

Algas Potenciales en el Cultivo Larval del Caracol Reina, *Strombus gigas*

DALILA ALDANA ARANDA y VICTORIA PATIÑO SUÁREZ
CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida
Km. 6 Carretera Antigua a Progreso,
Mérida, C.P. 97310, Yucatán, México

RESUMEN

Se determinaron las dinámicas de alimentación de las larvas del caracol Reina, *Strombus gigas*, probando diferentes dietas monoalgales. Dichas dietas fueron: *I. aff. galbana*, *T. chuii*, *T. suecica*, *T. fluviatilis*, *C. coccoides*, *D. tertiolecta* y *Chaetoceros* sp. La ingestión y digestión de cada dieta por las larvas de *S. gigas* fueron estudiadas en cuatro estadios de desarrollo larval: 1, 10, 18 y 30 días después de la eclosión. La densidad larval fue de 100 larvas/l y, la temperatura de cultivo se mantuvo a $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Las mediciones de la ingestión y grado de digestión del alimento tomado por la larva fueron determinadas de manera directa mediante epifluorescencia y caracterizadas en cuatro estados cualitativos de nutrición. Con base en los estados nutricionales se calcularon los índices absolutos de ingestión y digestión para cada una de las dietas y edad larval. Dichos índices permitieron establecer comparaciones del comportamiento alimenticio entre las diferentes algas y estados de desarrollo larval estudiados. En función de este comportamiento de alimentación se presenta una clasificación de dietas potenciales y no potenciales en el cultivo larval del gasterópodo *Strombus gigas*.

PALABRAS CLAVE: Alimentación, epifluorescencia, larva, *Strombus gigas*.

Potential Alga for the Larval Rearing of the Queen Conch, *Strombus gigas*

ABSTRACT

Different monoalgal diets were used to determine feeding dynamics for the Queen Conch *Strombus gigas* larva. The diets used were: *I. aff. galbana*, *T. chuii*, *T. suecica*, *T. fluviatilis*, *C. coccoides*, *D. tertiolecta* y *Chaetoceros* sp. The ingestion and digestion of each diet by *S. gigas* larva were evaluated at four larval ages: 1, 10, 18 and 30 days after hatching. Larva were reared at 100 larvae/l and, culture temperature was kept at $27 \pm 1^\circ\text{C}$. The ingestion and digestion measurement were determined in a direct way by the epifluorescence technique and characterized in four qualitative stages of nutrition. According to the nutritional stages the absolute ingestion and digestion indices were calculated for each diet and larval age. Both indices were used to compare feeding behavior between the different alga and larval age. In function of this behavior the different diets were

classified in potential and no potential diets for larval rearing of the gastropod *Strombus gigas*.

KEY WORDS: Feeding, epifluorescence, larva, *Strombus gigas*.

INTRODUCCIÓN

El caracol reina *Strombus gigas* es uno de los moluscos de importancia económica para varios países de la región Caribeña. Socioculturalmente, era considerado como símbolo de la vida y la fertilidad por varias culturas prehispánicas. Dada su importancia económica, su pesquería ha sido considerada la más valiosas de la región, después de la langosta espinosa (Brownell, 1977; Ballantine y Appeldoorn, 1983; Siddall, 1983). El recurso es utilizado en su totalidad: Nutricionalmente, su carne es una importante fuente de proteínas y posee además un alto contenido de cobre asimilable por el hombre. Las vísceras son utilizadas para la elaboración de fertilizantes y las conchas son usadas en la industria artesanal, de la construcción o empleadas como fuente de carbonato de calcio (Randall, 1964; Laughlin y Weil, 1983; Aldana-Aranda y Baqueiro, 1995).

La demanda de este recurso y su explotación desmedida han ocasionado importantes disminuciones en las poblaciones naturales en donde el caracol habita (Berg, 1976; Siddall, 1984; Appeldoorn, 1994).

En la búsqueda de soluciones para esta problemática, diversos investigadores han conjuntado esfuerzos con la finalidad de implantar programas de repoblamiento en las áreas afectadas, además del desarrollo tecnológico de su acuicultura. Uno de los puntos a considerar para la acuicultura del caracol es su alimentación durante la fase larval. Los avances en este sentido han implicado un esfuerzo científico de más de veinte años; sin embargo, la ración de alimento en calidad y cantidad no ha sido totalmente definida.

Con el propósito de incrementar el conocimiento de las técnicas orientadas hacia el cultivo del caracol reina *S. gigas*, se presenta una evaluación de siete dietas monoalgales para distintas etapas de desarrollo larval. La evaluación de dichas dietas fue realizada mediante su grado de ingestibilidad y digestibilidad. De acuerdo con estos parámetros se proponen dietas potenciales y no potenciales para cada estadio del desarrollo larval.

MATERIAL Y MÉTODO

Los huevos fertilizados fueron colectados 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 Uvero. En el laboratorio, las huevas se colocaron sobre una malla de 500 µm, sumergidas en agua de mar filtrada y esterilizada con luz U.V., y con recambios diarios hasta el momento de

la eclosión. Las larvas recién eclosionadas fueron transferidas a recipientes de plástico de 4 litros a una densidad de 100 larvas por litro. Durante el cultivo los recambios de agua se realizaron cada 24 horas, y la temperatura se mantuvo constante a $27 \pm 1^\circ\text{C}$. Para el cultivo de microalgas se utilizó el medio F/2 de Guillard y Ryther (1962). Las especies de microalgas seleccionadas fueron: *Thalassiosira fluviatilis*, *Tetraselmis chuii*, *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis* aff. *galbana*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlamydomonas coccooides* y *Chaetoceros* sp.

El microcopio de epifluorescencia fue utilizado para observar los procesos de ingestión y digestión de las larvas de *S. gigas* a diferentes estadios de desarrollo: 1, 10, 18 y 30 día después de la eclosión. Los procesos de ingestión y digestión fueron observados con larvas vivas a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 horas, siguiendo lo reportado por Aldana-Aranda y colaboradores (1994). Las mediciones de ambos procesos en cada tiempo de observación fueron realizadas en diferentes submuestras.

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 alimentación de las larvas de *S. gigas*, se determinaron los índices absolutos de ingestión y digestión (I.A.I. e I.A.D.), mismos que fueron calculados tomándo en cuenta una escala cromática de cuatro estados de nutrición, establecida por Babinchak y Ukeles (1979) (Tabla 1). El I.A.I. e I.A.D. establecidos en 1993 por Aldana-Aranda son presentados en la Tabla 2. Ambos índices fueron calculados para las distintas dietas y etapas de desarrollo larval estudiadas en este trabajo.

RESULTADOS

En la Tabla 3 se presentan los valores del I.A.I., expresado en porcentaje, para las diferentes dietas y edades larvales. Las larvas que mostraron a lo largo de su vida larvaria un valor del I.A.I. por arriba del 80% fueron aquéllas alimentadas con *C. coccooides*, *I. aff. galbana*, *T. chuii*, *T. suecica* y *D. tertiolecta*. Contrariamente, en las larvas alimentadas con *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis*, el I.A.I. fue inferior sobre todo para las larvas de 1 y 10 días, en las recién eclosionadas este índice fue de 7 y 8%, respectivamente.

En la Tabla 4 se presentan los valores del I.A.D., expresado en porcentaje, para las diferentes dietas y edades larvales. Los valores más elevados del I.A.D. fueron para las larvas alimentadas con *C. coccooides*, *D. tertiolecta*, *I. aff. galbana*, *T. chuii* y *T. suecica*. En las larvas alimentadas con *Chaetoceros* sp. el valor de este índice fue de cero para las larvas de 1 y 10 días de edad, y 50% para las de 30 días. Asimismo, en las larvas alimentadas con *T. fluviatilis* los valores para este

índice también fueron bajos: 0, 64 y 45% para edades de 1, 10 y 18 días, respectivamente.

Tabla 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)

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 pálida, 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. Índices absolutos de ingestión y digestión para comparar el comportamiento alimenticio de las larvas velígeras. Nomenclatura: no, número total de larvas observadas; n_{4min} , valor mínimo de larvas observadas en estado 4 de nutrición; y n_{1d} , larvas en estado 1 de nutrición a la última hora en la que este estado fue observado (Aldana-Aranda, 1993).

Ingestión	Digestión
$I.A.I. = \frac{no - n_{4min}}{no} \times 100$	$I.A.D. = \frac{no - (n_{4min} + n_{1d})}{no} \times 100$

Tabla 3. Resultados del índice absoluto de ingestión (I.A.I.), expresado en porcentaje de las siete microalgas estudiadas para los cuatro estadios de desarrollo larval de *Strombus gigas*: 1, 10, 18 y 30 días después de la eclosión.

Microalga	Edad de la larva en días a partir de la eclosión			
	1	10	18	30
<i>Chaetoceros</i> sp.	7	60	90	73
<i>C. coccoides</i>	96	93	93	92
<i>D. tertiolecta</i>	84	96	93	93
<i>I. aff. galbana</i>	94	94	92	90
<i>T. fluviatilis</i>	8	82	95	60
<i>T. chuii</i>	96	93	94	95
<i>T. suecica</i>	88	95	96	89

Tabla 4. Resultados del índice absoluto de digestión (I.A.D.), expresado en porcentaje de las siete microalgas estudiadas para los cuatro estadios de desarrollo larval de *Strombus gigas*: 1, 10, 18 y 30 días después de la eclosión.

<u>Edad de la larva en días a partir de la eclosión</u>				
<u>Microalga</u>	<u>1</u>	<u>10</u>	<u>18</u>	<u>30</u>
<i>Chaëtoceros</i> sp.	0	0	-	50
<i>C. coccooides</i>	89	89	-	-
<i>D. tertiolecta</i>	81	88	-	87
<i>I. aff. galbana</i>	74	85	-	85
<i>T. fluviatilis</i>	0	64	45	-
<i>T. chuii</i>	90	88	79	80
<i>T. suecica</i>	89	83	70	87

La observación de las células algales en el interior del estómago de la larva, permitió realizar una estimación de la cantidad de alimento ingerido por la larva durante las primeras horas en que estuvieron en contacto con éste. La estimación del llenado estomacal, expresado en porcentajes, para cada dieta y edad larval son presentados en la Tabla 5. Así se observa que las larvas alimentadas con *Chaetoceros* sp. presentan de manera general llenados del estómago de ~25% a lo largo de su desarrollo larval, siendo la única excepción las larvas de 18 días, en donde a la segunda hora se tuvo la totalidad de la población con un llenado del ~100%. De manera similar, los llenados estomacales de las larvas alimentadas con *T. fluviatilis* son bajos. Esto resulta evidente en las larvas de 1 y 30 días, en donde el total de la población tuvo un llenado estomacal del ~25%. De manera general, en las larvas alimentadas con *C. coccooides*, *I. aff. galbana*, *T. chuii*, *T. suecica* y *D. tertiolecta* se observa un mayor número de larvas con llenados del estómago de ~50 a 100%. El mayor número de larvas con llenados estomacales elevados a lo largo de la vida larvaria fue observado en las larvas alimentadas con *I. aff. galbana*.

Tabla 5. 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 y se presenta para cada microalga y edad larval (1, 10, 18 y 30 días). RG significa, repleción gástrica la cual se presenta en porcentaje en una escala de 25, 50, 75 y 100% de llenado.

Microalga	RG (%)	Porcentaje de larvas							
		Edad de la larva							
		1 d		10 d		18 d		30 d	
		1a hr	2a hr	1a hr	2a hr	1a hr	2a hr	1a hr	2a hr
<i>Chaetoceros sp.</i>	~25	100	100	100	100	10	0	100	100
	~50	0	0	0	0	90	0	0	0
	~75	0	0	0	0	0	0	0	0
	~100	0	0	0	0	0	100	0	0
<i>T. fluviatilis</i>	~25	100	100	18	59	100	11	100	100
	~50	0	0	59	41	0	28	0	0
	~75	0	0	14	0	0	61	0	0
	~100	0	0	9	0	0	0	0	0
<i>C. coccoides</i>	~25	43	22	10	7	0	0	0	0
	~50	18	11	53	59	0	0	0	0
	~75	14	13	0	34	0	0	100	0
	~100	25	54	37	0	100	100	0	100
<i>D. tertiolecta</i>	~25	47	19	6	5	0	0	0	0
	~50	33	23	0	18	0	0	100	37
	~75	13	23	0	27	0	0	0	50
	~100	7	35	94	50	100	100	0	13
<i>I. galbana</i>	~25	13	0	0	0	0	0	0	0
	~50	6	0	0	0	0	0	0	0
	~75	6	0	0	0	0	0	100	0
	~100	75	100	100	100	100	100	0	100
<i>T. chuii</i>	~25	28	26	18	10	100	0	0	0
	~50	43	22	7	10	0	50	0	0
	~75	29	11	11	53	0	21	100	0
	~100	0	41	64	27	0	28	0	100
<i>T. suecica</i>	~25	30	23	0	0	67	21	0	0
	~50	20	23	0	0	33	8	0	0
	~75	20	19	0	0	0	0	100	0
	~100	30	35	100	100	0	69	0	100

DISCUSIÓN

La microscopía de epifluorescencia resultó una técnica valiosa para el estudio directo de las características cualitativas y cuantitativas del alimento empleado en el cultivo larval de *S. gigas*. Dada la fluorescencia natural de la clorofila presente en los cloroplastos de las células algales y, la transparencia de los tejidos de la larva y de la concha, esta técnica permitió la observación directa de las células algales enteras en el estómago de la larva (clorofila intacta) y, su subsecuente degradación por acción del proceso de digestión (clorofila desnaturalizada).

Estas observaciones fueron realizadas con larvas vivas, pudiéndose detectar fenómenos colaterales a los procesos de ingestión y digestión tales como la expulsión de células algales no digeridas que inicialmente habían sido ingeridas. Así, el proceso alimenticio de las larvas de este molusco fue analizado para siete diferentes dietas monoalgales y para cuatro estadios de desarrollo larval.

De acuerdo con el I.A.I. *C. coccoides*, *I. aff. galbana*, *T. chuii*, *T. suecica* y *D. Tertiolecta* son microalgas con un grado de ingestibilidad elevado y similar entre cada estadio de desarrollo larval. Para *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis* el grado de ingestibilidad varía de acuerdo a la edad de la larva. En las larvas recién eclosionadas ambas microalgas mostraron una ingestibilidad por debajo del 10%, y en las de 30 días por debajo del 75%. De manera similar, la digestibilidad de *Chaetoceros* sp. y *T. fluviatilis* fue baja independientemente de la edad larval. Este hecho es más evidente en las larvas de 1 y 10 días alimentadas con *Chaetoceros* sp., y en las de una día alimentadas con *T. fluviatilis*, en donde el valor del I.A.D. fue cero.

Para el cálculo del I.A.D. se toma en cuenta el número de larvas en el estado 1 de nutrición a la última hora en la que este estado fue observado (n_{1d}). De acuerdo con Aldana-Aranda (1993) cuando una alga es bien digerida el valor de n_{1d} es bajo. En las larvas de 18 días alimentadas con *Chaetoceros* sp, *C. coccoides*, *D. tertiolecta*, e *I. aff. galbana*, y en las de 30 días alimentadas con *C. coccoides* y *T. fluviatilis* el valor de n_{1d} correspondió a la totalidad de la población, motivo por el cual este índice no pudo calcularse. De acuerdo con este índice *C. coccoides*, *D. tertiolecta*, *I. aff. galbana*, *T. chuii* y *T. suecica* son microalgas con una digestibilidad elevada por las larvas de *S. gigas*, independientemente de la edad de éstas.

Como se observa, las larvas de *S. gigas* mostraron una baja ingestibilidad y digestibilidad por *T. fluviatilis* y *Chaetoceros* sp. Fretter y Montgomery (1968) señalan que el tamaño de las células algales juegan un papel importante en la nutrición de los moluscos. Por otra parte, se ha determinado que en las larvas de moluscos el valor nutritivo de una alga está en función de la concentración algal, su digestibilidad, particularmente de la pared celular, de su composición bioquímica (lípidos, ácidos grasos, proteínas y carbohidratos) y de la no

producción de toxinas por las células algales, así como del tamaño de la larva (Bayne, 1983; Webb y Chu, 1983; Fabregas *et al.*, 1985; Pillsbury, 1985; Fernández-Reiriz *et al.*, 1989; Lucas, 1990 y, Delaunay *et al.* 1993). *T. fluviatilis* y *Chaetoceros* sp. son microalgas pertenecientes a la familia de las diatomeas, cuya característica particular es la presencia de pared celular o fustela que contiene formas hidratadas de dióxido de silicón y ácido péptico. *T. fluviatilis* posee una longitud promedio de 30 μm , y aunque *Chaetoceros* sp. es de menor tamaño, ambas microalgas tienen la característica de secretar un mucus, el cual mantiene a varias de estas células unidas para formar filamentos sólidos más o menos largos. Así, las cadenas formadas por *Chaetoceros* sp. tienen una longitud promedio de aproximadamente 40 μm (Balech, 1977; Coll Morales, 1982). Esta característica dificulta su captura y transporte a través de la cavidad oral de la larva, con énfasis en sus primeras etapas de desarrollo, en donde la anatomía de la larva impide la captura de partículas de alimento grandes.

Además, en algunos estudios de nutrición donde se ha utilizado *T. fluviatilis* en el cultivo larval de *Strombus* se ha observado altas tasas de mortalidad (Ballantine y Appeldoorn, 1982; García-Santaella y Aldana-Aranda, 1994). En veligeras de *Crepidula*, Fretter and Montgomery (1968) señalan que *Thalassiosira* es una microalga demasiado grande para ser ingerida por las larvas jóvenes. Por su parte, los géneros *Isochrysis* y *Tetraselmis* han sido los más comúnmente utilizados en el cultivo de *S. gigas* (Ballantine, 1981; Siddall, 1981; Ballantine y Appeldoorn, 1982; Ballantine y Appeldoorn, 1983; Hensen, 1983; García-Santaella y Aldana-aranda, 1994; Davis, 1994).

De acuerdo a su ingestibilidad y digestibilidad *I. aff. galbana*, *T. chuii* y *T. suecica*, *C. coccoides*, y *D. tertiolecta* se manifiestan como dietas potenciales y *T. fluviatilis* y *Chaetoceros* sp. como dietas no potenciales en los cultivos larvales de *S. gigas*.

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 Luisa Zaldivar por su apoyo técnico.

LITERATURA CITADA

Aldana-Aranda, D. 1993. *L'alimentation des larves de mollusques: approche methologique*. These de Doctorat d'Universite. Universite de Marseille III. 68 p.

- Aldana-Aranda, D., M.V. Patiño-Suárez y 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 E. Baqueiro C., 1995. Los moluscos en México: Estudio y aprovechamiento. *Academia* 27: 33-45.
- Appeldoorn, R. 1994. Queen conch management and research: status, needs and priorities. Pages 301-319 in: R.S. Appeldoorn and B. Rodríguez (eds.), *Strombus gigas Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture*. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela p.
- 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.
- Balech, E. 1977. *Introducción al fitoplancton marino*. EUDEBA Manuales, Argentina. 302 p.
- Ballantine, D. L. 1981. *Strombus gigas* culture program in Puerto Rico. Natinal Marine Fisheries Service, Puerto Rico. 6 p.
- Ballantine, D. L. y R.S. Appeldoorn. 1982. Hatchery culture and reseeding of the queen conch *Strombus gigas* in Puerto Rico. Vol. FSE43-81-126-12, . Natinal Marine Fisheries Service, Puerto Rico. 20 p.
- Ballantine, D. L. y R.S. Appeldoorn. 1983. Queen conch culture and future prospects in Puerto Rico. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 35:57 - 63.
- Bayne, B.L. 1983. Physiological Ecology of Marine Molluscan Larvae. *The Mollusca* 3:299 - 343.
- Berg, C.J. 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas*, with a discusion of the practicality of its mariculture. *Mar. Biol.* 34:171 - 199.
- 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.
- Coll-Morales, J. 1982. *Acuacultura Marina Animal*. Mundi Prensa, Madrid. 669 p.
- Davis, M. 1994. Mariculture techniques for queen conch (*Strombus giga* L.): egg mass to juvenile stage. Pages 301-319 in: R.S. Appeldoorn and B. Rodríguez (eds.) *Strombus gigas Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture*. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.
- Delaunay, F., Marty, Y., Moal, J. and J.F. Samain. 1993. The effect of monospecific algal diets on growth and fatty acid composition of *Pecten maximus* (L.) larvae. *J. Exp. Biol. Ecol.* 173:169 - 179.
- Fabregas, J. Herrero, C., Cabezas, B. and Abalde, J. 1985. Mass culture and biochemical variability of the marine microalga *Tetraselmis suecica*

- Kylin (Butch) with high nutrient concentrations. *Aquaculture* **49**:231 - 244.
- Fernández-Reiriz, M.J., Pérez-C., A., Ferreiro, M.J., Blanco, J., Planas, M., Campos, M.J. and Labarta, U. 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. 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.
- Gillard, R.L.L. and J.H. Ryther. 1962. Studies on marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve). *Can. Jour. Microbiol.* **8**:229 - 239.
- Hensen, R.R., 1983. Queen conch management and culture in the Netherlands Antilles. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **35**:53 - 56.
- Laughlin, R.A. y E. Weil. 1983. Queen conch mariculture and restoration in the Archipiélago de los Roques: preliminary results. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **35**:64 - 72.
- Lucas, A. 1990. Feeding and digestion in bivalve larvae. Pages 173-190 in: Brian Morton (ed.) *Proc. of Memorial Symposium in Honor of Sir Charles Maurice Yonge*. Hong Kong.
- Pillsbury, K.S., 1985. The relative food value and biochemical composition of five phytoplankton diets for queen conch *Strombus gigas* (Linné) larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **90**:221 - 231.
- Randall, J.E. 1964. Contribution to the biology of the queen conch *Strombus gigas*. *Bull. Mar. Sci.* **14**:246 - 295.
- Siddall, S.E. 1981. Larviculture. Pages 13-23 in: C.J. Berg (ed.) *Proc. 1st Queen Conch Fish. and Maric. Meet. The Wallace Groves Aquaculture Foundation*, Freeport. Bahamas. p. 13-23.
- Siddall, S.E. 1983. Biological and economic outlook for hatchery production of juvenile queen conch. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **35**:45 - 52.
- Siddall, S.E. 1984. Synopsis of recent research on the queen conch *Strombus gigas* Linné. *J. Shellfish Res.* **4**:1 - 3.
- Webb, K.L. and F.L.E. Chu. 1983. Phytoplankton as a food source for bivalve larvae. Pages 272-291 in: G.D: Pruder, C. Langdon and D. Conklin (eds.) *Proceedings of the 2nd. International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shell-fish Nutrition*. World Maricult. Soc. Spec. Publ. No. 2.