

## Ingestión y digestión de siete especies de microalgas por larvas de *Strombus gigas* (Mesogastropoda: Strombidae)

Victoria Patiño Suárez y Dalila Aldana Aranda

Laboratorio de Biología Marina, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, Km. 6 Carr. Ant. a Progreso, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97310, daldana@kin.cieamer.conacyt.mx

Recibido 29-VI-2000. Corregido 3-VII-2000. Aceptado 6-VIII-2000.

**Abstract:** The potential nutritional value of seven microalgal diets as measured by their ingestibility and digestibility to queen conch *Strombus gigas* larvae was tested with 30 day old larvae reared at 28°C and fed at 1 000 cells • ml<sup>-1</sup>. The algae were *Tetraselmis suecica*, *Tetraselmis chuii*, *Isochrysis* aff. *galbana*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlamydomonas coccooides*, *Chaetoceros* sp. and *Thalassiosira fluviatilis*. Ingestion and digestion were measured by the four nutritional stages studied with epifluorescence microscopy with live larvae. Temporal and absolute indices showed that larvae fed *Chaetoceros* sp. and *T. fluviatilis* had lower ingestion and digestion levels. The other algae are recommended to feed *S. gigas* larvae.

**Key words:** Gastropod, larva, nutrition, ingestion, digestion.

*Strombus gigas* es uno de los gasterópodos de interés artesanal y comercial en varios países del Caribe. En 1994, el volumen total de captura estimado en esta zona fue de 4 000 toneladas, equivalente a 40 millones de dólares (Appeldoorn 1994). En la península de Yucatán, México existen reportes de que la pesquería de este molusco llegó a representar en 1988 un ingreso de seis millones de dólares (Baqueiro 1997).

El incremento en la demanda de este recurso ha provocado una explotación desmedida, lo que ha afectado las poblaciones naturales de todo el Caribe, al extremo de ser considerado dentro de las especies comercialmente amenazadas (Creswell 1994, Stoner y Davis 1997). En la península de Yucatán, el daño ha sido severo, al grado de encontrar poblaciones casi extintas (de Jesús Navarrete

et al. 1993, de Jesús Navarrete y Oliva 1997). Ante esta problemática, el conocimiento científico, centrado en reestablecer las poblaciones naturales afectadas, ha generado el desarrollo de laboratorios de producción de este gasterópodo (Iversen y Jory 1997). Sin embargo, para que estas técnicas resulten exitosas es sustancial tener conocimiento de la biología básica durante las primeras etapas de vida. Con el propósito de incrementar este conocimiento y contribuir al desarrollo de la acuicultura de *S. gigas*, en este estudio se presenta una evaluación del valor nutritivo de siete microalgas que podrían ser usadas como alimentos potenciales para alimentar a las larvas velígeras de este caracol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los huevos fertilizados fueron recolectados de una hembra 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' N y 87°14' E, a 24 km de la costa Sureste de Quintana Roo, entre Xcalak y Uvero. En el laboratorio, la masa de huevos fue colocada sobre una malla de 500 µm, sumergida en agua de mar con recambios diarios hasta el momento de la eclosión. El agua de mar utilizada tanto para la masa de huevos como para el cultivo larval fue filtrada a 10 y 5 µm, y esterilizada con luz U.V. Las larvas recién eclosionadas fueron distribuidas a una densidad de 100 larvas por litro, con recambios de agua cada 48 horas. La temperatura se mantuvo constante a 28°C. El valor nutritivo potencial de las diferentes microalgas fue estudiado en larvas vivas de 30 días de edad. Las microalgas probadas fueron *Thalassiosira fluviatilis*, *Tetraselmis chuii*, *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis aff. galbana*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlamydomonas coccoides* y *Chaetoceros* sp., las cuales fueron cultivadas con el medio F/2 de Guillard y Ryther (1962).

La ingestibilidad y la digestibilidad de las diferentes dietas por las larvas velígeras fueron estudiadas de manera directa mediante la microscopía de epifluorescencia. La ingestión y digestión del alimento tomado por las velígeras fueron observadas con larvas vivas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 horas siguiendo lo reportado por Aldana-Aranda *et al.* (1997). Para observar el proceso de digestión, la alimentación fue interrumpida después de la 2ª hora de administrado el alimento. Las larvas filtradas fueron transferidas a recipientes sin alimento.

El microscopio de epifluorescencia utilizado fue 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.

Para analizar el comportamiento de ali-

mentación de las larvas de *S. gigas*, se determinaron los índices temporales y absolutos de ingestión y digestión, los cuales fueron calculados tomando en cuenta una escala cromática de cuatro estados de nutrición, establecida por Babinchak y Ukeles (1979) (Cuadro 1). El índice temporal de ingestión (I.T.I.) establecido por Salaün (1987), el índice temporal de digestión (I.T.D.) establecido por Aldana-Aranda *et al.* (1991), y los índices absolutos de ingestión y digestión (I.A.I. e I.A.D.) establecidos en 1993 por Aldana-Aranda son presentados en la cuadro 2. Estos índices fueron calculados para cada una de las distintas dietas. Para el cálculo del IAD, debe ser considerado el número de larvas en estado 1 a la última hora en donde éste fue visto (n1d). Generalmente, cuando una alga es bien digerida el valor de n1d es bajo, presentándose hacia las últimas horas de la experiencia (Aldana-Aranda 1993).

### CUADRO 1

*Escala cualitativa de los cuatro estados de nutrición para evaluar la ingestión y grado de digestión de las células algales por las larvas (Babinchak y Ukeles 1979).*

### TABLE 1

*Qualitative scale of the four nutritional states to evaluate ingestion and digestion degree of algal cells by larvae (Babinchak and Ukeles 1979).*

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.
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.

## RESULTADOS

En la Fig. 1 se presenta la evolución de los cuatro estados de nutrición, expresados en porcentaje, para las diferentes dietas estudiadas. Durante las dos primeras horas se

## CUADRO 2

*Indices temporales y absolutos de ingestión y digestión para comparar el comportamiento alimenticio de las larvas velígeras. Nomenclatura: no, total de larvas observadas; n1, larvas en estado 1; n2, larvas en estado 2; n3, larvas en estado 3; n4min, valor mínimo de larvas observadas en estado 4; y n1d, larvas en estado 1 a la última hora en la que este estado fue observado.*

TABLE 2

*Temporal and absolute ingestion and digestion indices to compare veliger larvae feeding behavior. Nomenclature: no, total larvae observed; n1, larvae in stage 1; n2, larvae in stage 2; n3, larvae in stage 3; n4min, minimum value of larvae observed in stage 4; and n1d, larvae in stage 1 at the last hour in which this stage was observed.*

Índice	Ingestión	Digestión
Temporal	I.T.I. = $\frac{n1}{no}$ no (Salaün, 1987)	I.T.D. = $\frac{n2 + n3}{no}$ no (Aldana-Aranda <i>et al.</i> , 1991)
Absoluto	I.A.I. = $\frac{no - n4min}{no} \times 100$ no (Aldana-Aranda, 1993)	I.A.D. = $\frac{no - (n4min + n1d)}{no} \times 100$ no (Aldana-Aranda, 1993)

observa un estado 1 del 100% en todas las larvas, con excepción de las alimentadas con *Chaetoceros* sp., en donde el estado 1 es observado en 75% a la 2ª hora y menor al 20% a la 3ª hora. En las larvas alimentadas con *C. coccoides*, *T. fluviatilis* y *D. tertiolecta* la digestión da inicio a la 3ª hora, observándose el estado 2 con valores entre 77 y 100%. Las larvas alimentadas con *Chaetoceros* sp. también inician la digestión a la 3ª hora; sin embargo, los estados 2 y 3 son observados con valores de 16 y 17%, respectivamente. Las larvas alimentadas con *T. chuii*, *T. suecica* e *I. galbana* inician la digestión a la 4ª hora, valores de 58, 62 y 50% son observados para el estado 2, y 17 y 13% para el estado 3, respectivamente. A la 8ª hora ningún lote de larvas completó la digestión del alimento ingerido, observándose valores para el estado 3 entre 38 y 69%. Sólo en las larvas alimentadas con *D. tertiolecta*, *C. coccoides*, *T. suecica* y *T. chuii* el estado 2 es aún observado con valores entre 22 y 33%.

En la Fig. 2 se presentan gráficamente los valores del ITI e ITD obtenidos en cada tiempo de observación para cada dieta estudiada. Para el ITI se observa un valor de 1 durante las dos primeras horas con todas las dietas, con excepción de *Chaetoceros* sp., en donde el máximo valor para este índice es 0.73, observado a la 2ª hora. El valor del ITI para

esta dieta disminuye hasta 0.17 a la 3ª hora y, hacia la 4ª un valor de cero es observado. De manera general, se observa que al paso del tiempo el valor de ITI tiende a disminuir hasta llegar a cero. Este comportamiento es observado con todas las dietas, con la diferencia de que en algunas esta disminución es muy drástica como se observa a la 3ª hora con *T. fluviatilis*, *C. coccoides* y *D. tertiolecta*; y en algunas otras paulatina como se ve con *I. galbana*.

El ITD se presenta entre la 3ª y 4ª horas. A la 3ª hora, valores entre 0.33 y 1 son observados con *Chaetoceros* sp., *D. tertiolecta*, *T. fluviatilis* y *C. coccoides*. Con *I. galbana*, *T. chuii* y *T. suecica* el ITD se observa a partir de la 4ª hora con valores de 0.5, 0.75, 0.75, respectivamente. De manera general se tiene que al transcurso del tiempo los valores de este índice tienden a aumentar, seguido posteriormente de una disminución. Este comportamiento es observado con todas las dietas con excepción de *T. fluviatilis*, en donde de un valor de 1 presentado a la 3ª hora disminuye paulatinamente a 0.38 a la 8ª hora. A este tiempo, valores de 0.5, 0.5 y 0.38 son observados con *I. galbana*, *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis*, respectivamente; mientras que con *T. chuii*, *T. suecica*, *C. coccoides* y *D. tertiolecta* los valores del ITD oscilan entre 0.87 y 0.95.

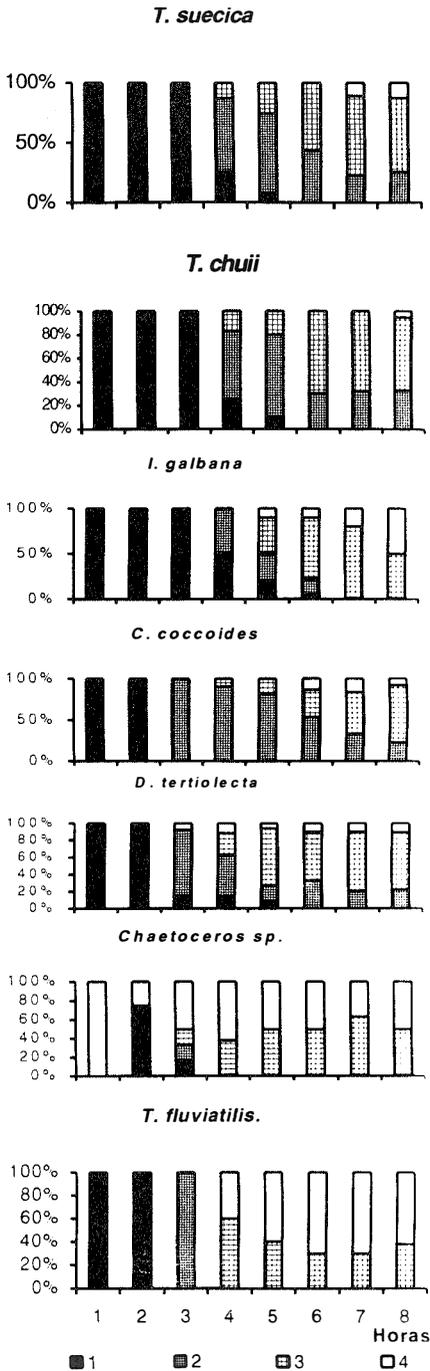


Fig. 1. Evolución de los cuatro estados de nutrición de las larvas de las siete dietas estudiadas. Los valores de cada estado son expresados en porcentaje.

Fig. 1. Evolution of the four nutritional stages of larvae with the seven diets studied. Values of each stage are in percent.

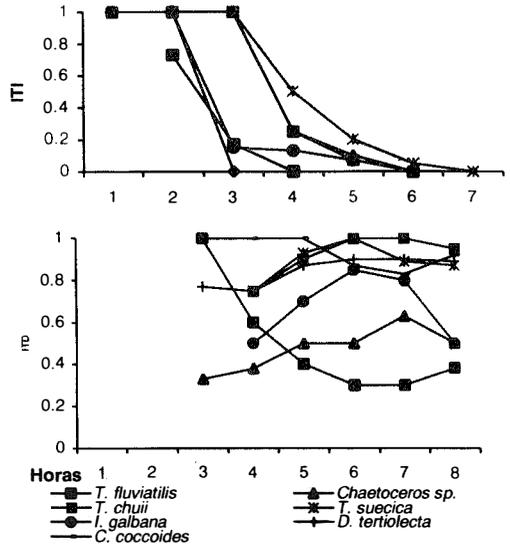


Fig. 2. Valores del Índice Temporal de Ingestión (ITI) e Índice Temporal de Digestión (ITD) obtenidos en cada tiempo de observación para cada dieta estudiada.

Fig. 2. Temporal Ingestion Index (ITI) and Temporal Digestion Index (ITD) obtained in each observation time per diet.

En el cuadro 3 se presentan los valores del IAI e IAD, expresados en porcentaje, para cada dieta analizada. Las larvas alimentadas con *T. fluviatilis* y *Chaetoceros sp.* presentan los valores más bajos para el IAI. Con las demás dietas el IAI es elevado, los valores oscilan entre 89 y 95%. En cuanto al IAD, las larvas alimentadas con *Chaetoceros sp.* presentan el valor más bajo para este índice (50%), indicando una baja digestibilidad por esta dieta. Con *C. coccoides* y *T. fluviatilis* el valor de  $n_{1d}$  es elevado, el 100% de la población presenta un estado 1 de nutrición, por lo que el IAD con estas dos dietas no fue posible calcularlo. La digestibilidad de *D. tertiolecta*, *I. galbana*, *T. chuii* y *T. suecica* es elevada, valores entre 80 y 87% son observados para este índice.

DISCUSIÓN

El grado de ingestión y de digestión del alimento ingerido por las larvas fue determinado por diferencias en la intensidad de la

CUADRO 3

Índice absoluto de ingestión (I.A.I.), e índice absoluto de digestión (I.A.D.), expresados en porcentaje, de las larvas de *Strombus gigas* de 30 días de edad alimentadas con siete microalgas.

TABLE 3

Absolute ingestion index (A.I.I.), and absolute digestion index (A.D.I.), in percentage, of *Strombus gigas* larvae of 30 days fed seven microalgae.

Microalga	I.A.I.	I.A.D.
<i>T. chuii</i>	95	80
<i>D. tertiolecta</i>	93	87
<i>C. coccoides</i>	92	-
<i>I. aff. galbana</i>	90	85
<i>T. suecica</i>	89	87
<i>Chaetoceros</i> sp.	73	50
<i>T. fluviatilis</i>	60	-

fluorescencia de las células algales presentes en el estómago de la larva. Estas diferencias fueron detectadas de manera directa bajo el microscopio de epifluorescencia en virtud de la transparencia de los tejidos de la larva y, de la fluorescencia natural de la clorofila presente en los cloroplastos de las células algales. Estas observaciones directas a través de los tejidos de la larva viva permitieron establecer una estimación de la cantidad de alimento ingerido por la larva durante las dos primeras horas en que estuvo en contacto con el alimento. En el cuadro 4 se presenta esta estimación, en donde el alimento ingerido presente en el estómago de la larva es expresado en porcentaje y referido como repleción gástrica (RG). De las siete microalgas, las larvas alimentadas con *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis* presentan el 100% de la población con el valor de RG más bajo (25%). En contraste, en las larvas alimentadas con *C. coccoides*, *I. galbana*, *T. suecica* y *T. chuii* el total de larvas presentan una RG elevada (75 y 100) para las dos horas de observación.

De acuerdo con el IAI e IAD, *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis* son dietas con una baja ingestibilidad y digestibilidad en comparación con las demás dietas. Aldana-Aranda y Patiño-Suárez (1998) señalan que

CUADRO 4

Estimación de la cantidad de alimento observado en el interior de la larva para las dos primeras horas de experimentación. Dicha estimación es expresada en porcentaje para cada microalga. RG significa, repleción gástrica la cual se presenta en porcentaje en una escala de 25, 50, 75 y 100% de llenado.

TABLE 4

Estimation of food quantity inside larva for the two first experimental hours. The estimation is in percentage for each microalga. RG means gastric repletion, which is in percentage in a scale of 25, 50, 75 y 100% filling.

Microalga	RG (%)	Porcentaje de larvas Hora	
		1a	2a
<i>Chaetoceros</i> sp.	25	100	100
	50	0	0
	75	0	0
	100	0	0
<i>T. fluviatilis</i>	25	100	100
	50	0	0
	75	0	0
	100	0	0
<i>C. coccoides</i>	25	0	0
	50	0	0
	75	100	0
	100	0	100
<i>D. tertiolecta</i>	25	0	0
	50	100	37
	75	0	50
	100	0	13
<i>I. aff. galbana</i>	25	0	0
	50	0	0
	75	100	0
	100	0	100
<i>T. chuii</i>	25	0	0
	50	0	0
	75	100	0
	100	0	100
<i>T. suecica</i>	25	0	0
	50	0	0
	75	100	0
	100	0	100

en larvas de *S. gigas* de 1 día de edad la tasa de ingestión de *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis* es baja; además, observan que en un lapso de 24 horas estas microalgas no son digeridas por las larvas de esta edad. Por otro lado, altas mortalidades han sido obtenidas en larvas de *S. gigas* y *S. gallus* alimentadas con *T. fluviatilis* (Ballantine y Appeldoorn 1982, García-Santaella y Aldana-Aranada 1994). Este efec-

to podría ser entendido tomando en cuenta lo reportado por Aldana-Aranda y Patiño-Suárez (1998), y lo obtenido en esta investigación, en donde las larvas tanto de 1 día como las de 30 días presentan tasas de ingestión y digestión bajas con esta microalga.

*Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis* son microalgas sésiles pertenecientes a la familia de las diatomeas, lo que les confiere las características de poseer una pared celular o fustela de silicón y ácido péptico (Coll Morales 1982), y secretar un mucus que mantiene a varias de estas células unidas formando filamentos sólidos más o menos largos (Balech 1977). Esto permite sugerir que la baja ingestibilidad y digestibilidad de estas especies algales podría ser por la incompetencia de las larvas en capturar éstos filamentos sésiles y, de digerir su pared celular. En juveniles de *S. gigas*, en donde la alimentación es bentónica, buenos resultados han sido obtenidos con *T. fluviatilis* (Ballantine 1981, Siddall 1981, 1983). Todo esto pone de manifiesto que la ingestibilidad y digestibilidad de las células algales dependen de factores tales como su tamaño, características morfológicas, así como la edad del organismo y sus hábitos alimenticios en cada etapa de desarrollo, los cuales son distintos.

Entre las microalgas frecuentemente utilizadas para el cultivo de *Strombus* sp. figuran *Tetraselmis* e *Isochrysis* spp. (Ballantine y Appeldoorn 1982, Bradshaw-Hawkins 1982, Davis *et al.* 1987, Aldana-Aranda y Torrentera 1987, Boidron-Metairon 1992, García-Santaella y Aldana-Aranda 1994, Brito-Manzano 1997, Brito *et al.* 1998). Aldana-Aranda y Patiño-Suárez (1998) observan que con ambas especies algales, las tasas de ingestión y de digestión en larvas de *S. gigas* de 1 día de edad son elevadas. Este estudio muestra que la ingestibilidad y digestibilidad de ambas especies es elevada, lo que deja de manifiesto que las tasas de ingestión y de digestión de una microalga están estrechamente relacionadas con el valor nutritivo que proporciona la microalga en la

duración de la fase larval. Este estudio confirma el hecho de que *Tetraselmis* e *Isochrysis* spp. son adecuadas; sin embargo, también sugiere el uso de *D. tertiolecta* y *C. coccoides* como alimentos potenciales para las larvas de este molusco. Contrariamente, se recomienda evitar el uso de *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis*, durante la fase larval de *S. gigas*.

#### AGRACEDIMIENTOS

Este 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. 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.

#### RESUMEN

El valor nutritivo potencial de siete microalgas se estudió según su ingestibilidad y digestibilidad para larvas de *Strombus gigas* de 30 días de edad cultivadas a 28°C y alimentadas a una concentración de 1 000 células • ml<sup>-1</sup>. Se usó: *Tetraselmis suecica*, *Tetraselmis chuii*, *Isochrysis* aff. *galbana*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlamydomonas coccoides*, *Chaetoceros* sp. y *Thalassiosira fluviatilis*. Ingestión y digestión fueron evaluadas en los cuatro estados de nutrición mediante microscopía de epifluorescencia con larvas vivas. Índices temporales y absolutos indicaron que *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis* presentan un grado de ingestión y digestión menor. Las otras algas se recomiendan para la alimentación de larvas de *S. gigas*.

#### REFERENCIAS

- Aldana-Aranda, D. & B.L. Torrentera. 1987. Croissance larvaire de *Strombus gigas* (Mollusque: Gastéropode) en fonction de la nourriture et de la température. *Halitotus* 16, 403-411.
- Aldana-Aranda, D., A. Lucas, T. Brulé, M. Andrade, E. García-Santaella, N. Maginot, & 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 méthodologique. These de Doctorat d'Universite. Universite de Marseille III. 68 pp

- Aldana-Aranda, D., V. Patiño-Suárez & T. Brulé. 1997. Nutritional potentialities of *Chlamydomonas coccooides* and *Thalassiosira fluviatilis*, as measured by their ingestion and digestion rates by the Queen Conch larvae (*Strombus gigas*). *Aquaculture*, 156: 9-20.
- Aldana-Aranda, D. & V. Patiño-Suárez. 1998. Overview of diets used in larviculture of three Caribbean Conchs: Queen Conch *Strombus gigas*, Milk Conch *Strombus costatus* and Fighting Conch *Strombus pugilis*. *Aquaculture*, 167: 163-178.
- Appeldoorn, R. 1994. Queen conch management and research: status, needs and priorities. In: R.S. Appeldoorn and B. Rodríguez (Editors), *Strombus gigas* Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela, pp 301-319.
- Babinchak, J. & R. Ukeles. 1979. Epifluorescence microscopy, a technique for the study of feeding in *Crassostrea virginica* veliger larvae. *Mar. Biol.*, 51: 69-76.
- Balech, E. 1977. Introducción al fitoplancton marino. EUDEBA Manuales, Argentina, 302 pp.
- Ballantine, D. L. 1981. *Strombus gigas* culture program in Puerto Rico. National Marine Fisheries Service, Puerto Rico, 6pp.
- Ballantine, D. L. & R.S. Appeldoorn. 1982. Hatchery Culture and Reseeding of Queen Conch, *Strombus gigas* in Puerto Rico. No. FSE43-81-126-12. National Marine Fisheries Service, Puerto Rico, 20 pp.
- Baqueiro, C.E. 1997. The Molluscan fisheries of Mexico. In: The History, present condition and future of the molluscan fisheries of North and Central American and Europe, 2: 39-49. NOAA. Tech. Rep. NMFS 129 U.S. Dep. of Commerce.
- Boidron-Metairon, I., 1992. A new approach to comparative studies of *Strombus gigas* larvae at the developmental and nutritional levels. *Proc. Gulf Carib. Fish Inst.* 41, 459-467.
- Bradshaw-Hawkins, V.L., 1982. Contribution of the natural history of the West Indian fighting conch, *Strombus pugilis* (Linnaeus) in Barbados, with emphasis on reproduction. Thesis M. Sc. University McGill, Montreal Canadá, 131 pp.
- Brito-Manzano, N. P., 1997. Alimentación de larvas: efecto del fotoperiodo sobre la organogénesis, crecimiento y sobrevivencia larval de *Strombus pugilis* (Linne, 1758). M.S. Thesis, CINVESTAV-IPN, Mérida, Yucatán, México, 90 + XXIII pp.
- Brito-Manzano, N. P., D. Aldana-Aranda & C.E. Baqueiro. 1998. Development, growth and survival of larvae of the fighting conch *Strombus pugilis* L. (Mollusca, Gastropoda) in the laboratory. *Bull. Mar. Sci.* 62(1): 1-8.
- Coll-Morales, J. 1982. Acuicultura Marina Animal. Mundi Prensa, Madrid, 669 pp.
- Creswell, R.L. 1994. An historical overview of Queen Conch mariculture.. In: R.S. Appeldoorn and B. Rodríguez (Editors), *Strombus gigas* Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela, pp 223-230.
- Davis, M., R.C. Hesse, & G. Hodgkins. 1987. Commercial hatchery produced queen conch, *Strombus gigas*, seed for the research and grow-out market. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 38, 326-335.
- de Jesús Navarrete, A. & R.J. Oliva. 1997. Densidad, crecimiento y reclutamiento del caracol rosado *Strombus gigas* L. en Punta Gavián, Quintana Roo, México. *Rev. Biol. Trop.* 45(2): 797-801.
- de Jesús Navarrete, A., J. Oliva, A. Pelayo, M. Góngora, A. Medina, & M. Domínguez. 1993. Cultivo del caracol *Strombus gigas* en Quintana Roo. Secretaría de Pesca, Subsecretaría de Fomento y Desarrollo Pesqueros, México, 82 pp.
- García-Santaella, E. & 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.
- Gillard, R.L.L. & J.H. Ryther. 1962. Studies on marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve). *Can. J. Microbiol.*, 8: 229-239.
- Iversen, E.S. & D.E. Jory. 1997. Mariculture and enhancement of wild populations of Queen Conch (*Strombus gigas*) in the Western Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 60(3): 929-941.
- Salaün, 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. 1981. Larviculture. In: *Proc. 1st Queen Conch Fish. and Maric. Meet.*, Berg C.J., Jr (Ed). The Wallace Groves Aquaculture Foundation, Freeport. Bahamas, pp 13-23.
- Siddall, S.E., 1983. Biological and economic outlook for hatchery production of juvenile queen conch. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 35: 46-52.
- Stoner, A.W. & M. Davis. 1997. Abundance and distribution of Queen Conch veligers (*Strombus gigas*) in the central Bahamas I. Horizontal patterns in relation to reproductive and nursery grounds. *J. Shellfish Res.*, 16(1): 7-18.