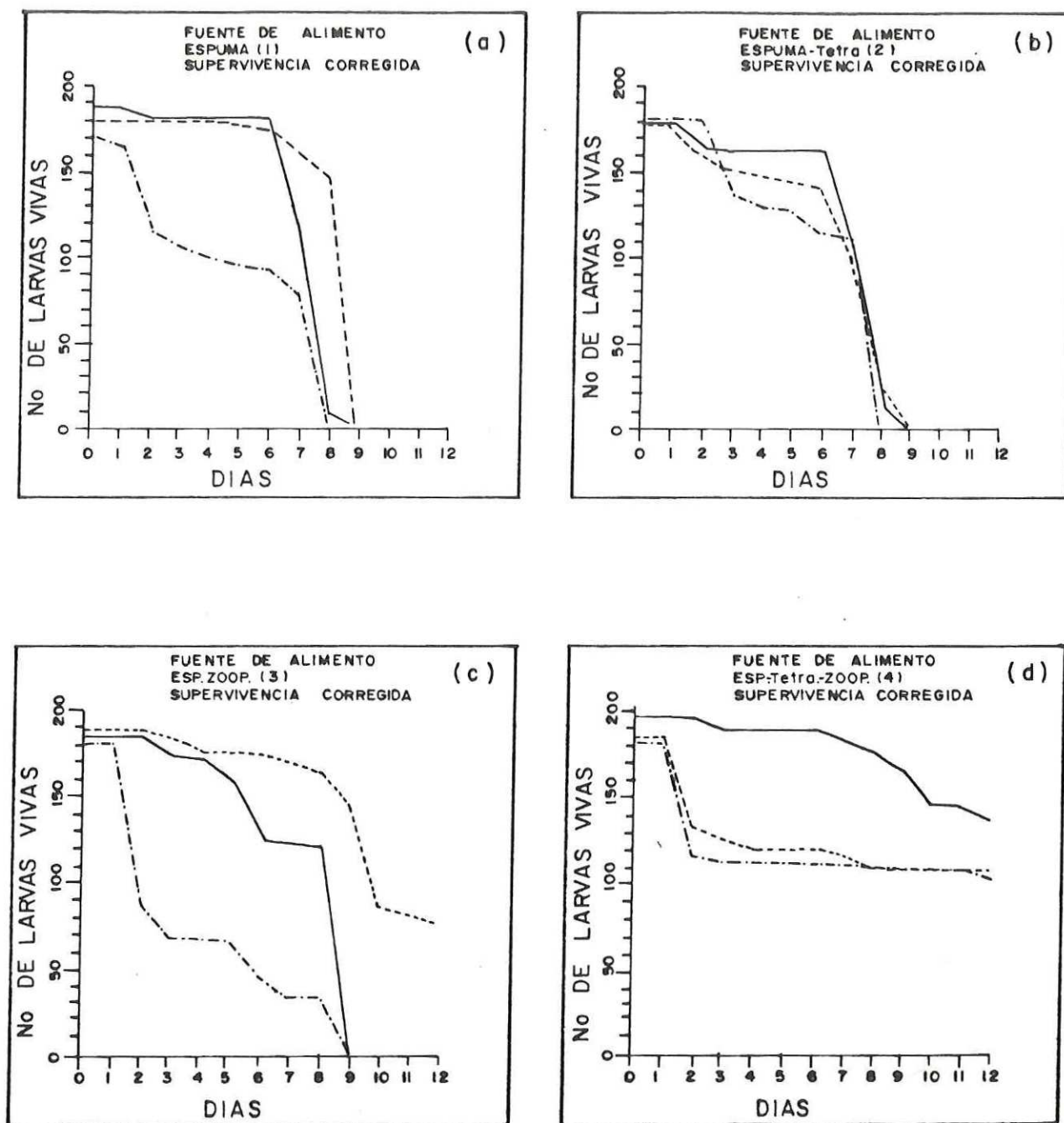
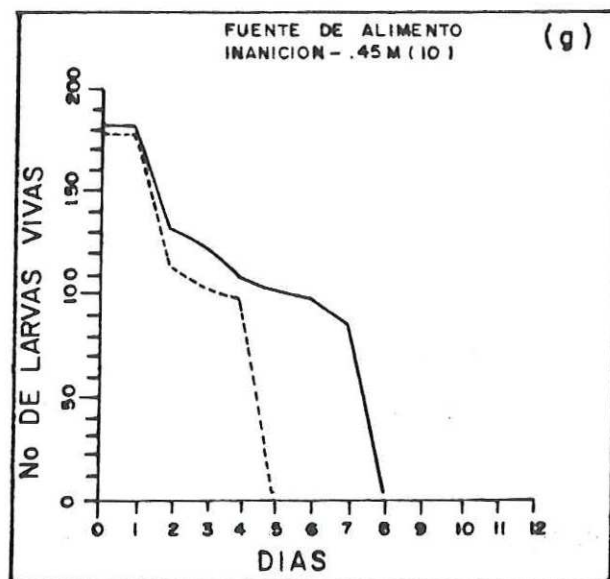
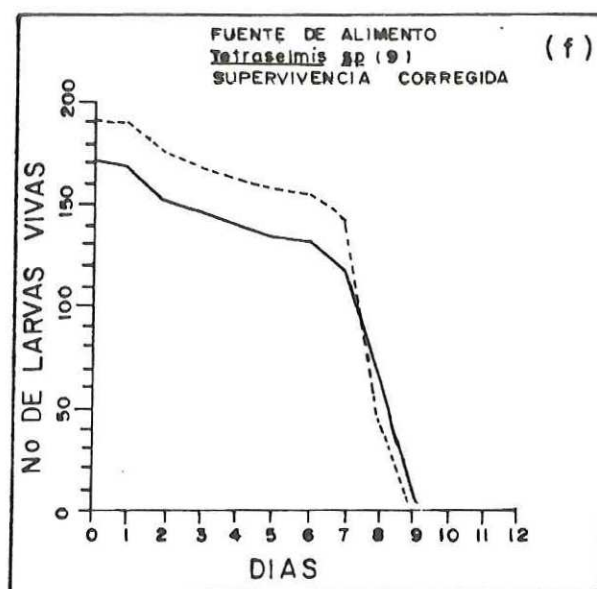
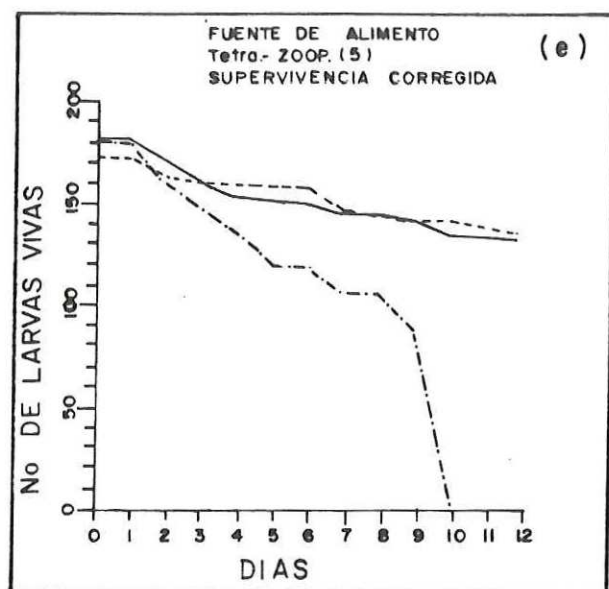


FIGURA 6.- Número diario de larvas vivas de *Engraulis mordax* mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición, (---, ----) réplicas.



(Continuación Figura 6)

supervivencia corregida contra el tiempo (día). Puede observarse tres tendencias definidas. La primera representada por los tratamientos caracterizados por condiciones teóricas o reales de inanición tratamientos 1, 2, 9 y 10 (Fig. 6a, 6b, 6f y 6g). En esta coincide un colapso marcado en la supervivencia a partir del sexto día después de la eclosión y una mortalidad total para el noveno día después de la eclosión. La excepción a esta tendencia está dada por el tratamiento 10 (Fig. 6g) caracterizado por condiciones reales de inanición. En este, el colapso en la supervivencia se inicia a partir del segundo día después de la eclosión y la mortalidad total se alcanza entre el quinto y octavo día después de la eclosión. En forma similar a lo encontrado para estos tratamientos en su análisis de crecimiento, puede observarse también, para supervivencia, una marcada diferencia entre aquellos con "alimento" más adecuado, condiciones teóricas de inanición, tratamientos 1, 2 y 9 y condiciones reales de inanición tratamiento 10.

La segunda tendencia observada se encuentra en los tratamientos caracterizados por mejores condiciones de alimento tratamientos 3, 4 y 5 (Fig. 6c, 6d y 6e). En esta tendencia se descata: 1) una elevada supervivencia a lo largo del experimento, con una supervivencia terminal superior a cincuenta por ciento; 2) una mayor duración del experimento (concluido al doceavo día después de la eclosión) y 3) en general, la ausencia de un marcado colapso de la población a lo

largo del experimento. La excepción a esta tendencia está dada en el tratamiento 3 (Fig. 6c). En este, la población experimental de *E. mordax* se colapsó al noveno día después de la eclosión en dos de los tres experimentos realizados.

Finalmente, en la tercera tendencia puede observarse que los tratamientos en los que se incluye espuma orgánica (Fig. 6a, 6b, 6c y 6d) la supervivencia se mantiene en promedio por arriba de cincuenta por ciento al menos durante los primeros seis días después de la eclosión.

Los datos de la supervivencia corregida se ajustaron al modelo representado en la ecuación (5), con el objeto de tomar el valor del parámetro B de cuyo valor dependerán las pendientes en cada punto de la gráfica. La caída de la curva será más o menos pronunciada indicando condiciones de supervivencia favorables o desfavorables.

La Tabla XIV presenta los resultados del ajuste del modelo. En esta se observa que los valores más bajos del parámetro B se relacionan a los tratamientos donde el microzooplancton participa en la fuente de alimento. Así, el tratamiento 4-P (espuma orgánica - *Tetraselmis* sp. - microzooplancton) obtuvo el valor más bajo ($B = 13.70$). Es notorio que la supervivencia en el tratamiento 1 (espuma orgánica) es mayor a la encontrada en los tratamientos 2, 2-A,

Tabla XIV.- Resultados del ajuste del modelo $N' t - N_f = A + B \ln (E - t + 1)$ a los datos de sobrevivencia corregida para larvas de Engraulis mordax mantenidas bajo diferentes condiciones de alimentación.

RECIPIENTE	E	Nf	A	B	r
1	9	0	-5.19	98.8	0.922
1-A	9	0	54.27	68.78	0.850
1-P	8	0	12.80	60.09	0.925
2	9	0	-4.29	89.78	0.936
2-A	9	0	-4.18	84.39	0.967
2-P	8	0	12.11	74.81	0.940
3	10	0	-12.27	90.53	0.950
3-A	12	48	11.25	54.52	0.943
3-P	9	0	-16.13	56.35	0.801
4	12	100	24.25	17.71	0.617
4-A	12	67	28.77	27.90	0.951
4-P	12	62	31.14	13.70	0.497
5	12	90	30.74	14.28	0.833
5-A	12	102	129.24	17.34	0.853
5-P	10	0	18.30	64.10	0.959
9	10	0	-18.01	80.89	0.958
9-A	10	0	-22.14	93.93	0.945
10	5	0	7.17	95.13	0.947
10-A	8	0	11.93	68.18	0.941

2-P (espuma orgánica - Tetraselmis sp); 9 y 9-A (Tetraselmis sp), así como también a los tratamientos que representan condiciones de inanición.

Los coeficientes de correlación (r) representados en la Tabla XIV, son en la mayoría de los casos significativamente diferentes de cero con un $\alpha = 0.05$ de significancia, excepto para el tratamiento 4-P que lo es a un $\alpha = 0.1$

En la Figura 7 se muestran las gráficas generadas por el modelo para cada tratamiento. Se observa que la pendiente de las curvas es casi paralela al eje de las abscisas, tendencia muy similar para los tratamientos que incluyen en su dieta al microzooplancton (Fig. 7d y 7e) denotando una tasa favorable de sobrevivencia para las larvas que se desarrollaron en estos tratamientos.

Además se obtuvo el porcentaje diario de mortalidad para las larvas de E. mordax mantenidas en diferentes condiciones de alimentación. En la Figura 8 se presentan los histogramas del porcentaje diario de mortalidad de los tratamientos con y sin espuma orgánica, notándose que donde se incluye el microzooplancton en la fuente de alimento el porcentaje de mortalidad es muy bajo durante el período considerado. En el resto de los tratamientos la mortalidad es muy alta durante el octavo y noveno día con excepción del tratamiento inanición-A

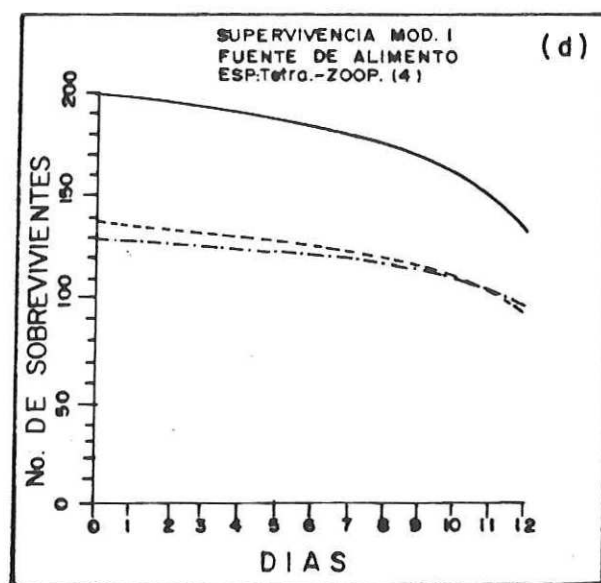
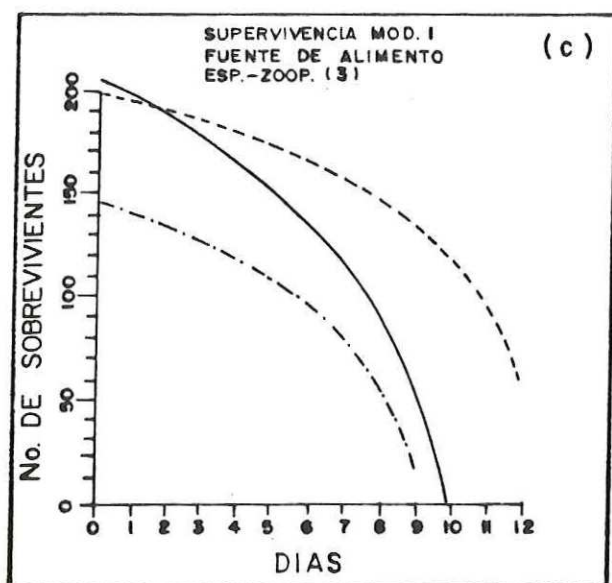
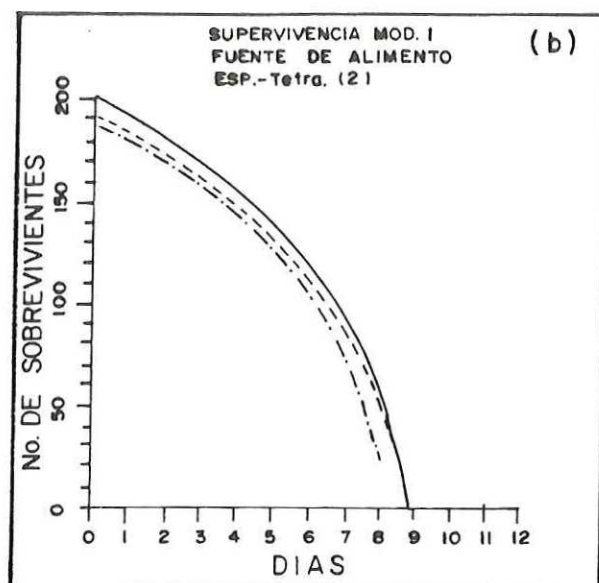
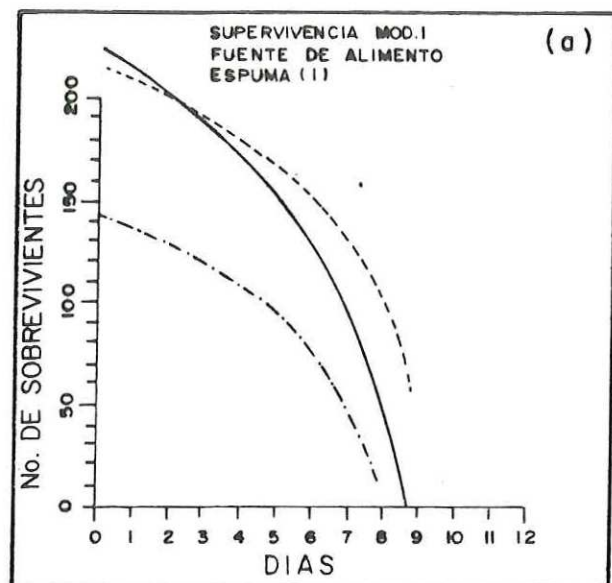
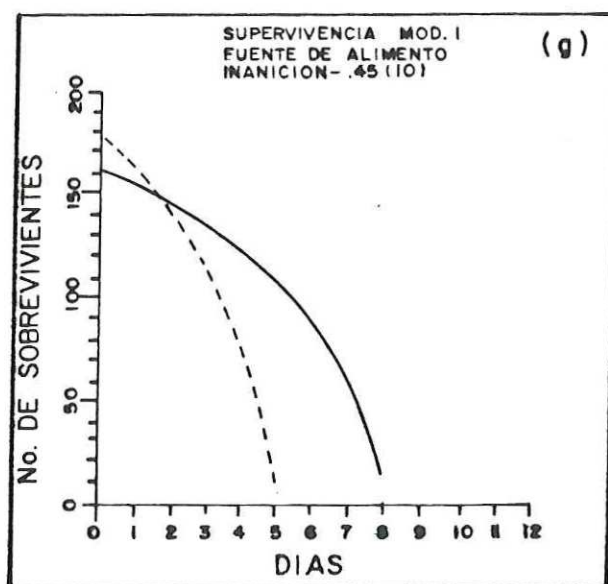
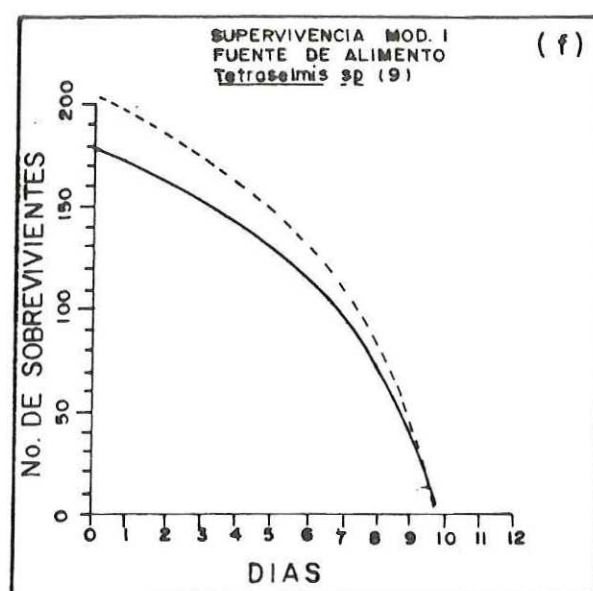
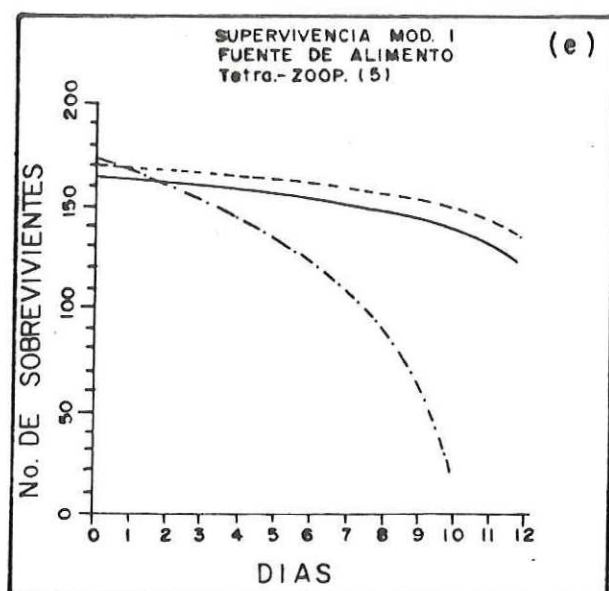


Figura 7.- Curvas generadas por el modelo $N't - N_f = A + B \ln(E - t + 1)$, ajustando los datos de supervivencia de larvas de *Engraulis mordax* mantenidas en diferentes combinaciones de alimentación y condiciones de inanición, (----, -.-.-.-) réplicas.



(Continuación Figura 7)

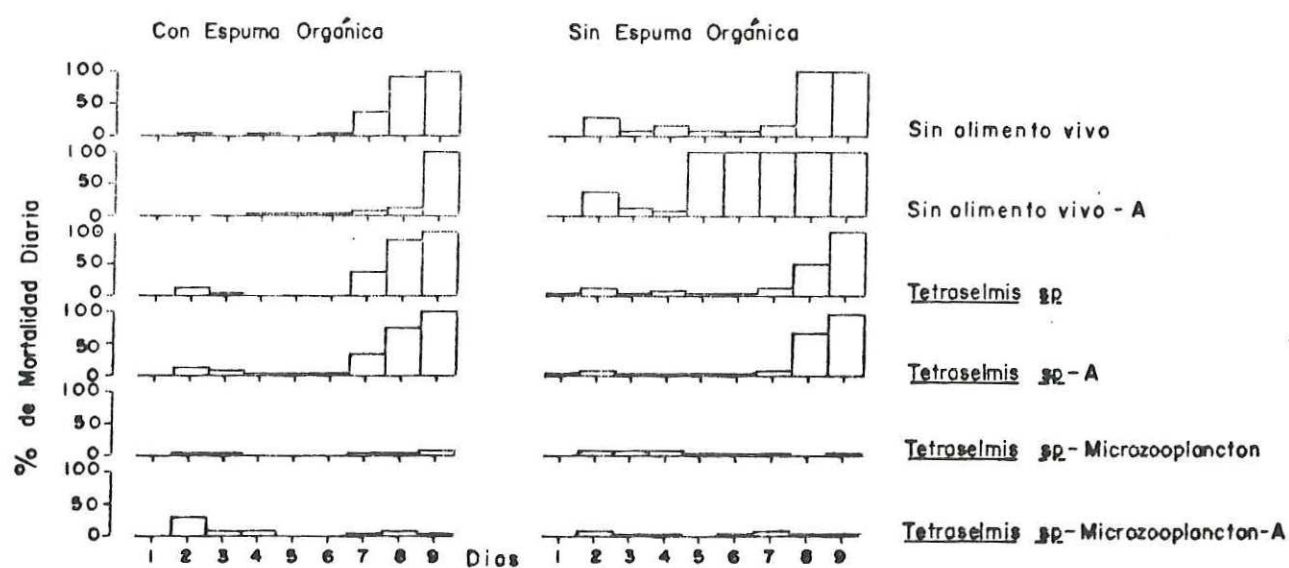


Figura 8.- Porcentaje diario de mortalidad de larvas de *Engraulis mordax* mantenidas en diferentes fuentes de alimentación con y sin espuma orgánica y condiciones de inanición. A indica réplica.

el cual se colapsa al quinto día. El porcentaje de muertes diarias es menor en el tratamiento con espuma orgánica (1) como única fuente de alimento que en los que representan condiciones de inanición (10). Es inclusive comparable al observado en los tratamientos con Tetraselmis sp. (9) y espuma orgánica - Tetraselmis sp. (2) como fuente de alimento.

Para complementar las observaciones gráficas se aplicó un análisis de variancia en tres vías a los datos del porcentaje diario de mortalidad. Se analizó cómo afecta a la mortalidad diaria la presencia o ausencia de espuma orgánica (Factor 1) en la fuente de alimento Tetraselmis sp. y la combinación Tetraselmis sp - microzooplancton (Factor 2) durante los primeros nueve días (Factor 3) después de la eclosión de las larvas de E. mordax, así como la interacción de estos factores considerados. En la Tabla XV se muestran los resultados de la prueba, observandose que los factores por si mismos afectan a la mortalidad diaria con una significancia al 5 %, así como también la interacción de la espuma orgánica con la fuente de alimento y la interacción de la fuente de alimento con el tiempo. Sin embargo no existe suficiente evidencia estadística del efecto de la interacción de la espuma orgánica con el tiempo, así como la interacción de los tres factores sobre el porcentaje diario de mortalidad de las larvas de E. mordax.

Tabla **XV** - Análisis de variancia en tres vías, efecto de espuma orgánica, fuente de alimentación y tiempo (días) así como su interacción en el porcentaje diario de mortalidad de larvas de Engraulis mordax.

FUENTE DE VAR.	G L	SUMA DE CUAD.	CUAD. MEDIOS	F
FACTOR 1	1	0.1450	0.1450	4.5003 *
FACTOR 2	2	1.5329	0.7664	23.7880 *
FACTOR 3	8	5.1376	0.6422	19.9322 *
INTERACCION 1 VS 2	2	0.4926	0.2463	7.6444 *
INTERACCION 1 VS 3	8	0.1045	0.0131	0.4053
INTERACCION 2 VS 3	16	2.6936	0.1683	5.2251 *
INTERACCION 1VS2VS3	16	0.4081	0.0255	0.7917
ERROR	54	1.7398	0.0322	
TOTAL	107			

* Significativa al 5 %

IV. DISCUSION

Uno de los postulados más ampliamente aceptados sobre la ecología alimenticia de larvas de peces marinos asume que estas requieren de concentraciones mínimas de alimento adecuado para sobrevivir (O'Connell y Raymond, 1970; Waytt, 1972; Saksena y Houde, 1972; Laurence, 1974; Houde, 1975, 1977, 1978; Vlymen, 1977; Houde y Schekter, 1981; Werner y Blaxter, 1981) y viven por ende en un medio ambiente caracterizado por condiciones teóricas de inanición (Beers y Stewart, 1967, 1971; Arthur, 1976, 1977). De acuerdo con este postulado su estrategia de supervivencia está basada en la utilización de alimento que se encontraría concentrado en parches de zooplancton (Lasker, 1975, 1981; Vlymen, 1977; Lasker y Zweifel, 1978; Owen, 1981).

De acuerdo con Rodríguez-Murillo (1983) esta alternativa de supervivencia larval ha sido considerada viable porque "resuelve la aparente contradicción de supervivencia, en un medio ambiente que en teoría debería estar caracterizado por mortalidad por inanición". Sin embargo, resulta limitante en su alcance porque en primer lugar, "desde un punto de vista de selección adaptativa sería paradójico el desarrollo de una estrategia alimenticia que favoreciera un mecanismo basado en

un recurso aparentemente limitado e inestable". En segundo lugar, "reduce la posibilidad de explotación de un habitat extenso y con un amplio rango de potencial alimenticio" (Rodríguez-Murillo, 1983).

La utilización de varias fuentes de alimento por larvas de peces marinos ha sido estudiado desde hace más de setenta años. De acuerdo con los resultados obtenidos, éstas no tienen un amplio rango de utilización de diferentes tipos de alimento. Por ejemplo, aparentemente no se alimentan de diatomeas o microflagelados (Lasker, 1975, 1978; Scura y Jerde, 1977) y unicamente consumen presas cuyo tamaño mínimo debe ser mayor a 40 micras, por razones metabólicas (Lasker et al., 1970; Lasker, 1975; Scura y Jerde, 1977; Hunter, 1977, 1981). Así, su dieta está aparentemente reducida a ingerir nauplios-microcopecpos (Hunter, 1981) y dinoflagelados (Lasker et al., 1970).

Sin embargo, los estudios desarrollados en el Laboratorio de Ecología del Zooplancton del CICESE (Carrillo Barrios-Gómez y Solís-Guevara, 1981, 1982; Rodríguez-Murillo, 1983), así como los resultados obtenidos por Moffatt (1981), indican que contrario a los postulados aceptados, las larvas de peces marinos pueden utilizar otras fuentes de alimento y además, sin la limitante de tamaño mínimo establecido en la literatura.

Estos resultados, así como la presencia de abundante material orgánico disuelto y particulado, concentrado particularmente en el habitat ocupado por larvas de peces, sugieren la importancia de estos compuestos como fuente potencial de alimento.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren que la espuma orgánica es utilizada como fuente de alimento por larvas de *E. mordax* principalmente durante los primeros seis días después de la eclosión. A partir del séptimo día es el microzooplancton el que adquiere un papel significativo en el desarrollo larval.

Por ejemplo, en lo que concierne a crecimiento, es evidente un incremento en la tasa diaria a partir de condiciones de inanición. Así, la tasa de crecimiento alcanzada por larvas de *E. mordax* alimentadas con espuma orgánica o con *Tetraselmis* sp. fué significativamente mayor a la obtenida bajo condiciones de inanición. A su vez, la tasa diaria de crecimiento con espuma orgánica fué significativamente mayor a la encontrada con *Tetraselmis* sp. como fuente de alimento. Para todos los casos la mayor tasa diaria de crecimiento fué alcanzada por larvas de *E. mordax* mantenidas con una combinación de espuma orgánica - *Tetraselmis* sp. - microzooplancton. Las tasas de crecimiento diario obtenidas en presencia de espuma orgánica y/o *Tetraselmis* sp.

son similares a las encontradas por otros autores para larvas de esta especie mantenidas bajo condiciones óptimas de alimentación (Lasker et al., 1970; O'Connell y Raymond, 1970).

El análisis de la información sugiere además que el efecto de la espuma orgánica está confinado a los primeros seis días después de la eclosión. Se observa también que en todos los tratamientos en que se incluye espuma orgánica como fuente de alimento, sola o combinada, no se presenta un colapso en la población posterior a la absorción del saco vitelino. Bajo estas condiciones no se presenta un "Período Crítico" en el contexto definido por Marr (1956). Otros autores han encontrado resultados similares para larvas de *E. mordax* mantenidas bajo condiciones óptimas de alimentación (Lasker et al., 1970; O'Connell y Raymond, 1970).

Parece obvio el efecto de la espuma orgánica: fomenta el crecimiento de las larvas de *E. mordax* directa e indirectamente, ya que de acuerdo con lo observado parece ser utilizada por las mismas larvas, así como por los nanoflagelados y el microzooplancton. La utilización de ésta como fuente directa o indirecta de alimento por larvas de *E. mordax* constituye probablemente el primer registro para peces marinos. Esto coincide con las ideas presentadas por Morris (1955) para teleosteos y con los resultados obtenidos por

Baylor y Sutcliffe (1963) para Artemia alimentada con partículas orgánicas.

Los resultados también señalan la importancia de la espuma orgánica en la supervivencia de larvas de E. mordax. Por ejemplo, es notoria la reducción de la mortalidad a partir de condiciones de inanición, en la medida en que se incluye espuma orgánica como fuente de alimento. La mayor supervivencia es observada en el tratamiento en que se incluye una combinación de espuma orgánica - Tetraselmis sp. - microzooplancton. Estos resultados son también comparables a los obtenidos por Lasker et al., (1970) y O'Connell y Raymond, (1970) para larvas de E. mordax mantenidas bajo condiciones óptimas de alimentación.

Los resultados obtenidos enfatizan una vez más la importancia del microzooplancton como fuente de alimento, particularmente a partir del séptimo día después de la eclosión. Por ejemplo, en los tratamientos que incluyen microzooplancton, la mortalidad se mantiene reducida y uniforme hasta el final del experimento, al doceavo día después de la eclosión, mientras que en aquellos tratamientos en los que se excluyó al microzooplancton la mortalidad fué elevada a partir del séptimo día después de la eclosión. Estos resultados sugieren la importancia de la espuma orgánica y Tetraselmis sp. como fuente de alimento durante los primeros seis días después

de la eclosión y del microzooplancton a partir del séptimo día. Esta información concuerda con los resultados obtenidos por O'Connell y Raymond (1970) y Rodríguez-Murillo (1983) con larvas de *E. mordax*. En general, las curvas de supervivencia corregida en este trabajo presentan un comportamiento muy similar a las obtenidas por otros autores (Lasker et al., 1970; O'Connell y Raymond, 1970; Carrillo Barrios-Gómez y Solís-Guevara, 1981; Rodríguez-Murillo, 1983) para larvas de *E. mordax* mantenidas bajo un amplio rango de condiciones de alimentación. Esto, aún tomando en cuenta la mayor sensibilidad del método desarrollado en este trabajo.

La información generada a lo largo de este trabajo sugiere la importancia de espuma orgánica y de nanoflagelados como fuentes de alimento de larvas de peces marinos. Por una parte, la utilización de nanoflagelados confirma resultados similares obtenidos por Carrillo Barrios-Gómez y Solís-Guevara (1981, 1982), Moffatt (1981) y Rodríguez-Murillo (1983) y enfatiza la importancia ecológica de estos organismos. Por otro lado, la utilización de espuma orgánica no solo amplía el rango de tamaño de partículas alimenticias que pueden ser ingeridas por larvas de peces marinos, sino que además enfatiza la importancia energética de partículas menores de 40 micras y demuestra objetivamente por primera vez el potencial alimenticio disponible en el océano para larvas de peces, en forma de material orgánico particulado.

Los datos analizados apoyan las ideas presentadas por Houde y Schekter (1981) y por Rodríguez-Murillo (1983) que sugieren la existencia de otras alternativas que pueden ser utilizadas por larvas de peces marinos para evitar la inanición potencial a que se encuentran expuestas en un medio ambiente caracterizado por condiciones teóricas de inanición.

Estos datos le restan además importancia adjudicada a parches de alimento como estrategia alimenticia de supervivencia. Al igual que lo discutido por Houde (1978) y por Rodríguez-Murillo (1983), no se descarta la importancia ecológica de estas agregaciones como eventos aleatorios que al coincidir con poblaciones de larvas de peces incrementarían su posibilidad de supervivencia y posterior reclutamiento. Es posible especular que el vigor de una clase anual este intimamente relacionada con la coincidencia entre poblaciones de larvas de peces y parches de microzooplancton (Carrillo Barrios-Gómez, comunicación personal).

V. CONCLUSIONES

1. Las larvas de E. mordax pueden utilizar material orgánico particulado como fuente de alimento. El efecto de éste es significativo en el crecimiento y supervivencia de esta especie durante los primeros seis días después de la eclosión. Estos resultados pueden ser considerados como la primera validación objetiva de la hipótesis planteada por Putter (1909) y extendida por Morris (1955) para larvas de peces marinos.
2. Las larvas de E. mordax pueden utilizar nanoflagelados (Tetrasetmis sp) como fuente de alimento. Su efecto, aunque significativamente menor que el de material orgánico particulado, también es evidente hasta el sexto día después de la eclosión.
3. La presencia de microzooplankton es determinante en el crecimiento y supervivencia de larvas de E. mordax a partir del séptimo día después de la eclosión.
4. Contrario a lo reportado en la literatura, las larvas de E. mordax pueden utilizar material orgánico inerte como fuente de alimento.
5. La presencia de material orgánico particulado como fuente

de alimento elimina, aparentemente, el "Período Crítico" en larvas de E. mordax.

6. La presencia de material orgánico particulado como fuente adicional de alimento extiende significativamente la supervivencia en larvas de E. mordax.

7. Los resultados obtenidos, aunados a varios estudios realizados en los últimos cuatro años sugieren la existencia de un mayor rango de utilización de tipos y tamaños de partículas de alimento que las reportadas en la literatura para larvas de peces marinos.

8. Los resultados obtenidos cuestionan la importancia del postulado de la utilización de parches de microzooplancton por larvas de peces marinos, como estrategia de supervivencia.

LITERATURA CITADA

- Ahlstrom, E. H. 1956. Eggs and larvae of anchovy, jack mackerel and pacific mackerel. CalCoFI. 33-42.
- Ahlstrom, E. H. 1967. Co-occurrences of sardine and anchovy larvae in the California Current region off California and Baja California. CalCoFI. Rep. 11:117-135.
- Alldredge, L. A. 1972. Abandoned larvacean houses: A unique food source in the pelagic environment. Science. 177: 885-887.
- Alldredge, L. A. 1976. Discarded appendicularian houses as sources of food, surface habitats, and particulate organic matter in planctonic environment. Limnol. Oceanogr. 21(1):14-23.
- Arthur, D. K. 1976. Food and feeding of larvae of three fishes occurring in the California Current, Sardinops sagaz, Engraulis mordax, and Trachurus symmetricus. Fish. Bull. U.S. 74(3):517-530.
- Arthur, D. K. 1977. Distribution, size, and abundance of microcopepods in the California Current system and their

possible influence on survival of marine teleost larvae.
Fish. Bull. U.S. 75(3):601-611.

Batoosingii, E., A. G. Riley y B. Kesuwar. 1969. An
analysis of experimental methods for producing particulate
organic matter in seawater by bubbling. Deep-Sea Res.
16:213-219.

Baylor, E. R. y H. W. Sutcliffe, Jr. 1963. Dissolved
organic matter in seawater as a source of particulate
food. Limnol. Oceanogr. 8(4):369-372.

Baylor, E. R., H. W. Sutcliffe y S. D. Hirschfeld. 1962.
Adsorption of phosphate onto bubbles. Deep-Sea Res.
9:120-124.

Beers, J. R. y G. L. Stewart. 1967. Microzooplankton in
the euphotic zone at five locations in the California
Current. J. Fish. Res. Bd. Canada. 24:2053-2068.

Beers, J. R. y G. L. Stewart. 1971. Microzooplankton in
the communities of the upper waters of the eastern
tropical Pacific. Deep-Sea Res. 18:861-883.

Beers, J. R., F. M. H. Reid y G. L. Stewart. 1975.
Microplankton of the North Pacific Central gyre.

Population structure and abundance. June 1973. Int. Revue Ges. Hydrobiol. 60(5):607-638.

Beers, J. R., F. M. H. Reid y G. L. Stewart. 1980. Microplankton population structure in Southern California nearshore waters in later spring. Mar. Biol. 60:209-226.

Beers, J. R., F. M. H. Reid y G. L. Stewart. 1982. Seasonal abundance of the microplankton population in the North Pacific Central gyre. Deep-Sea Res. 29(2A):227-245.

Blaxter, J. H. S. 1962. Rearing beyond the yolk-sac stage. Mar. Res. Scotland. 1:1-18.

Blaxter, J. H. S. 1968. Rearing herring larvae to metamorphosis and beyond. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 48:17-28.

Carrillo Barrios-Gómez, E., C. B. Miller y P. H. Wiebe. 1974. Failure of interbreeding between Atlantic and Pacific populations of the marine calanoid copepod Acartia clausi Giesbretch. Limnol. Oceanogr. 19(3):452-458.

Carrillo Barrios-Gómez, E. y J. C. Solís-Guevara. 1981.

Tetraselmis sp. como fuente de alimento para los estadios larvales de la Anchoveta Engraulis mordax Girard. Manuscrito sin publicar. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada., Ensenada, B.C., Mexico.

Carrillo Barrios-Gómez, E. y J. C. Solís-Guevara. 1982. Efecto de concentraciones de fitoplancton en inanición irreversible en los estadios larvales de la anchoveta Engraulis mordax (Girard). Manuscrito sin publicar. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada., Ensenada, B.C., Mexico.

Chagoya, A. 1985. Biblioteca de programas interactivos ESIMSL. Reporte Técnico sin publicar. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada., Ensenada, B. C., Mexico.

Daniel, W. W. 1977. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa. Mexico. 485 pp.

Darnell, M. R. 1967. Organic detritus in relation to estuarine ecosystem, p. 376-382. En: Estuaries (G. H. Lauff, ed.). AAAS, Washington, D. C.

- Edwing, G. 1950. Slicks, surface films and internal waves. J. Mar. Res. 9(3):161-187.
- Fox, D. L., J. D. Isaacs, y E. F. Corcaran. 1952. Marine lepto pel, its recovery, measurement and distribution. J. Mar. Res. 11:29-46.
- Fox, D. L., C. H. Oppenheimer y J. S. Kittredge. 1953. Microfiltration in oceanographic research. II. Retention of collodial micelles by adsorptive filters and by filter-feeding invertebrates; proportions of dispersed inorganic matter and to organic solutes. J. Mar. Res. 12:233-243.
- Grover, S. C. 1967. Dissolved organic material as a nutritional source for marine and estuarine invertebrates, p. 367-373 En: Estuaries (G. H. Lauff... ed.). AAAS., Washington, D. C.
- Grover, S. C. 1968. Dissolved organic matter as a potential source of nutrition for marine organisms. Am. Zool. 8:95-106.
- Guillard, R. K. L. 1972. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. p.24-60. En: Culture of Marine Invertebrates Animals. (Smith W. L. y N. H.

Chanley, eds.). Plenum Press., New York. 338 pp.

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

Houde, E. D. 1972. Development and early life history of the northern sennet, Sphyraena borealis DeKay (Pisces:Sphyraenidae) reared in the laboratory. Fish. Bull. U.S. 70(1):185-195.

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 (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 scale Archirus lineatus. Mar. Biol. 43:333-341.

- Houde, E. D. 1978. Critical food concentration for larval of three species of subtropical marine fishes. Bull. Mar. Sc. 28(3):395-411.
- Houde, E. D. y R. C. Schekter. 1981. Growth rates, rations and cohort consumption of marine fish larvae in relation to prey concentrations. Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 178:441-453.
- Hunter, J. R. 1977. Behavior and survival of northern anchovy Engraulis mordax larvae. CalCOFI rept.:19:138-146.
- Hunter, J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. p. 33-77. En: Marine Fish Larvae (R. Lasker ed.). Washington Sea Grant Program Univ. Wash. Press., Seattle, Wash. 131 pp.
- Kikono, M. y R. Hirano. 1981. Effects of light on feeding and growth of black porgy, Myllo macrocephalus (Basilewsky), postlarvae and juveniles. Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 178:334-336.
- Krogh, A. 1931. Dissolved substances as food of aquatic organisms. Biol. Rev. 6:412-442.

- Lasker, R. 1964. An experimental study of the effect of temperature on the incubation time, development, and growth of pacific sardine embryos and larvae. *Copeia*. 2:399-405.
- 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. Factors contributing to variable recruitment of the Northern Anchovy Engraulis mordax in the California Current: Contrasting years, 1975 through 1978. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer* 178:375-388.
- Lasker, R., H. M. Feder, G. H. Theilacker y R. C. May. 1970. Feeding, growth and survival of Engraulis mordax reared in the laboratory. *Mar. Biol.* 5:345-353.
- Lasker, R. y P. E. Smith. 1977. Estimation of the effects

of environmental variations on the eggs and larvae of the northern anchovy. CalCoFI, Rep. 19:128-137.

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 Vol. 3 (J. H. Steele, ed.). Plenum Press., New York.

Laurence, G. C. 1974. Growth and survival of haddock Malanogrammus aeglefinus larvae in relation to planktonic prey concentration. J. Fish. Res. Bd. Can. 31(8):1415-1419.

Leong, R. 1971. Induced spawning of the northern anchovy. Fish. Bull. U.S. 69(2):357-360.

LLuch-Belda, D. 1977. The mexican view of the basic research needs for the management of the anchovy fisheries. CalCoFI, Rep. 19:28-32.

MacGinitie, G. E. 1945. The size of the mesh opening in mucous feeding nets of marine animals. Biol. Bull. 88(2):107-111.

- Marr, J. C. 1956. The critical period in the early life history of marine fishes. J. Cons. Int. Explor. Mer. 21:160-170.
- Maynard, G. N. 1968. Aquatic foams as an ecological habitat. Zeitschrift fur allg. Mikrobiol. 8(2):119-126.
- Menzel, D. W. 1966. Bubbling of sea water and production of organic particles: a re-evaluation. Deep-Sea Res. 13:963-966.
- Miyake, Y. 1951. The possibility and the allowable limits of formation of air bubbles in the sea. Pap. Met. Geophys. 2:92-101.
- 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. 178:475-482.
- Montgomery, D. C. 1976. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons, Inc., New York. 418 pp.
- Morris, W. R. 1955. Some considerations regarding the nutrition of marine fish larvae. J. Cons. Int. Explor. Mer. 20:255-265.

- Murphy, G. T. 1974. Report of the fourth session of the panel of experts on stock assessment on Peruvian anchoveta. Bol. Inst. Mar. Peru (Callao). 2:605-719.
- Nie, N. H., C. H. Hull, J. G. Jenkins, K. Steinbrenner y D. H. Bent. 1970. Statistical package for the social sciences. McGraw-Hill Book Company, New York. 675 pp.
- O'Connell, C. P. y L. P. Raymond. 1970. The effect of food density on survival and growth of early post yolk-sac larvae of the northern anchovy Engraulis mordax (Girard) in the laboratory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 5:187-197.
- Owen, R. W. 1981. Microscale plankton patchiness in the larval anchovy environment. Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 178:364-368.
- Putter, A. 1909. Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Gustav Fischer, Jena, 168 S.
- Ramsey, L. W. 1962. Bubble growth from dissolved oxygen near the sea surface. Limnol. Oceanogr. 7:1-7.
- Riley, A. G. 1963. Organic aggregates in seawater and the dynamics of their formation and utilization. Limnol.

Oceanogr. 8(4):372-381.

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 Maestria. Centro de Investigacion Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada. Ensenada, B.C., Mexico.

Saksena, V. P. y E. D. Houde. 1972. Effect of food on the growth and survival of laboratory reared larvae of Bay Anchovy Anchoa mitchilli and scaled sardine Harengula pensacolae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 8:249-258.

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

Smith, P. E. y R. Lasker. 1978. Position of larval fish in an ecosystem. Rapp. P. V. Reun. Const. Int. Explor. Mer. 173:77-84.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1969. Biometry. W. H. Freeman and Company, San Francisco. 859 pp.

- Sutcliffe, W. H., E. R. Baylor y D. W. Menzel. 1963. Sea surface chemistry and langmuir circulation. Deep-Sea Res. 10:233-243.
- Ukeles, R. 1965. A simple method for the mass culture of marine algae. Limnol. Oceanogr. 10:492-495.
- Vlymen, W. J. 1977. A mathematical model of the relationship between larval anchovy *E. mordax* growth prey microdistribution and larval behavior. Env. Biol. Fish. 2(3):211-233.
- Vrooman, A. M. y P. E. Smith. 1972. Biomass of the subpopulations of northern anchovy *Engraulis mordax*. CalCoFI, Rept. 15:49-51.
- Werner, R. G. y J. H. S. Blaxter. 1981. The effects 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.
- Wyatt, T. 1972. Some effects of food density on the growth and behavior of plaice larvae. Mar. Biol. 14:210-216.
- ZoBell, C. E. 1946. Marine microbiology. Chronica botanica Co., Watham, Mass. 240 pp.