

Cinética De Alimentación de Larvas del Caracol de Uña *Strombus pugilis* de 1 Y 30 Días

DALILA ALDANA ARANDA, VICTORIA PATIÑO SUAREZ y NANCY
BRITO MANZANO

CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida
Laboratorio de Biología Marina
Km. 6 Antigua Carretera a Progreso
Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

La cinética de alimentación de larvas de *Strombus pugilis* fue establecida mediante el análisis del alimento ingerido por la larva y su evolución en el proceso de digestión. La ingestión y digestión fueron observadas de manera directa con microscopía de epifluorescencia. Las variaciones observadas en cada proceso fueron caracterizadas en función de la edad larval.

Las larvas utilizadas fueron de uno (1) y 30 días de edad a partir de la eclosión. El alimento utilizado fue *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1,000 células/ml.

Las cinéticas de alimentación entre larvas recién eclosionadas y aquellas cercanas a la metamorfosis fueron evaluadas cualitativa y cuantitativamente mediante los estados de nutrición del alimento ingerido y cuatro índices de alimentación. Independientemente de la edad, en ambas poblaciones el I.A.I. fue elevado (>90%); sin embargo, el I.A.D. fue elevado (87%) sólo para larvas de 30 días de edad. Las larvas de 1 día de edad no digirieron *T. suecica* en un período experimental de 24 horas.

Los resultados de esta investigación aportan información básica para la nutrición y el cultivo de una especie de gasterópodos de nueva importancia pesquera: el caracol de uña *Strombus pugilis*.

PALABRAS CLAVE: Alimentación, digestión, epifluorescencia, ingestión, larva, *Strombus pugilis*

ABSTRACT

The feeding kinetics of *Strombus pugilis* larvae was established through the analysis of food ingested larva and its evolution along the digestive process. Ingestion and digestion processes were observed directly using epifluorescence microscopy. Variations in each process were analyzed in function of larval age. Larvae were of 1 and 30 days old after hatching. *Tetraselmis suecica* was used as a food source at a concentration of 1,000 cells/ml.

Feeding kinetic variations between both ages were studied qualitative and quantitative, by means of nutritional stages of food ingested and four feeding

indices. Independently of larval age, both populations showed a high A.I.I. (>90%); but the A.I.D. was high (87%) only for the 30 day-old larvae. One day-old larvae did not digest *T. suecica* in an experimental time of 24 hours.

The results of this research provide basic information to the culture and nutrition of a gastropod of recent fishery importance: the fighting conch, *Strombus pugilis*.

KEY WORDS: Digestion, epifluorescence, feeding, ingestion, larva, *S. pugilis*

INTRODUCCIÓN

El caracol de uña *Strombus pugilis* es una de las seis especies de gasterópodos del género *Strombus* distribuidos en la región del Caribe (Clench y Abbot, 1941). Si bien la importancia comercial de esta especie es menor a aquélla atribuída al caracol rosa, *Strombus gigas*, su pesquería representa una fuente laboral y alimenticia para algunos habitantes de la región Caribeña. En México, se extrae de manera intensiva en las costas del Golfo de México, siendo una especie que se captura comercialmente (Aldana-Aranda y Baqueiro, 1995).

En términos biológicos y acuiculturales poca es la información reportada para esta especie. Una revisión bibliográfica de 1976 a 1996, muestra que en esos 20 años sólo 11 trabajos científicos sobre *Strombus pugilis* han sido publicados (Hughes, 1976; Brownell, 1977; Sander and Moore, 1978; Bradshaw-hawkins y Sander, 1981; Sanders, 1988, 1990; Moraes *et al.*, 1992; Reed, 1992a, 1992b, 1993, 1994;).

Para efectos acuiculturales exitosos es importante tener el mejor conocimiento posible sobre la biología básica del organismo a estudiar. Así, este trabajo contribuye al conocimiento de aspectos nutricionales durante la vida larvaria del caracol de uña *S. pugilis*, cuya explotación controlada podría ser interesante en términos pesquero-comerciales para los países en donde este ejemplar se hospeda.

MATERIAL Y MÉTODO

Colecta y cultivo de larvas

Los huevos fertilizados fueron colectados mediante buceo autónomo de hembras que se encontraban ovopositando a una profundidad de 5 m, en la localidad de Seyba Playa, Campeche, México, 20° 45' latitud Norte y 91° 45' longitud Oeste. En el laboratorio, los huevos se colocaron sobre una malla de 500 µm, sumergida en agua de mar filtrada a 2 µm y esterilizada con luz U.V. y con recambios diarios hasta el momento de la eclosión. Las larvas recién eclosionadas fueron distribuidas en recipientes de plBstico de 4 litros a una densidad de 200 larvas/l. Durante el cultivo los recambios de agua fueron cada 24 horas. La temperatura de cultivo se mantuvo a 29°C.

Alimento

Después de la eclosión las larvas fueron alimentadas con *Tetraselmis suecica*, a una concentración de 1,000 células/ml. Las células algales fueron cultivadas utilizando el medio F/2 de Guillard y Ryther (1962) y contabilizadas con la ayuda de una cámara de Neubauer.

Microscopia de epifluorescencia

La microscopia de epifluorescencia fue utilizada como método directo para observar la ingestión de alimento y su evolución durante el proceso de digestión en velígeras de uno y 30 días después de eclosionadas. Mediante estas observaciones se establecieron las cinéticas de alimentación en ambos estadios de desarrollo larval. El microscopio utilizado fue marca Carl Zeiss, tipo Standard K7, equipado con una lámpara de mercurio de alta presión HBO de 50W, un filtro excitador BP 450-490, un filtro divisor cromático FT510 y un filtro supresor LP 520.

Cinéticas de alimentación

Aldana Aranda et al. (1994), determinan que para establecer las cinéticas de alimentación de estos organismos micrófagos, es necesario que las larvas no tengan alimento al momento de iniciar la experiencia de ingestión y digestión, hecho que es verificado al microscopio de epifluorescencia. Para las larvas de uno día de edad, su primera toma de alimento marcó el inicio de la experiencia; mientras que, para las velígeras de 30 días se estableció un período de ayuno de 36 horas antes de iniciar dicha experiencia. Los experimentos dieron inicio al suministrar el alimento. Los procesos de ingestión y digestión se observaron a 30 minutos y posteriormente cada hora durante 24 horas. Para analizar el fenómeno de digestión, la alimentación fue interrumpida después de la primera hora, transfiriendo las larvas a recipientes de plástico de un volumen de 4 l con agua de mar filtrada a 2 μ m y esterilizada con U.V., pero sin alimento. El período experimental para que las larvas ingirieran el alimento suministrado tuvo una duración de una hora. Durante esta experiencia la temperatura se mantuvo constante a 29°C. Las observaciones de la ingestión y digestión del alimento fueron realizadas bajo el microscopio de epifluorescencia de acuerdo a lo reportado por Aldana Aranda y colaboradores (1994, op. cit.). Un total de 1,500 larvas fueron observadas en vivo.

Primera Toma de Alimento

La edad larvaria de la primera toma de alimento fue detectada después de adicionar *T. suecica* a las larvas recién eclosionadas, considerando el momento al cual al menos el 50% de la población había ingerido alimento. Este hecho fue

observado al microscopio de epifluorescencia.

Medida de la velocidad de digestión

Se utilizaron los cuatro estados de nutrición establecidos por Babinchak y Ukeles (1979) y Lucas y Rangel (1981), cuyas características son resumidas en el cuadro 1.

Cuadro 1. Escala cualitativa de los cuatro estados de nutrición.

Estado	Características
1	Células enteras visibles en el estómago, fluorescencia roja.
2	Presencia de células intactas y células lisadas, fluorescencia roja menos intensa y algunas veces rosa.
3	Ausencia de células intactas, fluorescencia difusa, rojo pálido, rosa o naranja.
4	Ninguna célula algal entera. No hay signos de fluorescencia, indicando que las larvas nunca ingirieron alimento o que la digestión ha culminado.

Indices de ingestión y digestión

Para establecer el comportamiento alimenticio de las larvas veligeras de *Strombus pugilis*, se determinaron los índices temporales y absolutos de ingestión y digestión.

Indices temporales

Estos índices dependen del tiempo y las ecuaciones para su determinación son las siguientes:

Índice temporal de ingestión (I.T.I.), de Salaün (1987)

$$I. T. I. = \frac{\text{No. de larvas en estado 1}}{n_0}$$

Índice temporal de digestión (I.T.D.), de Aldana Aranda *et al.* (1991)

$$I. T. D. = \frac{\text{No. de larvas en estado 2+3}}{n_0}$$

Indices absolutos

Estos índices son independientes del tiempo y sólo se obtiene un valor para el conjunto del experimento. Se utilizaron el índice absoluto de ingestión y el

índice absoluto de digestión, los cuales se expresan como:

Índice absoluto de ingestión (I.A.I.), de Aldana Aranda (1993)

$$I. A. I. = \frac{n_o - n_{4min}}{n_o} \times 100$$

Índice absoluto de digestión (I.A.D.), de Aldana Aranda (1993)

$$I. A. D. = \frac{n_o - (n_{4min} + n_{1d})}{n_o} \times 100$$

de donde,

n_o = total de larvas observadas

n_{4min} = valor mínimo de larvas observadas en estado 4

n_{1d} = no. de larvas en estado 1, a la última hora en donde fue observado este estado.

RESULTADOS

Primera toma de alimento

Las larvas recién eclosionadas, a una hora después de la adición de *T. suecica* mostraron un 50% de la población con una repleción estomacal de aproximadamente 25%, mientras que el otro 50% tuvo un llenado del 50%, aproximadamente.

Estados de nutrición

La Figura 1 muestra la evolución de los estados de nutrición durante 24 horas, expresados en porcentaje para las larvas de *S. pugilis* de una día de edad.

A 0.5 y 1 horas se observó un 100% del estado 1. Entre la segunda y octava horas se observaron valores entre 93 y 100% para el estado 1 y el resto de la población permaneció en estado 4. A partir de la novena hora y hasta el final del experimento, la población mostró un estado 1 con valores entre 60 y 78%, el resto de la población permaneció en estado 4. A la novena, décima y undécima horas fueron observadas larvas que vomitaban células algales intactas.

Durante la experiencia, los estados de digestión 2 y 3 no fueron observados, aún cuando habían transcurrido 24 horas después de la toma de alimento.

En la Figura 2 se observa la evolución de los estados de nutrición, en porcentaje para larvas de *S. pugilis* de 30 días de edad. Durante las primeras

cuatro horas se observó un estado 1 con valores entre 87 y 93%, mientras que el resto de la población permaneció en estado, 4. A la quinta hora, el estado 1 fue de 60%, mientras que de la sexta a la octava horas éste fue de 67%. A la novena hora el estado 1 disminuyó a 40% y a la décima hasta 7%. Para la onceava hora, no se observó más el estado 1 de nutrición en esta población.

La digestión se inició a la quinta hora con 33% de la población de larvas en estado 2. A la novena hora, un mayor número de larvas (47%) fue observado en estado 2 y el 6 % de la población presentó un estado 3 de digestión más avanzada. Entre la onceava y treceava horas se observó un estado 3 mayor al 90%. De la catorceava hora en adelante, la población mostró un estado 3 de digestión con valores decrecientes de 83 a 50% a la última hora de la experiencia. A 24 horas después de la toma de alimento, la población no completó la digestión de las células algales ingeridas: 50% de la población de larvas se observó en estado 3 y 50% en estado 4.

Indices temporales

Indice Temporal de Ingestión (I.T.I.) — En la Figura 3 se observa el I.T.I. para larvas de *S. pugilis* de uno y 30 días de edad. Durante las 8 primeras horas, el I.T.I. fue elevado para las larvas de una día, valores entre 0.93 y 1 fueron observados. De la novena hora hasta el final de la experiencia, este índice presentó valores entre 0.81 y 0.61 para las larvas de un día.

Para las larvas de 30 días el I.T.I. nunca registró un valor de 1; sin embargo durante las cuatro primeras horas el valor de este índice fluctuó entre 0.93 y 0.87. Entre la quinta y octava horas se observaron valores entre 0.60 y 0.67; mientras que a la novena y décima horas este índice decreció su valor a 0.40 y 0.07, respectivamente. A la undécima hora el I.T.I. registró un valor de cero.

Indice Temporal de Digestión (I.T.D.) — En la Figura 4 sólo se muestra el I.T.D. para las larvas de 30 días, en la medida que para las larvas de un día, no se observó digestión durante las 24 horas de la experiencia. La digestión inició a la quinta hora con un valor de 0.33. De la novena a la treceava horas el I.T.D. se incrementó con valores de 0.53, 0.80, 0.91, 0.91 y 0.92, respectivamente. De la catorceava hora en adelante el I.T.D. disminuyó, observándose el valor más bajo (0.5) a la última hora de la experiencia. Así, las larvas de 30 días de este estudio no mostraron 100% de digestión del alimento ingerido en un período de observación de 24 horas.

Indices absolutos

Indice Absoluto de Ingestión (I.A.I.) e Indice Absoluto de digestión (I.A.D.) — El I.A.I. fue de 98% para las larvas de un día y de 93% para las de 30 días. El I.A.D. calculado para las larvas de 30 días, presentó un valor de 87%.

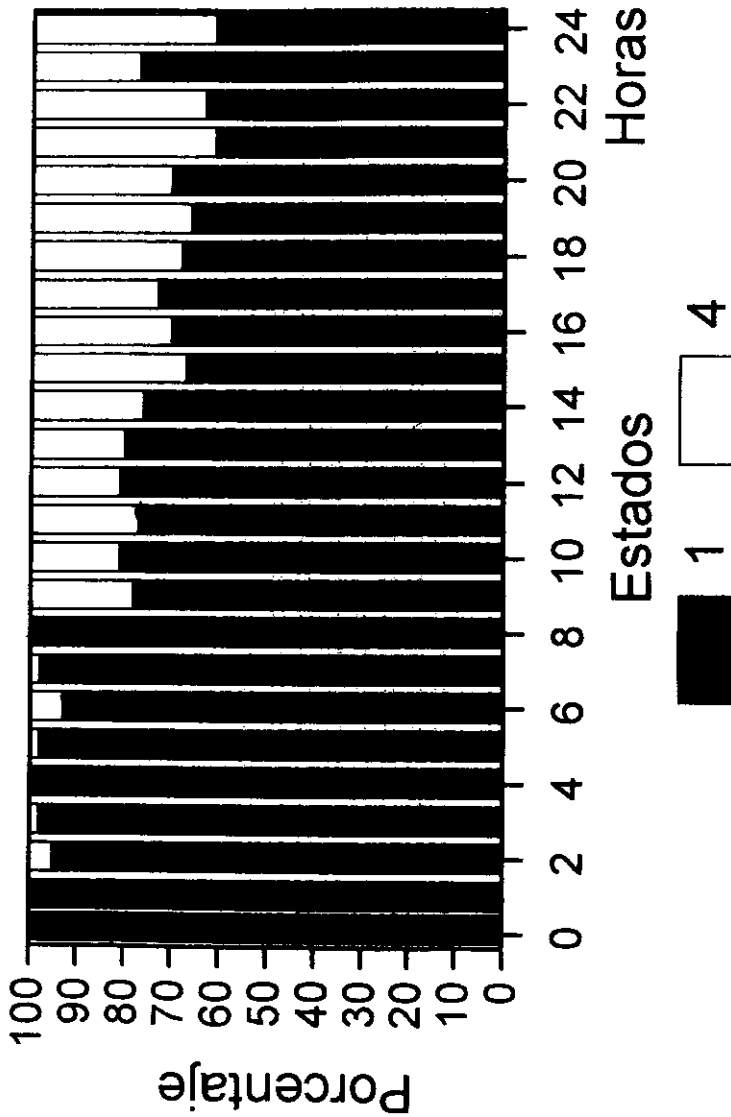


Figura 1. Evolución de los estados de nutrición expresados en porcentaje para larvas de *Strombus pugilis* de un día de edad alimentadas con *Tetraselmis suecica*.

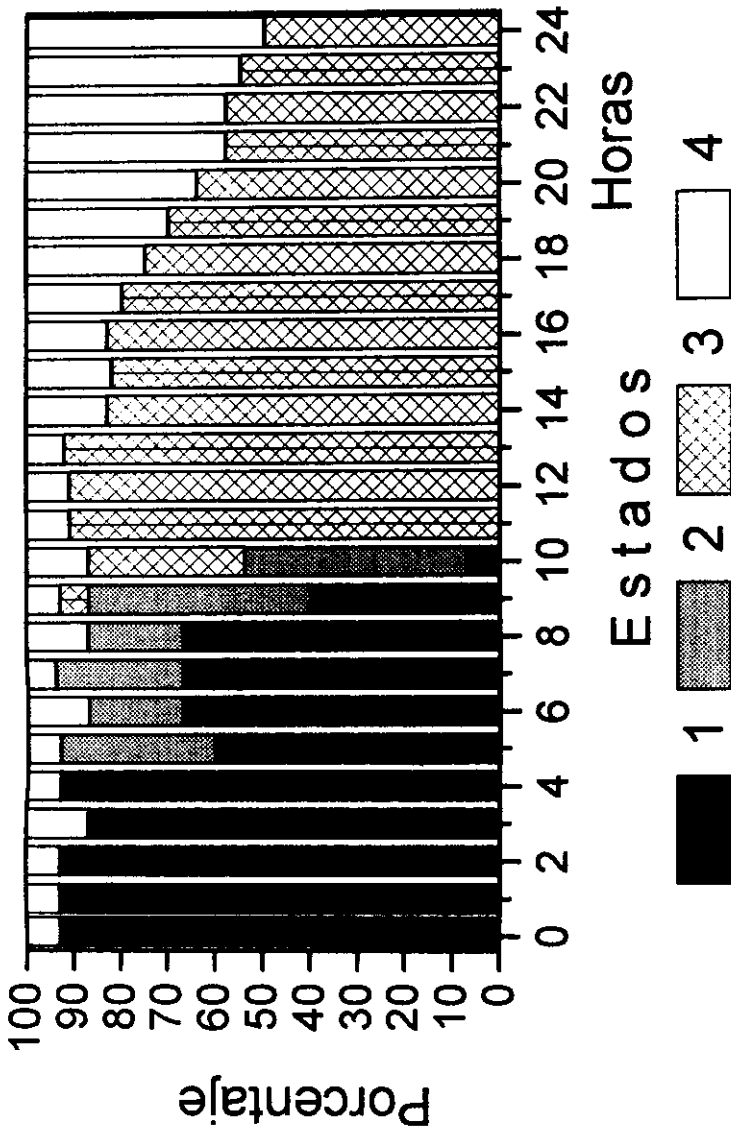


Figura 2. Evolución de los estados de nutrición expresados en porcentaje para larvas de *Strombus pugilis* de 30 días de edad alimentadas con *Tetraselmis suecica*.

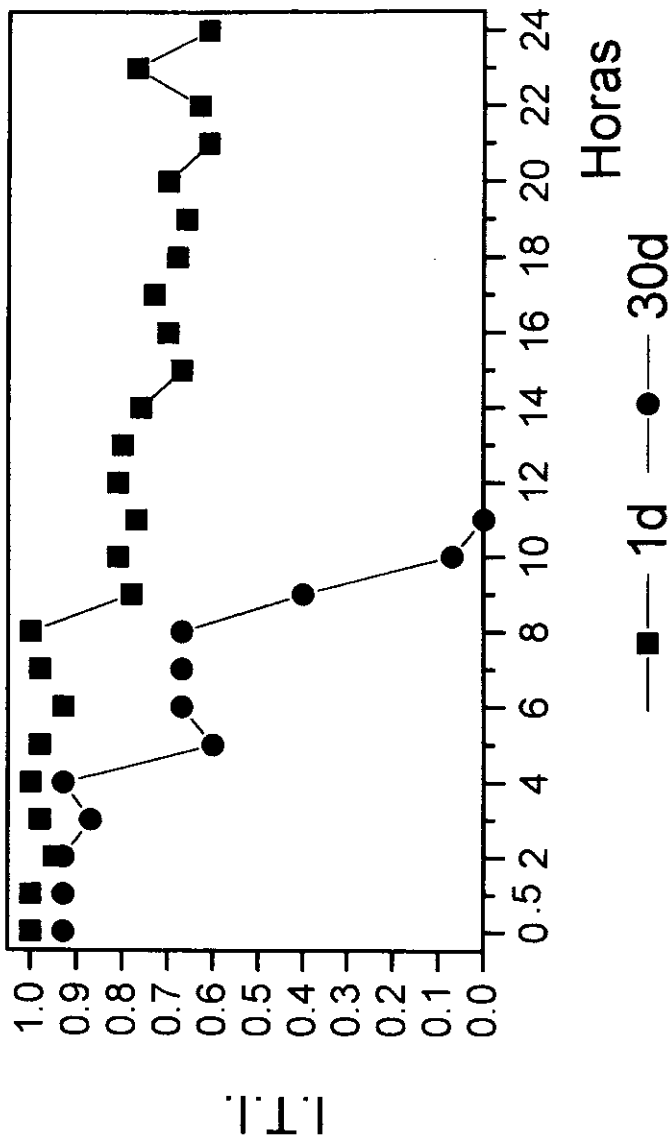


Figura 3. Cambios del I.T.I. con respecto al tiempo, de larvas de *Strombus pugilis* de uno y 30 días de edad alimentadas con *Tetraselmis suecica*.

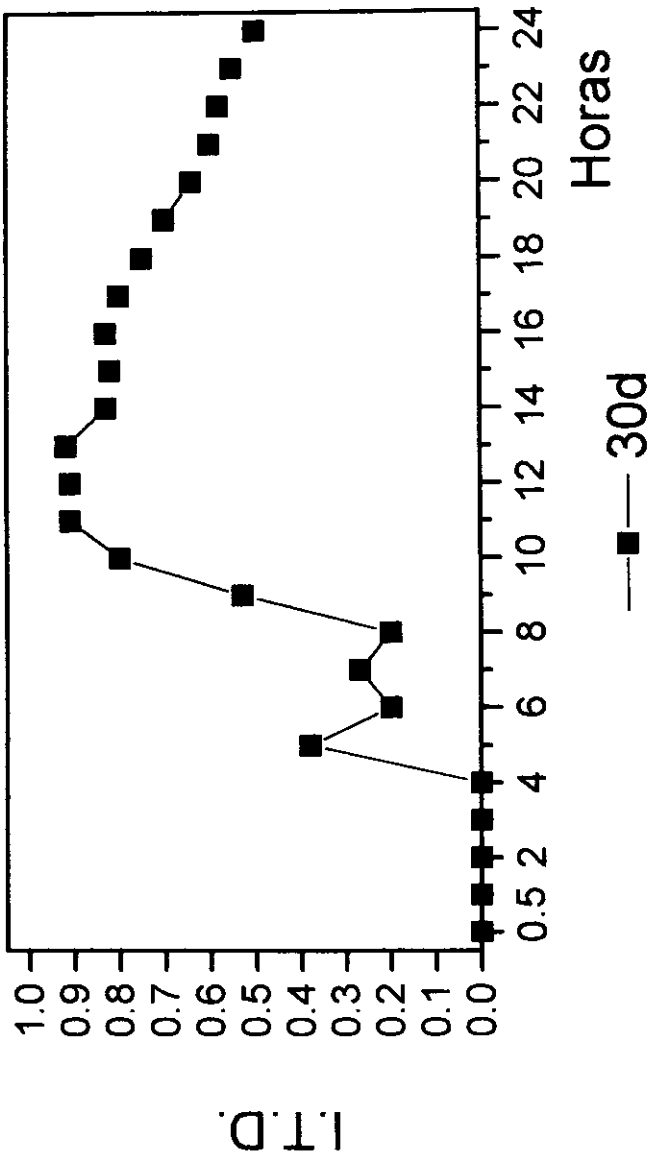


Figura 4. Cambios del I.T.D. con respecto al tiempo, de larvas de *Strombus pugilis* de 30 días de edad alimentadas con *Tetraselmis suecica*.

DISCUSION

El uso del microscopio de epifluorescencia permitió establecer por primera vez las cinéticas de ingestión y digestión de las velíferas de *S. pugilis* de uno y 30 días de edad. Marcadas diferencias fueron observadas entre ambos estadios. En ambas edades poblacionales el consumo de *T. suecica* fue elevado con valores del I.A.I. mayores a 90%, obtenidos desde los primeros 30 minutos después del suministro de alimento. Así, con este método directo de estudio sobre la nutrición se demuestra que las larvas de *S. pugilis* ingieren bien la microalga *T. suecica*. Sin embargo, el alimento ingerido por las larvas de un día, en un lapso de 24 horas no fue digerido. Aún cuando habían transcurrido 24 horas después de la toma de alimento, el 60% de la población permaneció con alimento intacto en su estómago. El lote de larvas de 30 días de edad cercano a la metamorfosis digirió *T. suecica* en buena medida, su I.A.D. fue de 87%.

Mediante el microscopio de epifluorescencia también fue posible tener una medida aproximada de la cantidad de aliemto ingerido por la larva durante la primera hora de la experiencia. Para las larvas de un día se observó un 50% de la población con una repleción estomacal de aproximadamente 25% y el otro 50% tuvo un llenado del 50%, aproximadamente. En la población de 30 días, a 0.5 horas se observó un llenado estomacal en la misma proporción que para las larvas de un día; sin embargo, a la primera hora la proporción de la población fue de 1:1, pero con un llenado de 50 y 75% , respectivamente. En ambos estadios nunca se observó una repleción gástrica del 100%.

El cultivo experimental de la fase larvaria de *S. pugilis* resultó factible a una densidad de 200 larvas/l, a una temperatura de 29°C y alimentadas con *T. suecica* a una concentración de 1,000 células/ml.

La velocidad de digestión durante la vida larvaria varía en función de las condiciones fisicoquímicas del cultivo, de la especie, la edad y la talla, así como del tipo de microalga utilizada (Lucas, 1990). En la Figura 5 se presenta una comparción de la medida de la velocidad de digestión de tres series experimentales, utilizando como base los resultados de los 4 estados nutricionales para larvas de *S. gigas* y *S. pugilis* de un día de edad, alimentadas con *Tetraselmis* sp. La temperatura de cultivo en las tres series experimentales fue de 29°C. Para las larvas de *S. gigas* el estado 1 se presentó hasta la séptima hora con valores menores a 5%. Contrariamente, en las larvas de *S. pugilis* el estado 1 es observado hasta la venticuatrava hora con valores superiores al 50%. En *S. gigas*, el proceso de digestión inicia a la tercera hora; mientras que, para *S. pugilis* este proceso no es observado en un tiempo de 24 horas.

En la Figura 6 se compara la medida de la velocidad de digestión de tres series experimentales, utilizando como base los resultados de los 4 estados nutricionales para larvas de 30 días de edad de *S. gigas* y *S. pugilis*, alimentadas con *Tetraselmis* sp. La temperatura de cultivo en las tres series experimentales

fue de 29°C. Para las larvas de *S. gigas* el estado 1 se observó hasta la tercera hora con valores de 100%; sin embargo, para las larvas de *S. pugilis* este estado a la tercera hora tiene un valor de 84%, y es observado hasta la décima hora con valores menores a 5%. Por lo que respecta al proceso de digestión, las larvas de *S. gigas* inician este proceso tanto para las larvas alimentadas con *T. chuii* como para las alimentadas con *T. suecica* a la cuarta hora con valores de 75%; mientras que, las larvas de *S. pugilis* lo inician a la quinta hora con un valor de 30%, siendo hasta la décima hora que se presentan valores altos de digestión. Así, las larvas de *S. pugilis* requieren del triple de tiempo en digerir en comparación con las larvas de *S. gigas*. Si bien este esquema de los estados de nutrición es diferente para las primeras horas, a la venticuatava hora no existe diferencia significativa entre las larvas de *S. gigas* y *S. pugilis*.

Por último, en cuadro 2 se comparan los Índices Absolutos de Ingestión y Digestión para larvas de 1 y 30 días de las especies *S. gigas* y *S. pugilis*.

Cuadro 2. Comparación de los Índices Absolutos de Ingestión y Digestión para larvas de 1 y 30 días de las especies *S. gigas* y *S. pugilis*.

Especie	I. A. I. (%)		I. A. D. (%)	
	1 día	30 días	1 día	30 días
<i>S. gigas</i>	89	89	85	-
<i>S. pugilis</i>	98	93	0	87

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 y P218CCOC882530 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

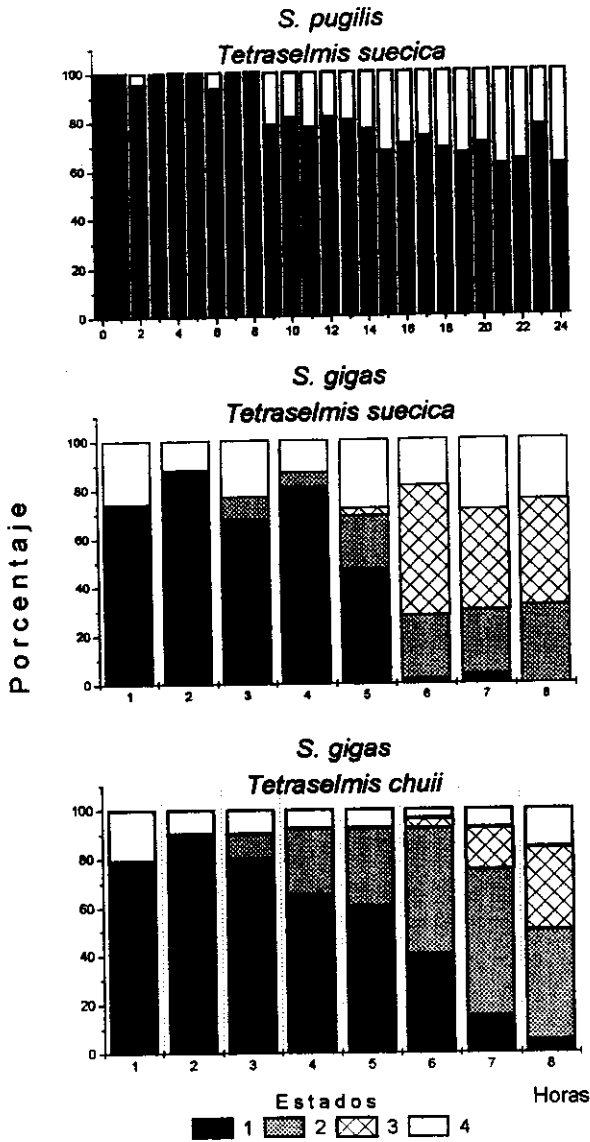


Figura 5. Comparación de la medida de la velocidad de digestión de tres series experimentales, de acuerdo a los resultados de los 4 estados nutricionales para larvas de *S. gigas* y *S. pugilis* de un día de edad, alimentadas con *Tetraselmis* sp.

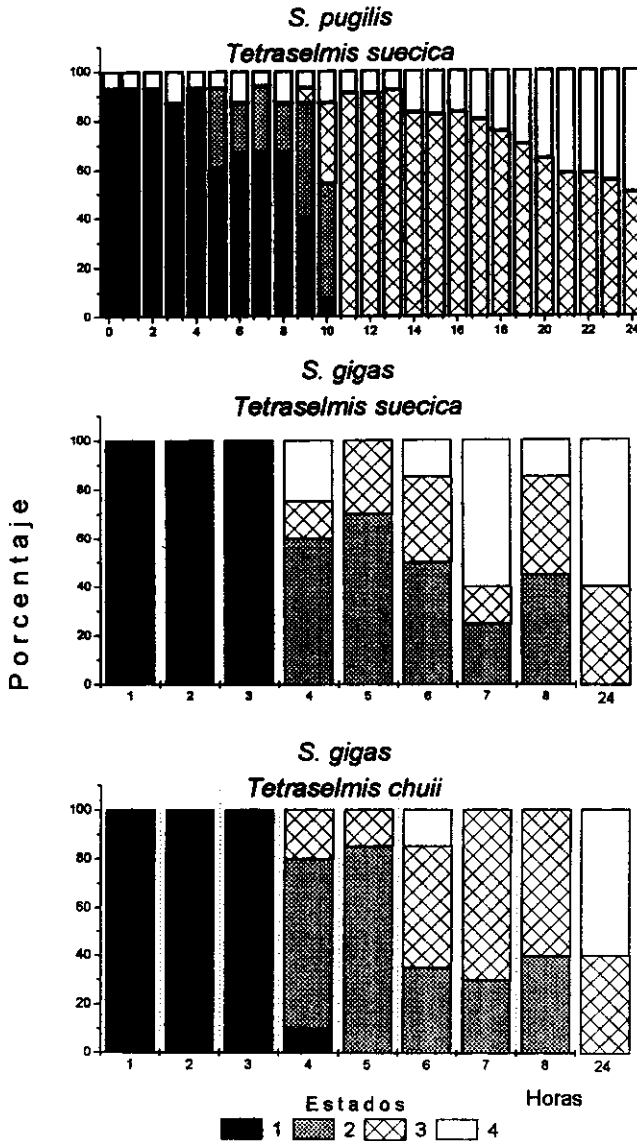


Figura 6. Comparación de la medida de la velocidad de digestión de tres series experimentales, de acuerdo a los resultados de los 4 estados nutricionales para larvas de *S. gigas* y *S. pugilis* de 30 días de edad, alimentadas con *Tetraselmis* sp.

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 larvae (Mollusca, Gastropoda) using epifluorescence microscopy. *Aquaculture* **92**:359 - 366.
- Aldana Aranda, D. 1993. *L'alimentation des larves de mollusques: approche methologique*. These de Doctorat d'Universite. Universite de Marseille III. Marseille, Francia. 68 p.
- Aldana Aranda, D. and M. V. Patiño Suárez. 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 E. Baqueiro. 1995. Los moluscos en México: estudio y aprovechamiento. *Academia* **27**:33 - 45.
- Babinchak, J. and R. Ukeles. 1979. Epifluorescence microscopy, a technique for the study of feeding in *Crassostrea virginica* veliger larvae. *Mar. Biol.* **51**:69 - 76.
- Bradshaw-Hawkins, V.I. and F. Sander. 1981. Notes on the reproductive biology and behavior of the West Indian fighting conch, *Strombus pugilis* Linnaeus, in Barbados, with evidence of male guarding. *The Veliger* **24**(2):159 - 164.
- Brownell, W.N. 1977. Reproduction, laboratory culture and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilis* in Los Roques, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* **27**(4):668 - 680.
- Clench, W.J. and R.T. Abbott. 1941. The genus *Strombus* in the Western Atlantic. *Johnsonia*. 15 p.
- Guillard, R.R.L. and J. H. Ryther. 1962. Studies on marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve). *Can. J. Microbiol.* **8**:229 - 239.
- Hughes, H.P.I. 1976. Structure and regeneration of the eyes of Strombid Gastropods. *Cell. Tiss. Res.* **171**:259 - 271.
- Lucas, A. and C. Rangel Dávalos. 1981. Vitesse d'ingestion et de digestion phytoplankton observées au microscope à épifluorescence chez les larves de *Mytilus edulis* (L.) (Bivalvia, Mollusca). *Haliotis* **11**:171 - 180.
- Lucas, A. 1990. Feeding and digestion in bivalve larvae. In: Brian Morton (ed.) Proc. of Memorial Symposium in Honor of Sir Charles Maurice Yonge. Hong Kong, 173 - 190.
- Moraes, R.B.C.; L.M. Mayr and E. Penna-Franca. 1992. *Strombus pugilis* as a monitor of Co-60 in the region of the nuclear power plant of Angra dos Reis (Brasil). *Fresenius. Environ. Bull.* **1**(12):779 - 984.
- Reed, S.E. 1992a. Reproductive anatomy, biology and behavior of the genus

- Reed, S.E. 1992a. Reproductive anatomy, biology and behavior of the genus *Strombus* in the Caribbean with emphasis on *Strombus pugilis*. Ph. D. Dissertation. University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico, 149 p.
- Reed, S.E. 1992b. Histological comparison of masculinized females and androgynous males in the West Indian fighting conch, *Strombus pugilis*. *J. Shellfish. Res.* **11**(1):205.
- Reed, S.E. 1993. Gonadal comparison of masculinized females and androgynous males to normal males and females in *Strombus* (Mesogastropoda: Strombidae). *J. Shellfish. Res.* **12**(1): 71-75.
- Reed, S.E. 1994. Masculinized females in the genus *Strombus*: Aspects of their biology and possible advantages for mariculture of conch. Pages 213 - 222 in: Appeldoorn, R.S. and Rodríguez, B. (eds.) *Strombus gigas*, Queen conch biology, fisheries and mariculture. Caracas Venezuela, Fundación Científica Los Roques.
- Salaün, M. 1987. Influence des facteurs du milieu sur la nutrition des larves de bivalves en Baie de St-Brieuc. *Haliotis* **16**:209 - 220.
- Sander, F. and E.A. Moore. 1978. Comparative respiration in the gastropods *Murex pomum* and *Strombus pugilis* at different temperatures and salinities. *Comp. Biochem. Physiol.* **60A**:99 - 105.
- Sanders, I.M. 1988. Estimation of growth and population size of the fighting conch, *Strombus pugilis* with comparison of the Fabens and ELEFAN methods for estimating Von Bertalanffy growth parameters. *J. Shellfish. Res.* **7**(1):174.
- Sanders, I.M. 1990. Seasonal changes in oxygen consumption of the West Indian fighting conch, *Strombus pugilis* Linnaeus, 1758. *J. Shellfish. Res.* **9**(1):63 - 65.