

CARACTERIZACION DE LOS PROCESOS DE INGESTIÓN Y DIGESTIÓN DE LA ALGA *C. COCCOIDES* DURANTE TODO EL PERÍODO LARVAL DE *STROMBUS* *GIGAS* (MOLUSCO, GASTERÓPODO).

DALILA ALDANA ARANDA Y VICTORIA PATIÑO SUÁREZ
CINVESTAV IPN, Unidad Mérida
A.P. 73 C.P. 97310
Mérida, Yucatan, Mexico.

RESUMEN

En el presente trabajo se caracterizaron algunos aspectos nutricionales, como la ingestión y la digestión durante diferentes etapas del desarrollo larval del caracol Reina *Strombus gigas*. El alimento utilizado para este estudio fue la alga clorofita monocelular *Chlamydomonas coccooides*. Las larvas utilizadas fueron de 1, 10, 18 y 30 dÆas de edad y los experimentos se condujeron a una temperatura de 27°C. En este estudio se evaluaron los estados nutricionales y los índices temporales de ingestión y digestión. Se observó que *C. coccooides* comparada con las microalgas *T. suecica* e *I. aff. galbana*, es ingerida y digerida adecuadamente por larvas de *S. gigas* a lo largo de su vida larvaria. Durante las dos primeras horas de esta investigación, las larvas de 18 y 30 días reportaron un 100% de organismos en estado 1 de nutrición. Para todas las edades estudiadas, se observó que a la primera hora los valores del índice de ingestión fueron entre 0.82 y 1. En relación al valor del índice de digestión, este proceso se inició a la tercera hora para las larvas de 10, 18 y 30 días. En cambio, para las larvas de 1 día, este proceso se inició a la cuarta hora con un valor aún bajo (0.08). Asimismo, como las observaciones con epifluorescencia se realizaron con larvas vivas, se pudieron visualizar, además de los procesos de ingestión y digestión, fenómenos tales como la expulsión de partículas de alimento inicialmente ingeridas por la larva y posteriormente expelidas por esta al medio, en un tiempo menor a 5 minutos.

De acuerdo con los resultados de esta investigación, se concluye que *Chlamydomonas coccooides*, a pesar de ser una microalga que no ha sido utilizada en la alimentación de larvas de *S. gigas*, podría ser una microalga interesante en la alimentación de este molusco, a lo largo de toda su fase larvaria.

Palabras claves: molusco, nutrición, larva, epifluorescencia.

INTRODUCCIÓN

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

El caracol Reina *Strombus gigas*, es un molusco que al paso del tiempo ha trascendido sociocultural y económicamente en varios países de la zona del Caribe (Stevely, 1979). Sin embargo, su estado pesquero actual ha captado la atención de estos países preocupados por ser, hoy por hoy, un recurso altamente explotado. Así, el interés de los investigadores por estudiar este molusco, data desde los años 60s (Randall, 1964; D'Asaro, 1965; Little, 1965). De entonces a la fecha se han concretado diversas investigaciones en diferentes campos de estudio en torno a este organismo (Berg, 1976; Sidall, 1983; Creswell, 1984; Rodríguez Gil, 1986; Davis, M. et al., 1987; Appeldoorn, 1988; Stoner and Waite, 1990; Davis, M. et al., 1990; Stoner and Waite, 1991; Stoner and Lally, 1994). Sin embargo, los trabajos enfocados a aspectos nutricionales durante el ciclo de vida larvario de *S. gigas* son escasos y, en consecuencia poco se conoce sobre la calidad y cantidad del alimento suministrado, ingerido y digerido, así como el aprovechamiento de este expresado en tasas de crecimiento, desarrollo, sobrevivencia y mortalidad durante la fase larvaria (Pillsbury, 1985; Aldana Aranda y Rodríguez Gil, 1987; Aldana Aranda et al., 1991; García Santaella, 1992; Boidron-Metairon, 1992; Davis M. et al., 1993; Aldana Aranda and Patiño Suárez, 1992, 1994a, 1994b; García Santaella and Aldana Aranda, 1994).

Es evidente la necesidad de indagar más en este sentido, con el objeto de incrementar el conocimiento y mejorar las técnicas de cultivo de este organismo y, en su caso, esclarecer algunos principios nutricionales básicos implicados durante las primeras etapas de su ciclo de vida.

Bajo esta perspectiva, la presente investigación fue enfocada a determinar las cinéticas de ingestión y digestión durante la vida larval de *S. gigas*, utilizando como fuente alimenticia la microalga *Chlamydomonas coccooides*, la cual ha sido poco utilizada en la nutrición de *S. gigas* (Aldana Aranda and Patiño Suárez, 1992, 1994a, 1994b).

MATERIAL Y MÉTODOS

Masa de huevos y cultivo de larvas.

Las masas de huevos fueron colectadas de hembras que se encontraban ovopositando a una profundidad de 10 m, en la localidad de Banco Chinchorro, Península de Yucatán México, situado a 18°47'-18° 23' LN y 87°14' LE, a 24 Km de la costa Sureste de Quintana Roo, entre Xcalak y Ubero. En el laboratorio, las huevas se colocaron sobre una malla de 500µm, sumergidas en agua de mar filtrada a 10 y 3 µm y esterilizada con luz U.V. y con recambios diarios hasta el momento de la eclosión. Después de la eclosión, las larvas se transfirieron a recipientes de plástico de 4 litros a una densidad de 100 larvas por litro. Durante el cultivo los recambios de agua fueron cada 48 horas. La temperatura de cultivo se mantuvo a

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

28°C.

Fuente de alimento.

Durante el cultivo larval se utilizó como alimento *Tetraselmis suecica*. La concentración inicial fue de 1000 células por mililitro, para las larvas recién nacidas y esta cantidad se fue incrementando gradualmente hasta 10 000 células por mililitro para las larvas de 30 días de edad (Sidall, 1983; Corral y Ogawa, 1985). 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. Las microalgas cultivadas fueron: *Chlamydomonas coccooides*, *Tetraselmis suecica* e *Isochrysis aff. galbana*, siendo estas dos últimas utilizadas como testigos durante los experimentos con epifluorescencia. Microscopia de epifluorescencia.

Se utilizó microscopia de epifluorescencia como método directo para determinar las cinéticas de ingestión y digestión de los diferentes estadios larvarios. Las larvas utilizadas durante estas experiencias fueron de 1, 10, 18 y 30 días de edad. 24 horas antes de iniciar la experiencia de ingestión y digestión, las larvas se mantuvieron en ayuno y los experimentos dieron inicio al suministrar el alimento. Los procesos de ingestión y digestión se observaron a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 horas. Para analizar el fenómeno de digestión, la alimentación fue interrumpida después de la segunda hora, transfiriendo las larvas a recipientes de agua de mar filtrada y esterilizada sin alimento. El período experimental para que las larvas ingirieran las microalgas tuvo una duración de dos horas. Durante las 8 horas de duración de este estudio la temperatura se mantuvo constante a 27°. Las observaciones de los procesos de ingestión y digestión fueron realizadas bajo el microscopio de epifluorescencia de acuerdo a lo reportado por Aldana Aranda y Patiño Suárez (1992, 1994a, 1994b). Un total de 1440 larvas fueron observadas.

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.

Estados de nutrición.

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. Índices de ingestión y digestión.

Se utilizaron el índice de ingestión descrito por Salafn (1987) y el de digestión descrito por Aldana Aranda et al. (1991) para determinar el comportamiento alimenticio de las larvas de *Strombus gigas*. Estos se describen a continuación:

Índice de Ingestión Absoluto, I. I. A. = $\frac{\text{No. de larvas en estado 1}}{\text{No. de larvas observadas}}$

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

Índice de Digestión Absoluta, I. D. A. = $\frac{\text{No. de larvas en estado 2+3}}{\text{No. de larvas observadas}}$

RESULTADOS

Estados de nutrición.

La figura 1 muestra las variaciones de los cuatro estados de nutrición con respecto al tiempo, para larvas de *S. gigas* de 1, 10, 18 y 30 días, usando *C. coccoides* como alimento.

Durante las dos primeras horas, la totalidad de larvas de 18 y 30 días se alimentaron, mostrando 100% del estado 1. Contrariamente, a la primera hora, las larvas de 10 días mostraron 90% de la población en estado 1 y, a la segunda hora el 93% de la población alcanzó este estado. Para las larvas de 1 día, el porcentaje de la población que se alimentó durante las dos primeras horas no es mayor a 80%. Por lo que respecta al proceso de digestión, existen también diferencias en relación con la edad de la larva. Así, para las larvas de 18 días el proceso de digestión se inicia a la tercera hora, con 75% de la población en estado 2 y 25% en estado 3. Las larvas de 10 y 30 días también inician la digestión a la tercera hora. En la población de larvas de 10 días, se observa 32% del estado 2 y 16% del estado 3; mientras que, en la población de larvas de 30 días, el estado 2 es de 50%. El estado 1 de nutrición es observado hasta la quinta y cuarta horas, para las larvas de 1 y 10 días respectivamente. Por lo contrario, para las larvas de 18 días de edad, este estado es observado sólo durante las dos primeras horas.

Las larvas pequeñas de edad de 1 día desencadenan el proceso de digestión hasta la cuarta hora, con sólo el 8% de la población en estado 2 y 88% en estado 1. A la octava hora, las larvas de 1, 10, 18 y 30 días registraron un estado 2 de nutrición de 42%, 3%, 50% y 23%, respectivamente y, un estado 3 de 21%, 26%, 12% y 69%, respectivamente.

Índice de ingestión absoluto (I.I.A.).

En la figura 2 se observan los cambios en el índice de ingestión absoluto, de los diferentes estadios de desarrollo estudiados con *C. coccoides*.

A la primera hora, independientemente de la edad de la larva (1, 10, 18 y 30 días) este índice mostró valores elevados: 0.82, 0.9, 1 y 1 respectivamente. A la segunda hora, las larvas de 18 y 30 días vuelven a registrar un índice de 1 y las larvas de 1 y 10 días muestran valores de 0.78 y 0.93, respectivamente. A la tercera hora, los valores de este índice disminuyeron drásticamente a 0.5, 0.24 y 0 para las larvas de 30, 10 y 18 días, respectivamente. A la cuarta hora, sólo las larvas de 1 día registran un índice de ingestión absoluto aún elevado (0.88), completando el proceso de ingestión hasta la sexta hora. De estos resultados se observa que existe

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

un gradiente del I.I.A. entre las larvas de 1 día y aquellas próximas a la metamorfosis, siendo este índice 2 a 2.5 veces más rápido para las larvas grandes que para las pequeñas de 1 día.

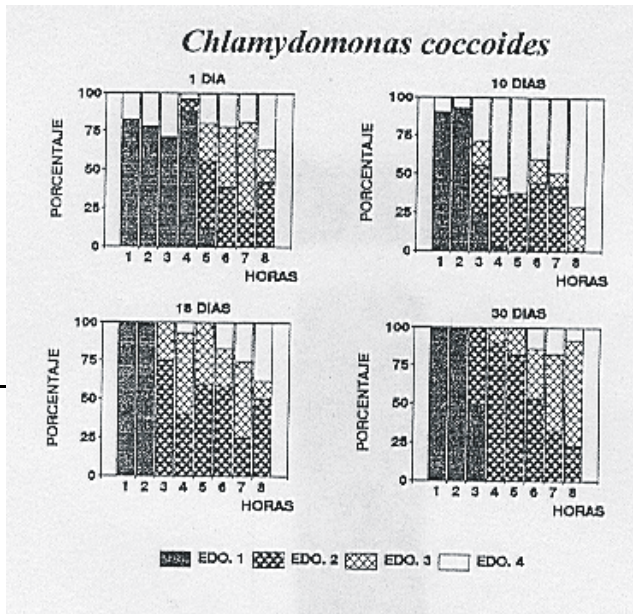


Figura 1. Variaciones de los 4 estados de nutrición con respecto

al tiempo, de los diferentes estadios de desarrollo larval de *Strombus gigas*, para la microalga *C. coccoides*.

Índice de digestión absoluto (I.D.A.).

En la figura 3 se observan los cambios en el índice de digestión absoluto, para las larvas de *S. gigas* de edades diferentes, alimentadas con *C. coccoides*.

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

Las larvas de 10, 18 y 30 días inician el proceso de digestión a la tercera hora, reportando valores para este índice de 0.4, 1 y 0.5, respectivamente. A la cuarta hora, las larvas de 30 días registraron un valor del I.D.A. de 1. Únicamente las larvas de 1 día inician el proceso de digestión hasta la cuarta hora, con un valor para este índice de sólo 0.08. A la octava hora, independientemente de la edad de la larva, en ninguna de ellas se completo el proceso de digestión. A la octava hora, el valor más alto registrado para el I.D.A. fue de 0.92 para las larvas de 30 días. Las larvas de 18, 10 y 1 días presentaron valores para este índice entre 0.29 y 0.63.

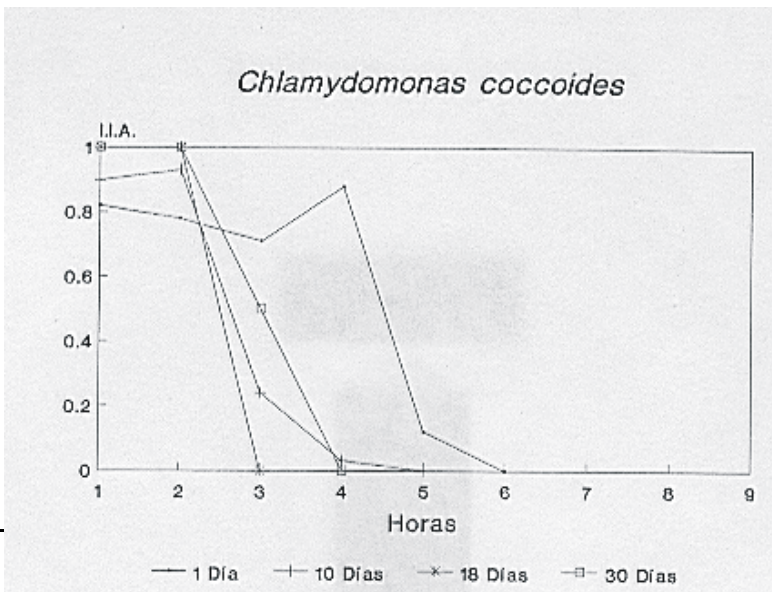


Figura 2.

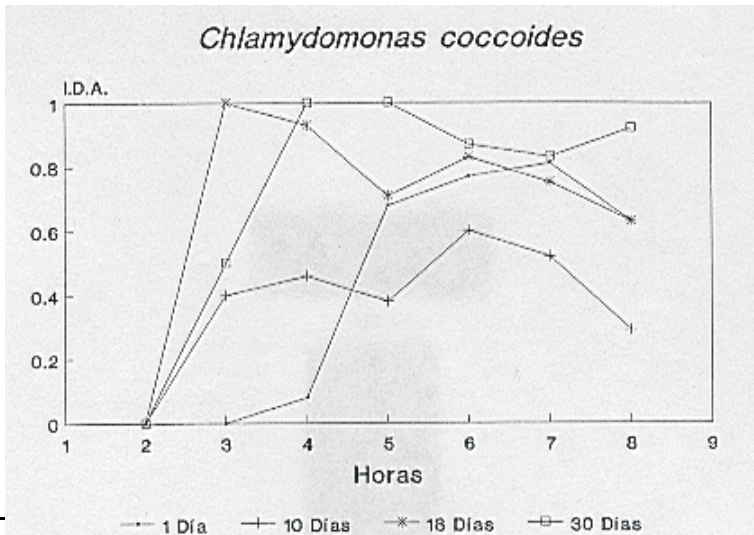
Cambios en el índice de ingestión absoluto con respecto al tiempo, de los diferentes estadios de desarrollo larval de *Strombus gigas*, para la microalga *C. coccoides*

DISCUSIÓN

En el presente estudio, el uso de la microscopía de epifluorescencia se reveló como una herramienta de gran utilidad para caracterizar, de manera directa,

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

las cináticas de los procesos de ingestión y digestión para diferentes etapas del desarrollo larval de *S. gigas*. Gracias a la transparencia de los tejidos de la larva y



Fi

gura 3. Cambios en el índice de digestión absoluto con respecto al tiempo, de los diferentes estadios de desarrollo larval de *Strombus gigas*, para la microalga *C. coccoides*.

de tal manera que una larva es capaz de presentar un estado 1 de nutrición con un valor del 100%, un índice de llenado estomacal del 100% y 5 minutos después, presentar un estómago perfectamente vacío.

Mediante observaciones cualitativas, también fue posible realizar algunas estimaciones de la cantidad de alimento ingerido por la larva, durante las dos primeras horas de cada experiencia. De esta manera, se vió que la totalidad de la población de larvas observadas de 18 y 30 días de edad, mostraban un llenado total del estómago. En cambio, en las larvas de 10 dÆas, el 50% de la población mostró un valor cualitativo de repleción del estómago de aproximadamente 50% y el 40% de la población con un llenado de 75% a 100%. A diferencia del alto índice de repleción del estómago que presentaron la mayor parte de la población de larvas de 18 y 30 días, el 32% de la población de larvas de 1 día, a la primera hora, presentó

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

un llenado del estómago entre 50% y 75% y sólo un 25% de la población larval presentó un llenado total. A la segunda hora, para estas mismas larvas el 24% de la población mostró un llenado entre 50% y 75% y el 54% de esta población registró un llenado total.

Por otra parte, al comparar las observaciones cualitativas de los llenados del estómago para larvas de 18 y 30 días respecto a las larvas de 1 día, estas últimas presentaron un menor grado de repleción (Cuadro 2). Asimismo, las larvas de esta edad fueron las que presentaron un proceso de digestión más tardío.

De los resultados anteriores, se observa que las larvas de *S. gigas* se alimentan bien con *C. coccooides*. Sin embargo, el grado de alimentación, ingestión, digestión y llenado del estómago, en cualquiera de los estadios de desarrollo aquí estudiados, presenta variaciones importantes entre las larvas pequeñas (1 día), aquellas de 10 a 18 días y para las que están próximas a la metamorfosis. Así las larvas de 1 día tienen un proceso de ingestión dos veces menos rápido que las larvas de 30 días de edad para la alga *C. coccooides*. En relación al proceso de digestión, éste es iniciado a la tercera hora para las larvas de edades de 10 a 30 días y a la cuarta hora para las larvas de 1 día. Estos resultados son concordantes a lo reportado por Aldana Aranda y Patiño Suárez (1992, 1994a, 1994b), para las larvas de 1 y 18 días de edad.

A este respecto, Bayne (1983) señala que las larvas de moluscos ingieren alimento del medio, en mayor o menor grado, en función de factores tales como, el tipo de alimento y su tamaño, su concentración en el medio, el tamaño y/o edad de la larva y de la temperatura, entre otros. Autores como Fretter and Montgomery (1968); Fernández-Reiriz et al. (1989), Lucas (1990) y O'Connor et al. (1992) han reportado que el valor nutritivo de las especies fitoplanctónicas utilizadas como fuente de alimento para el cultivo de larvas de moluscos, radica en el tamaño de la célula algal, su digestibilidad, en especial de la pared celular, su toxicidad, así como en su composición bioquímica.

Chlamydomonas sp. es una microalga cloroficea dinoflagelar, con un diámetro aproximado de 20µm (Coll Morales, 1982). Es de color verde amarillento y de forma elipsoidal muy parecida a *Dunaliella* sp. Tiene dos flagelos móviles y una pared celular gruesa de estructura rígida (Paniagua-M. et al., 1986). Fretter and Montgomery (1968) señalan que la pared de celulosa que posee *Chlamydomonas* le proporciona resistencia al jugo digestivo del estómago de la larva velígera. En consecuencia, si la liberación del contenido celular de la microalga se dificulta, la digestión de este alimento es más lenta, pero si el contenido celular no es liberado, la célula algal es retenida en el estómago por un período de tiempo limitado y puede inclusive pasar directamente al intestino sin ser lisada. Así, por ejemplo, el paso de *Chlamydomonas* a través del estómago de larvas de *Nassarius reticulatus* de 7 días

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

de edad es de 15 minutos.

Por otro lado, *Chlamydomonas* es una célula algal que ha sido utilizada en combinación con otras especies de alto valor nutritivo, para alimentar bivalvos, principalmente *Crassostreas* y *Ostreas*, pero su uso ha sido con mayor frecuencia para alimentar microinvertebrados (Paniagua-M. et al., 1986), como *Artemia* sp., rotíferos, *Daphnia* sp. y copépodos, entre otros (Coll Morales, 1982; Torrentera Blanco y Tacón, 1989).

Estudios preliminares realizados en el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV, revelan que cultivos larvarios de *S. gigas* alimentados con *C. coccoides* registran una evolución de desarrollo mucho más rápido y con tasas de crecimiento mayores que aquéllas alimentadas con *I. aff. galbana* y *T. suecica*, obteniendo la metamorfosis en 22 días con una talla de 979 m 99.67 m.

Los resultados de esta investigación ponen de manifiesto que *C. coccoides* es una célula fitoplanctónica con buenas cualidades alimenticias, en términos de ingestión y digestión, que lo acreditan como un alimento idóneo para larvas de *S. gigas* a lo largo de su desarrollo larvario, siendo necesario completar las experiencias sobre su valor nutritivo a lo largo de la vida larvaria. Además, se recomienda su uso de preferencia a partir del décimo día de cultivo, ya que existe una relación proporcional entre la edad de la larva y el grado de ingestión y digestión de la microalga *C. coccoides*.

Por último, este tipo de estudios de epifluorescencia, que permiten probar un alimento a lo largo de la vida larvaria, son necesarios realizarlos con algas comunmente utilizadas en la alimentación larval de *S. gigas*, así como probar otras que no han sido utilizadas, como son *Tetraselmis tetraathele*, *Chlorella reslleri* y *Chaetoceros cerastoporum*, entre otras. De esta manera, estos estudios permitirían establecer dietas específicas para las larvas de *S. gigas*, ajustadas de manera precisa para cada una de las fases de la vida larval.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado con el apoyo financiero de los proyectos CII*0432ME(JR) de la Comunidad Económica Europea, P65000ME de la CST Embajada de Francia y P218CCOC882530 del CONACyT. Asimismo, se agradece el apoyo de la Secretaría de Pesca, a través de las Delegaciones de Quintana Roo, Yucatán y a los pescadores de la Cooperativa de Banco Chinchorro. También se extiende este agradecimiento al Ing. Manuel Sánchez y a la Química María Luisa Zaldivar por su apoyo técnico.

LITERATURA CITADA

Aldana Aranda, D. and L. Rodríguez Gil. 1987. Croissance larvaire de *Strombus*

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- gigas* (Mollusque: Gasteropode) en fonction de differentes methodes d'eleavage et de differentes algues. Journal de la Recherche Oceanographic, 11(4): 128-131.
- Aldana Aranda, D.; A. Lucas, T. Brulé, M. Andrade, E. García, N. Maginot and M. Le Penec. 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. y M. V. Patiño Suárez 1992. Ingestión y digestión de 8 microalgas unicelulares por larvas de *Strombus gigas* (Molusco gasterópodo) estudiado por epifluorescencia. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 45.
- Aldana Aranda, D. y M. V. Patiño Suárez 1994a. Ingestión y digestión de 7 microalgas por larvas de *Strombus gigas* (Molusco gasterópodo) de 1 día de edad, estudiado por epifluorescencia. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 46.
- Aldana Aranda, D. y M. V. Patiño Suárez. 1994b. Ingestion and digestion of eight unicellular algae by *Strombus gigas* larvae (Mollusca gastropode) studied by epifluorescence microscope Aquaculture, (In press).
- Appeldoorn, R.S. 1988. Age determination, growth, mortality and age of first reproduction in adult queen conch *Strombus gigas* L., of Puerto Rico. Fisheries Research, 6: 363-378.
- 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.
- Bayne, B.L. 1984. Physiological Ecology of Marine Molluscan Larvae, Pages 299-343, in: The Mollusca, Vol. 3, Academic Press, Inc., New York, 1983.
- Berg, C.J., Jr. 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas* with a discussion of the practicality of its mariculture. Marine Biology, 34: 191-199.
- Boidron Metairon, I. 1992. A new approach to comparative studies of *Strombus gigas* larvae at the developmental and nutritional levels. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 41: 459- 467.
- Coll Morales, J. 1982. Acuacultura Marina Animal. Mundi Prensa, Madrid, 669 pp.
- Corral, J.L. y J. Ogawa. 1985. Cultivo masivo de larvas de caracol *Strombus gigas* en estanques de concreto. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 37: 345-351.
- Creswell, L.R. 1984. Ingestion, asimilation and growth of juveniles of the queen conch *Strombus gigas* Linné fed experimental diets. J. Shellfish Research, 4(1): 23-30.
- D'asaro, N.C. 1965. Organogenesis, development and metamorphosis in queen conch, *Strombus gigas*, with notes on breeding habits. Bulletin of marine

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Science, 15(2): 359-415.
- Davis, M.; C. Hesse and G.T. Hodgkins. 1987. Commercial hatchery produced queen conch, *Strombus gigas*, seed for the research and grow-out market. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 37:1-16.
- Davis, M., W.D. Heyman, W. Harvey and C.A. Withstandley. 1990. A comparison of two inducers, KCl and Laurencia extracts, and techniques for the commercial scale induction of metamorphosis in queen conch *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 larvae. J. Shellfish Research, 9(1): 67-73.
- Davis, M., C. A. Bolton and A.W. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth, and shell morphology in three Caribbean *Strombus* species. The Veliger, 36(3): 236-244.
- Fernández-Reiriz, M.J.; A. PÁrez-C.; M.J. Ferreiro; J. Blanco; M. Planas; M.J. Campos and U. Labarta. 1989. Biomass production and variation in the biochemical profile (total protein, carbohydrates, RNA, lipids and fatty acids) of seven species of marine microalgae. Aquaculture, 83: 17-37.
- Fretter, V. and M. C. Montgomery. 1968. The treatment of food by prosobranch veligers. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 48: 499- 520.
- 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, (In press).
- 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.
- Little, C. 1965. Notes on the anatomy of the queen conch, *Strombus gigas*. Bulletin of Marine Science, 15(2): 338-357.
- Lucas, A. and C. Rangel Dávalos. 1981. Vitesse d'ingestion et de digestion phytoplancton observées au microscope a Epifluorescence chez les larves de *Mytilus edulis* (L.) (Bivalvia, Mollusca). Haliotis, 11: 171-180.
- 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.
- O'Connor, A.W.; J.A. Nell and J.A. Diemar. 1992. The evaluation of twelve algal species as food for juvenile Sydney rock oysters *Saccostrea commercialis* (Iredale & Roughley). Aquaculture, 108: 277-183.

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Paniagua M., J; L.F. Bfckle; C. Granados y D. H. Loya. 1986. Manual de metodologías y alternativas para el cultivo de microalgas. Cicese, Ensenada, Baja California, México. 94 pp.
- Pillsbury, K.S. 1985. The relative food value and biochemical composition of five phytoplankton diets for queen conch, *Strombus gigas* (Linne) larvae. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 90: 221-231.
- Randall, J.E. 1964. Contributions to the biology of the queen conch *Strombus gigas*. Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean, 14(2): 246-295.
- Rodríguez Gil, L. 1986. Desarrollo embrionario y metamorfosis del caracol rosado *Strombus gigas* (Linnaeus). Tesis presentada para recibir el grado de M.en C. CINCESTAV, Mérida, Yucatán., 48 pp.
- Salafn, M. 1987. Influence des facteurs du milieu sur la nutrition des larves de bivalves en Baie de St-Brieuc. Haliotis, 16: 209-220.
- Siddall, S.E. 1983. Biological and economical outlook for hatchery production of juvenile queen conch. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 35: 46-52.
- Stevely, J.M. 1979. The biology and fishery of the queen conch (*Strombus gigas*): a review. Sea Grant College Progress, 101: 203-210.
- Stoner, A.W. and J.M. Waite. 1990. Distribution and behavior of queen conch *Strombus gigas* relative to seagrass standing crop. Fishery Bulletin, 88: 573-585.
- Stoner, A.W. and J.M. Waite. 1991. Trophic Biology of *Strombus gigas* in nursery habitats: diets and food in seagrass meadows. J. Moll. Stud., 57: 451-460.
- Stoner, A.W. and Lally 1994. High-density aggregation in queen conch *Strombus gigas*: formation, patterns, and ecological significance. Mar. Ecol. Prog. Ser., 106: 73-84.

Tabla 1. Escala cualitativa de los cuatro estados de nutrición utilizados para evaluar los resultados del presente estudio de alimentación larvaria.

Estados	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

Proceedings of the 47th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

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

Tabla 2. Porcentajes de llenado del estómago de diferentes estadios de desarrollo de larvas de *S. gigas*, alimentadas durante dos horas con *C. coccoides*.

Edad larval (días)	Tiempo (horas)	Porcentaje de repleción del estómago			
		0-25%	25-50%	50-75%	75-100%
1	1	43		32	25
	2	22		24	54
10	1	10		50	40
	2	10		50	40
18	1				100
	2				100
30	1				100
	2				100