

## Aspectos nutricionales del molusco gasterópodo *Strombus gigas*

DALILA ALDANA ARANDA, VICTORIA PATIÑO SUÁREZ,  
EDUARDO GARCÍA SANTAELLA y THIERRY BRULÉ  
CINVESTAV IPN, Unidad Mérida  
Laboratorio de Biología Marina  
A.P. 73 C.P. 97310 Mérida Yucatán México

Este trabajo es una síntesis de estudios nutricionales de larvas de *Strombus gigas* y *S. costatus* realizados entre 1992 y 1995 por el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV IPN Unidad Mérida, México.

Se presenta un resumen de metodologías desarrolladas para el estudio directo e indirecto de la nutrición de larvas y de sus respectivos resultados. El valor nutritivo de diferentes microalgas fue estudiado en términos de crecimiento, desarrollo, sobrevivencia y de tasas de ingestión y digestión.

Las células microalgales utilizadas han sido *Tetraselmis chuii*, *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis aff. galbana*, *Chlamydomonas coccooides*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella sp.*, *Thalassiosira fluviatilis*, y *Chaetoceros sp.* La temperatura es un factor determinante en este tipo de estudios, habiéndose realizado experimentos entre 20 y 29°C. La concentración algal utilizada ha sido entre 120 y 11,000 células por mililitro y la densidad larval de 60 a 500 larvas por litro.

Palabras claves: nutrición, larva, metodologías, *Strombus*

### INTRODUCCIÓN

La alimentación de larvas de moluscos, en particular la de bivalvos ha sido ampliamente estudiada como consecuencia del desarrollo de producción de semillas en granjas. Los primeros estudios sobre nutrición de bivalvos son los de Yonge (1926). Más tarde están los estudios de Loosanoff y Davis (1963) en Estados Unidos y Walne (1966) en Gran Bretaña. Sus trabajos son metodologías precisas para el cultivo de estos organismos. En los años 80's se puede citar la síntesis de Bayne (1983) y de Gabbott (1983) con una sólida base metodológica y fisiológica, y como uno de los estudios más recientes el de Lucas (1990). Así, la alimentación de larvas de bivalvos es un tema relativamente bien estudiado, pero el conocimiento que se tiene sobre la nutrición de larvas de gasterópodos es menor. Las especies estudiadas han sido de dos géneros *Haliotis sp.* y en menor grado *Strombus sp.*

El objetivo del presente trabajo es establecer un balance de métodos para estudiar la alimentación de larvas de los moluscos gasterópodos *S. gigas* y *S. costatus*, dando resultados para cada uno de ellos. Esta información contribuirá a mejorar el rendimiento de los cultivos larvarios, con base en el diseño de una dieta que cubra los requerimientos nutricionales de la larva. Los resultados

presentados en este trabajo han sido generados por 2 tipos de métodos: Indirectos, utilizando como referencia el crecimiento larvario y Directos a través del uso de epifluorescencia, tomando como referencia las cinéticas de ingestión y digestión.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo es una síntesis de metodologías desarrolladas por el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV-IPN para el estudio de la alimentación de los gasterópodos *S. gigas* y *S. costatus* de 1992 a 1995, con métodos indirectos y directos.

### 1. Estudios indirectos de la alimentación

Los estudios indirectos son métodos para evaluar la dinámica de la alimentación sin conocer la ingestión y digestión de los alimentos. Estos estudios pueden ser realizados tomando en cuenta la concentración alimenticia del medio donde viven las larvas. Por otro lado, pueden medirse las consecuencias de la alimentación sobre su metabolismo en general, y su velocidad de desarrollo.

Para los estudios indirectos de alimentación larvaria se tienen dos métodos: concentración alimentaria del medio y crecimiento-desarrollo.

#### 1.1 Concentración alimentaria del medio

El método de alimentación "clearance rate" ha sido usado para micrófagos y filtradores a fin de conocer indirectamente la cantidad de algas consumidas. Esta cantidad de algas consumidas por larva por unidad de tiempo y por unidad de volumen está dado por la fórmula:

$$\frac{C_0 - C_t}{N V}$$

en dónde  $C_0$  es la concentración de origen,  $C_t$  la concentración al tiempo  $t$ ,  $N$  el número de larvas y  $V$  el volumen del medio de cultivo. Los inconvenientes de este método son tres:

El primero está relacionado con el hecho de que a medida que las larvas se alimentan, la concentración del medio en algas disminuye, por lo que es necesario un sistema que mantenga la concentración constante, lo cual se logra con adultos, pero no para larvas. Por otra parte, las algas se multiplican, lo que altera la cantidad suministrada y la consumida. Y por último, que las algas no consumidas se aglutinan, lo que impide su conteo exacto.

#### 1.2 Crecimiento y desarrollo

##### 1.2.1 Problemática

El crecimiento se define como un aumento de la talla, de la masa o del volumen de un cuerpo. El crecimiento va a diferenciarse del desarrollo en la medida que éste representa un grado de organización del sistema (Bertalanffy,

1938). Para moluscos bivalvos y gasterópodos, tanto larvas como adultos, el crecimiento es generalmente evaluado sólo por la longitud de la concha. Sin embargo, el metabolismo de los moluscos se traduce en dos direcciones: incremento de tejidos y crecimiento de la concha, fenómenos que pueden realizarse a ritmos diferentes (Arnaud y Raimbault, 1963).

La longitud de la concha presenta la ventaja de ser fácilmente medida. Numerosos autores han estudiado el crecimiento de esta manera, lo que permite comparar los resultados obtenidos con los datos de otras publicaciones. La longitud de la concha permite obtener una medida precisa sobre la talla y predecir el momento de la metamorfosis. Sin embargo, el solo crecimiento de la longitud de la concha, que es el resultado de una secreción particular, no informa sobre el metabolismo de la larva y por este hecho explica mal los efectos de diferentes regímenes alimenticios sobre el crecimiento. Así, para tener una mejor apreciación del metabolismo general del organismo, es necesario tener usar el crecimiento ponderal, a pesar de su dificultad de medida en larvas por ser una biomasa del orden de nanogramos. Una limitación de este método es que no se puede realizar un análisis individual, dado que las medidas se establecen sobre una población de larvas.

### 1.2.2 Método de la longitud de la concha

Para las larvas de bivalvos la longitud utilizada corresponde a la distancia antero-posterior, pero para larvas de gasterópodos la longitud medida debe ser la de la columbela (Pillsbury, 1985). Las larvas de *S. gigas* de una edad de 1 a 10 días se orientan naturalmente de manera antero-posterior debido a la pequeña espira de la concha. Así, para medir la longitud de la concha en larvas menores a 10 días, se requiere orientar ésta en su eje ventro-dorsal. García Santaella (1992), demuestra que el diámetro de la espira es una medida alterna para larvas de *S. gigas*, la cual puede ser utilizada desde el momento de la eclosión.

## 2. Estudios Directos de la alimentación

Para los estudios directos de la alimentación se observa el proceso de ingestión y de digestión del alimento. Para larvas de moluscos dos métodos son posibles: el marcado isotópico de los alimentos o los estudios de epifluorescencia del contenido estomacal para larvas alimentadas con algas monocelulares.

### 2.1 El marcado isotópico

Por medio del marcado isotópico de algas se puede seguir su utilización en las larvas. Así Pechenick y Fishery (1979) y Saltin (1994) utilizaron este método para larvas de *Nasarius obsoletus* y *Pecten maximus*, respectivamente para evaluar las pérdidas de materia disuelta o particulada desde la primera hora de alimentación. Walne (1965) mostró por este método, que larvas de *Ostrea edulis* de 170 µm ingieren 6,000 células algales/larva/día. Ukeles y Sweeney

(1969) encontraron que las larvas de *C. virginica* de 75  $\mu\text{m}$  ingieren 134 células algales/larva/día. Estos resultados tan distintos son difíciles de comparar dada la diferencia de talla de las larvas.

## 2.2 Epifluorescencia

El alimento de larvas de moluscos está constituido en gran parte por algas unicelulares, donde éstas pueden representar de 90% a 95% del alimento. En consecuencia, resulta lógico analizar el seguimiento de esas algas a lo largo de la ingestión y digestión. Las algas contienen cloroplastos cargados de clorofila y esta substancia emite una fluorescencia roja natural cuando es excitada por radiaciones U.V. o azul. Cuando la clorofila es degradada, ella emite radiaciones en color naranja o amarillo y cuando ha sido destruida no se presenta ninguna fluorescencia visible. Esta propiedad es utilizada, cuando se trabaja con larvas al microscopio a epifluorescencia.

### 2.2.1 Microscopía a epifluorescencia

La fuente luminosa está constituida de una lámpara de mercurio. Un filtro excitador que selecciona las radiaciones que son enviadas a la superficie del objeto observado. La radiación azul es la que excita a la clorofila de los cloroplastos, los cuáles a su vez emiten una radiación roja del orden de 700 nm.

### 2.2.2 Preparación de larvas

Por el hecho de que las larvas de moluscos son micrófagos, para todas las experiencias con excepción de la primera toma de alimento, es necesario proceder de la manera siguiente:

- a) Colectar las larvas en un período de ayuno.
- b) Para el período de ayuno la larva es colocada en un recipiente con agua de mar filtrada a  $2\mu\text{m}$  sin algas, el tiempo necesario para que éstas terminen la digestión del alimento ingerido anteriormente, hecho que es verificado al microscopio a epifluorescencia.
- c) Las larvas son transferidas a un recipiente conteniendo algas, esto generalmente durante un tiempo breve (tiempo de ingestión).
- d) Las larvas son transferidas nuevamente en un recipiente con agua de mar sin algas, para ver la evolución del bolo alimenticio (tiempo de digestión). Para cada muestreo, 100 larvas son colectadas y observadas individualmente.

### 2.2.3 Modalidades de observación

Otra ventaja de este método directo para evaluar el crecimiento, es el hecho de que las observaciones pueden hacerse sobre larvas vivas o material fijado en formol salado. La duración de la conservación de la fluorescencia depende del fijador y la temperatura. En general, a una temperatura de  $6^{\circ}\text{C}$  en formol salado, la fluorescencia se conserva por espacio de unos cinco días. Los

estudios de epifluorescencia nos permiten obtener resultados tanto cualitativos, como cuantitativos.

## 2.2.4 Estudio cualitativo de la ingestión y de la digestión

### 2.2.4.1 Detección de la primera toma de alimento

Las larvas que acaban de eclosionar son colocadas con alimento durante toda la duración de la experiencia, que por lo general es de varias horas. Para un lote determinado, la edad larvaria de la primera toma de alimento es aquella dónde al menos el 50% de la población de larvas haya ingerido alimento. Esta ingestión se traduce por la fluorescencia roja de las algas en el interior del estómago de las larvas.

### 2.2.4.2 Medida de la velocidad de digestión

Para comprender el fenómeno de digestión una escala cromática de cuatro estadios ha sido establecida; la relación entre los colores de la fluorescencia y la digestión progresiva de las células algales ha sido demostrado al microscopio electrónico de transmisión. El estado 1 indica ingestión con fluorescencia roja intensa, el 2 y 3 diferente grado de digestión (con fluorescencia rosa a amarillo) y el 4, sin fluorescencia alguna, el cual tiene dos significados: larvas que no comieron o larvas que terminaron su digestión.

### 2.2.4.3 Indices de Ingestión y Digestión

Para comparar el comportamiento de la alimentación en las larvas, dos índices han sido establecidos, unos varían en función del tiempo (Índices temporales), y los otros se aplican al conjunto del experimento (Índices absolutos).

#### 2.2.4.3.1 Índice Temporal de Ingestión

El índice de ingestión definido por Salaün (1987) se expresa de la manera siguiente:

$$n_1 / n_0 \times 100$$

De dónde:

$n_1$  = número de larvas que se encuentran en estado 1

$n_0$  = número total de larvas observadas

#### 2.2.4.3.2 Índice Temporal de Digestión

El índice de digestión definido por Aldana Aranda, *et al.* (1991) relaciona el número de larvas en proceso de digestión sobre el número de larvas observadas, quedando expresado por:

$$n_2 + n_3 / n_0 \times 100$$

De donde:

$n_2 + n_3 =$  número de larvas en los estados 2 y 3

$n_0 =$  número total de larvas observadas

#### 2.2.4.3.3 Índice de ayuno

Es un índice que informa sobre la proporción de la población que no se alimenta (Aldana Aranda, 1993), el cual se expresa como:

De donde:

$n_4 =$  número de larvas en estado 4

$n_0 =$  número total de larvas observadas

#### 2.2.4.3.4 Índice de alimentación

Es un índice que da información sobre el número de larvas que se ha alimentado. Aldana Aranda (1993) lo define como la suma de larvas alimentadas ( $n_1$ ) o en proceso inicial de digestión ( $n_2$ ) sobre el número total de larvas observadas ( $n_0$ )

De manera paralela a los índices temporales, existen otros índices definidos por Aldana Aranda (1993), los cuales son independientes del tiempo y que permiten caracterizar una experiencia en su conjunto y son denominados Índices absolutos (I.A.)

#### 2.2.4.3.5 Índice Absoluto de Ingestión (I.A.I.)

Para un lote de larvas alimentadas, se busca conocer aquéllas que no han ingerido alimento a un momento dado de la experiencia, las cuáles están evidentemente en estado 4, siendo necesario examinar el conjunto de valores. El número de larvas que no ha ingerido es igual a  $n_{4min}$ , es decir el mínimo de larvas observadas en estado 4. Conociendo aquellas que no han ingerido, se deduce el número de larvas que han ingerido, a partir de:  $n - n_{4min}$ .

De lo anterior, Aldana Aranda (1993) se define el índice absoluto de ingestión como:

#### 2.2.4.3.6 Índice Absoluto de Digestión (I.A.D.)

El número de larvas susceptible de digerir no puede ser superior a:  $n - n_{4min}$

Para el conjunto del experimento, se observa el número de larvas en estado  $n_1$  a la primera hora de observación y este se denomina  $n_1d$ . De donde el número de larvas que ha digerido queda definido por:

$n - (n_{4min} + n_1d)$

A partir de lo anterior, Aldana Aranda (1993) definió el índice absoluto de digestión por la ecuación siguiente:

Este índice resulta de gran utilidad para caracterizar la digestibilidad de diferentes especies de algas.

## RESULTADOS

### 1. Estudios indirectos de la alimentación

#### 1.1. Crecimiento en longitud de la concha

##### 1.1.1. Efecto del tipo de alimento

El crecimiento expresado por la longitud total de la columnela fue medido en larvas de *S. gigas* y *S. costatus* a partir del día de la eclosión. En todos los experimentos realizados, el crecimiento en longitud de la concha durante el período larvario ha sido siempre lineal. Las algas utilizadas han sido *Isochrysis aff galbana*, *Tetraselmis chunii* y mezcla de estas 2 microalgas.

Se ha observado que independientemente del régimen alimenticio, las larvas presentan sensiblemente el mismo crecimiento de la eclosión al 9o. día de cultivo. Posterior a esta fecha el crecimiento difiere según el tipo de alimento y la diferencia es significativa a 0.95, siendo las larvas alimentadas con la mezcla *I. aff. galbana* + *T. chunii* las que presentan el mejor crecimiento.

##### 1.1.2. Efecto de la concentración del alimento

El crecimiento de la concha para *S. costatus* resultó ser también lineal para larvas alimentadas con concentraciones de 1,000 a 6,000 células/larva/día. El mejor crecimiento fue observado para las concentraciones entre 4,000 y 6,000 células.

Por lo que respecta al crecimiento en función de la densidad larvaria, entre 100 y 500 larvas/litro, el mejor crecimiento se obtuvo a la densidad de 100 larvas/litro.

En relación a la temperatura y su efecto en el crecimiento de *S. costatus*, el mejor resultado se obtuvo a 28°C.

Para la especie *S. gigas*, los trabajos sobre su crecimiento fueron realizados utilizando *T. suecica* como alimento a raciones de 500 a 1,000, de 10,000 a 30,000 y de 2,000 a 40,000 células/larva/día. Los mejores resultados son obtenidos para la tercera ración. Sin embargo, si el crecimiento es analizado por etapas se observa que la proporción del crecimiento varía a lo largo de la vida. Así de la eclosión al 5o. día se obtuvo una tasa de crecimiento de 55 a 72  $\mu\text{m}/\text{día}$ , del 6o al 12avo. día la tasa de crecimiento disminuye considerablemente y nunca fue mayor a 10  $\mu\text{m}/\text{día}$ . A partir del 13o día, la tasa de crecimiento nuevamente aumenta a un valor promedio de 30 a 48  $\mu\text{m}/\text{día}$  en función de la ración. De estos estudios se estableció un modelo de crecimiento para esta especie, en primer lugar una fase de crecimiento lineal, seguida de un estancamiento que va del 5o al 12o día y finalmente una etapa de crecimiento lineal hasta el momento de la metamorfosis (García Santaella, Aldana Aranda, 1994).

## 2. Métodos directos de la alimentación

### 2.1 Medida de la velocidad de digestión

La velocidad de digestión va a variar en función de las condiciones fisico-químicas del cultivo, de la edad de la larva y del tipo y cantidad de microalgas utilizadas. Así, Aldana Aranda, *et al.* (1991) para larvas de 8 horas de edad alimentadas con *Tetraselmis chuii* e *Isochrysis aff. galbana*, observan que la velocidad de digestión es más rápida para *T. chuii* que para *Isochrysis aff. galbana*.

Por otra parte, Aldana Aranda, *et al.* (1994) observan el proceso de digestión en larvas de 18 días de edad de *S. gigas*, alimentadas con *I. aff. galbana*, *T. chuii*, *T. suecica*, *Dunaliella tertiolecta*, *Thalassiosira fluviatilis*, *Chlamydomonas coccooides*, *Chaetoceros sp.* y *Chlorella sp.* Estos autores señalan que *Chaetoceros sp.* y *Chlorella sp.* son fácilmente digeridas, alcanzando 100% de digestión en 8 horas. Otras microalgas tienen una digestión media para estas larvas, como es el caso de *T. chuii*, *T. suecica*, *C. coccooides* e *Isochrysis aff. galbana*. Finalmente, *D. tertiolecta* y *T. fluviatilis*, necesitan más de 24 horas para obtener 100% de la digestión.

Aldana Aranda y Patiño Suárez (en prensa 1) determinaron las cinéticas de ingestión y digestión de 7 microalgas para larvas de *S. gigas* de 1 día de edad, estableciendo una clasificación de la ingestibilidad (Tabla 1) y digestibilidad (Tabla 2) de estas células algales.

**Tabla 1.** Células algales clasificadas en función de su ingestión, por larvas de *S. gigas* de 1 día de edad.

Ingestión	Alga
Buena	<i>I. aff. galbana</i>
	<i>T. chuii</i>
	<i>T. suecica</i>
	<i>D. tertiolecta</i>
	<i>C. coccooides</i>
Mala	<i>T. fluviatilis</i>
	<i>Chaetoceros sp.</i>

**Tabla 2.** Células algales clasificadas en función de su digestión, por larvas de *S. gigas* de 1 día de edad.

Digestión	Alga
Buena	<i>Isochrysis aff. galbana</i> ,
	<i>T. chuii</i>
Regular	<i>T. suecica</i>
	<i>D. tertiolecta</i>
Mala	<i>C. coccooides</i>



Aldana Aranda y Patiño Suárez (en prensa 2), caracterizaron los procesos de ingestión y digestión del alga *C. coccoides* durante todo el periodo de vida larval de *S. gigas* (1, 10, 18, y 30 días), observando que esta microalga presenta un alto grado de ingestión (mayor a 80%) para las diferentes edades. Sin embargo, las larvas de 1 día tienen un proceso de ingestión 2 veces menos rápido que las larvas de 30 días. Por lo que respecta al proceso de digestión, éste da inicio a la 3a. hora para las larvas de edades de 10 a 30 días y hasta la 4a. hora para las larvas de 1 día. Con base en estos resultados, *C. coccoides* es una célula fitoplanctónica con buenas cualidades alimenticias, en términos de ingestión y digestión para la alimentación de *S. gigas* a lo largo de su desarrollo larval. Sin embargo, se recomienda su uso de preferencia a partir del 10o. día de cultivo, ya que existe una relación directa entre la edad de la larva y el grado de ingestión y digestión de esta alga.

### 3. Índices de ingestión y digestión

Los índices temporales de ingestión y digestión fueron utilizados para larvas de *S. gigas* de 1 día de edad alimentadas con *T. chuii* e *I. aff. galbana*, observándose una ingestión y digestión más rápida para *T. chuii* que para *I. aff. galbana*.

El índice absoluto de ingestión para esta experiencia fue de 95% a 98% para las dos algas, lo que significa que las dos son ampliamente consumidas. *T. chuii* fue mejor digerida, con un I.A.D. de 95% a la octava hora e *I. aff. galbana* de 73%.

Para las larvas de 18 días de *S. gigas* se determinaron los índices temporales de ingestión y digestión para las microalgas: *I. aff. galbana*, *T. chuii*, *T. suecica*, *D. tertiolecta*, *T. fluviatilis*, *C. coccoides*, *Chaetoceros sp.* y *Chlorella sp.* Se observó que *Chaetoceros sp.*, *Chlorella sp.* y *T. chuii* son algas de ingestión rápida. El índice de digestión es más rápido con *Chaetoceros sp.* que con *T. fluviatilis*.

Para las larvas de 1 día alimentadas con 7 microalgas se observó que con *Chaetoceros sp.* y *T. fluviatilis* el I.A.I. fue de cero y el valor máximo de 1 se observó en la población de larvas alimentadas con *I. aff. galbana*.

El I.A.D. fue tardío para las larvas alimentadas con *C. coccoides* (cuarta hora) en relación a *D. tertiolecta*, *T. suecica*, *I. aff. galbana* y *T. chuii*.

Para las larvas de edades 1, 10, 18, y 30 días alimentadas con *C. coccoides* el I.A.I. mostró valores mayores a 80% durante las dos primeras horas de alimentación. Este comportamiento fue observado independientemente de la edad de la larva (Tabla 3).

Con respecto al I.A.D. las larvas de 10, 18, y 30 días presentaron una velocidad de digestión mayor que las larvas de 1 día de edad. Sin embargo, a la octava hora, independientemente de la edad de la larva, el I.A.D. continuo siendo observado (Tabla 4).

**Tabla 3.** Índice Absoluto de Ingestión (I.A.I.) de las larvas de *S. gigas* alimentadas con *C. coccoides*, a lo largo de su desarrollo larval.

Edad larval en días	Hora			
	1	10	18	30
1	0.82	0.90	1	1
2	0.78	0.93	1	1
3	0.71	0.24	0	0.50
4	0.88	0.03	0	0
5	0.12	0	0	0
6	0	0	0	0

**Tabla 4.** Índice Absoluto de Digestión (I.A.D.) de las larvas de *S. gigas* alimentadas con *C. coccoides*, a lo largo de su desarrollo larval.

Edad larval en días	Hora			
	1	10	18	30
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0.40	1	0.50
4	0.08	0.46	0.93	1
5	0.68	0.38	0.71	1
6	0.77	0.60	0.83	0.87
7	0.81	0.52	0.75	0.83
8	0.63	0.29	0.63	0.92

#### 4. Tasas de repleción

Aldana Aranda *et al.* (1991) establecen una escala de cuatro estados, midiendo la superficie fluorescente de la porción del estómago. Los autores demuestran que las larvas de 8 horas de edad ingieren una gran cantidad de *T. chuii* y menos de *I. aff. galbana*. Por ejemplo, a la tercera hora la población de larvas alimentadas con *T. chuii*, presentaron una tasa de llenado de 100%, contra solamente 58% para las larvas alimentadas con *I. aff. galbana*.

#### CONCLUSIÓN

De la serie de resultados anteriores se puede deducir que la epifluorescencia tiene un potencial enorme para el estudio de la nutrición cualitativa y cuantitativa de larvas de moluscos. El objetivo es seguir desarrollando esta metodología, en la medida que permite de manera directa conocer la alimentación no solamente de larvas de moluscos, sino también de todo micrófago fitoplanctónico, así como establecer cinéticas de alimentación y digestión. Este método permite de manera

precisa determinar las raciones alimenticias para cada especie, en función tanto de las condiciones de cultivo, como de la edad de la larva. Toda la información obtenida podría ser utilizada directamente por las granjas acuícolas productoras de *S. gigas* comerciales o experimentales, así como aquéllas dedicadas a otros moluscos o crustáceos.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con financiamiento de los proyectos CII\*0432ME(JR) de la Comunidad Económica Europea, P65000ME del Consejo Científico Técnico de la Embajada de Francia, P218CCOC882530 del CONACyT y del CYTED II-B. Un reconocimiento especial al Dr. Albert Lucas cuya participación a lo largo de estos años ha sido decisiva para la comprensión de los procesos nutricionales en larvas de moluscos. Se agradece a la I.B.A. Teresa Cólás por su apoyo en la edición final de este trabajo.

#### REFERENCIAS

- Aldana Aranda, D.; A. Lucas, T. Brulé, M. Andrade, E. García, N. Maginot and M. Le Pennec. 1991. Observations on ingestion and digestion of unicellular algae by *Strombus gigas* larvae (Mollusca, Gastropoda) using epifluorescence microscopy. *Aquaculture*, 92: 359-366.
- Aldana Aranda, D. 1993. L'alimentation des larves de mollusques: approche methodologique. These de Doctorat d'Universite. Universite de Marseille III. 68 pp.
- Aldana Aranda, D., M. V. Patiño Suárez and T. Brulé. 1994. Ingestion and digestion of eight unicellular algae by *Strombus gigas* larvae (Mollusca gastropode) studied by epifluorescence microscope *Aquaculture*, 126: 151-158.
- Aldana Aranda, D. y M. V. Patiño Suárez. Ingestión y digestión de 7 microalgas por larvas de *Strombus gigas* (Molusco gasterópodo) de 1 día de edad, estudiado por epifluorescencia. Trabajo presentado en 46th Annual Meeting of GCFI, Corpus Chistri, Texas (En prensa 1).
- Aldana Aranda, D. y M. V. Patiño Suárez. Caracterización de los procesos de ingestión y digestión de la alga *C. coccoides* durante todo el período larval de *Strombus gigas* (Molusco gasterópodo). Trabajo presentado en 47th Annual Meeting of GCFI, Isla de Margarita, Venezuela (en prensa 2).
- Arnaud, P. et R. Raimbault. 1963. Note préliminaire sur la palourde (*Tapes decussatus* L.) de l'étang de Thau. *Rev. Trav. Inst. Pêches Maritimes*, 27 (2): 195-202.
- Bayne, B.L. 1983. Physiological Ecology of Marine Molluscan Larvae. *The Mollusca*, 3: 299-343.
- Bertalanffy, L. Von. 1938. A quantitative theory of organic growth inquiries on growth laws II. *Human Biology*, 10(2): 181-213.

- Gabbott, P.A. 1983. Developmental and seasonal metabolic activities in marine mollusca. Vol. 2 Environmental Biochemistry and physiology: 165-217.
- García Santaella, E. 1992. Efecto de la dieta y la ración sobre el crecimiento y desarrollo de las larvas de *Strombus gigas* (Linné, 1756) hasta su asentamiento. Tesis presentada para recibir el grado de M.en C. CINCESTAV, Mérida, Yucatán, 115 pp.
- García Santaella, E. and D.Aldana Aranda. 1994. Effect of algal food and feeding schedule on larval growth and survival rates of the queen conch *Strombus gigas* (Mollusca, Gastropoda), in Mexico. *Aquaculture*, **128**: 261-268.
- Loosanoff, V.L. and H.C. Davis. 1963. Rearing of bivalve molluscs. *Adv. Mar. Biol.*, **1**: 1-136.
- Lucas, A. 1990. Feeding and digestion in bivalve larvae. In: *Proc. of Memorial Symposium in Honor of Sir Charles Maurice Yonge*. Brian Morton (Ed) Hong Kong, 173-190.
- Pechenick, J.A. and N.S. Fishery. 1979. Feeding assimilation and growth of mud snail larvae, *Nassarius obsoletus* (Say), on three different algal diets. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **38**: 57-80.
- Pillsbury, K.S. 1985. The relative food value and biochemical composition of five phytoplankton diets for quen conch, *Strombus gigas* (Linne) larvae. *J. of Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **90**: 221-231.
- Salaün, M. 1987. Influence des facteurs du milieu sur la nutrition des larves de bivalves en Baie de St-Brieuc. *Haliotis*, **16**: 209-220.
- Salaün, M. 1994. La larve de *Pecten maximus*, genese et nutrition. These de Doctorat d'Universite. Universite de Bretagne Occidentale, 242 pp.
- Ukeles, R. and B.M. Sweeney. 1969. Influence of dinoflagellate trichocysts and other factors on feeding of *Crassostrea virginica* larvae on *Monochrysis lutheri*. *Limnol. Oceanogr.*, **14**: 403-410.
- Walne, P.R. 1965. Observations on the influence of food supply and temperature on the feeding and growth of larvae of *Ostrea edulis* L. *Fish. Invest.*, London Ser., **2**, **24**(1): 1-45.
- Walne, P.R. 1966. Experiment in the large scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* L. *Fish. Invest.*, London Ser., **2**, **25**(4): 1-53.
- Yonge, C.M. 1926. Structure and physiology of the organs of feeding and digestion in *Ostrea edulis*. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, **14**: 295-386.