

Crecimiento y Eficiencia Alimenticia del Caracol Rosado *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758) Juvenil Alimentado con Nueve Alimentos Balanceados Conteniendo Diferentes Niveles de Proteína y Energía

RAUL MORENO DE LA TORRE y DALILA ALDANA ARANDA

*Laboratorio de Biología y Cultivo de Moluscos
Departamento de Recursos del mar. CINVESTAV-IPN
Carretera antigua a progreso Km. 6
Mérida, Yucatán, México 97310*

RESUMEN

Uno de los cuellos de botella en el cultivo del caracol rosado *Strombus gigas* es la carencia de un alimento balanceado específico que promueva su crecimiento. Se desconocen los requerimientos nutricionales del caracol, en particular de proteína y energía. Con base en el análisis del contenido de aminoácidos de muestras del pie del caracol, se diseñaron nueve alimentos balanceados conteniendo tres niveles de proteína (20, 30 y 40%), cada uno con tres niveles de energía (12, 15 y 18 KJ/g de alimento). Se realizó un análisis bromatológico y calorimétrico para cada uno de los alimentos. El diseño experimental consistió de nueve tratamientos, por triplicado. En cada unidad experimental se colocaron 16 organismos (39.07 ± 0.92 mm LC y 5.32 ± 0.33 g peso).

Los organismos se aclimataron por un periodo de 21 días. Se registraron la longitud sifonal y el peso húmedo individual de los animales a los 0, 21, 42, 63 y 84 días del experimento.

Los organismos alimentados con el alimento con 36.5% de proteína obtuvieron la mejor tasa de crecimiento, 0.23 mm/d; porcentaje de ganancia en peso, 3.9 %/d y tasa específica de crecimiento, 1.7 %/d. La supervivencia promedio al final del experimento fue de 99.5%.

PALABRAS CLAVES: Alimento balanceado, cultivo, *Strombus gigas*

Growth and Feed Utilization of Juvenile Queen Conch *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758) fed Nine Formulated Feeds of Varying Protein and Energy Content

Lack of a formulated food for queen conch *Strombus gigas* is a bottleneck to its culture. Nutrient requirements for the conch, particularly of protein and energy, are unknown. The conch's foot was analyze for amino acids content, and on this basis nine formulated feeds were design containing three levels of protein (20, 30 and 40%), each one with three levels of energy (12, 15 and 18 KJ/g feed). Chemical analyzes of proteins, lipids, fiber, humidity, ash and energy have been carried out to each feed.

Experimental design consists of nine treatments in triplicate. There are 16 organisms (39.07 mm SL, 5.32 g weight) in each experimental unit.

Conchs were acclimatized for a 21 days period. At 0, 21, 42, 63 and 84 days were register shell length and weight of each animal

Animals feeding 36.5% protein diet achieved highest growth rate, 0.23 mm/d; weighth gain, 3.9 %/d and specific growth rate 1.7 %/d. Total final survival was 99.5%.

KEY WORDS: Culture, formulated feed, *Strombus gigas*

INTRODUCCIÓN

Strombus gigas es un caracol endémico de las aguas someras de la provincia biogeográfica del Caribe (Berg y Olsen 1989). Es un recurso apreciado debido a la calidad de su carne y a la belleza de su concha. La pesca del caracol rosado representa un valor potencial de 60 millones de dólares estadounidenses anuales, sin considerar la extracción para consumo local ni la pesca clandestina (Chakalall y Cochrane 1997). La intensificación del esfuerzo pesquero sobre esta especie ha causado un descenso de su población. Su pesca se regula mediante vedas, permisos y cuotas de captura en la mayoría de los países del Caribe (Appeldoorn 1994).

La disminución de la población y su importancia económica han propiciado el inicio de su cultivo. En un análisis sobre el potencial del cultivo de *Strombus gigas*, Creswell (1984), Appeldoorn (1994), Glazer *et al.* (1997) e Iversen y Jory (1997) concluyen que es necesario desarrollar alimentos balanceados de bajo costo. Actualmente se cuenta con diferentes técnicas de cultivo para las etapas larvaria y juvenil (Davis 2000). Sin embargo, los requerimientos nutricionales de *S. gigas*, no han sido determinados.

Los objetivos de este estudio son:

- i) Diseñar alimentos balanceados para juveniles de *Strombus gigas*,
- ii) Determinar su valor nutricional en función de la supervivencia, crecimiento y eficiencia alimenticia de juveniles de *S. gigas*; y
- iii) Determinar el requerimiento óptimo de proteína y energía para juveniles de esta especie.

MÉTODOS

Se analizó (por duplicado) una muestra agrupada del pie de diez caracoles para determinar el contenido de aminoácidos. En base al resultado obtenido, se diseñaron nueve alimentos balanceados conteniendo tres niveles de proteína (20, 30 y 40%), cada uno con tres niveles de energía (12, 15 y 18 KJ/g de alimento), tratando de repetir el perfil de aminoácidos encontrado.

Se realizaron análisis químicos de proteína, lípidos, fibra, humedad, cenizas y energía a los alimentos (por triplicado).

El diseño experimental consistió de nueve tratamientos (uno por cada alimento balanceado, AB1 a AB9), por triplicado. En cada una de las 27 unidades experimentales se colocaron 16 organismos de *Strombus gigas* (39.07 ± 0.92 mm LC y 5.32 ± 0.33 g peso). Los 27 acuarios de plástico se mantuvieron con flujo continuo de agua de mar filtrada y aireación. Al fondo de cada acuario se colocó una capa de arena fina de 2 cm de profundidad. El fotoperiodo utilizado fue de 12:12 horas.

Los organismos se aclimataron durante 21 días a las condiciones de cultivo, en este periodo se alimentaron con un alimento balanceado (28% proteína). El experimento de alimentación tuvo una duración de 84 días. Los días 0, 21, 42, 63 y 84 días se midieron la longitud de la concha (LC) y el peso húmedo individual de los organismos.

El experimento se llevó al cabo en el Acuario Marino del Parque Xcaret, Quintana Roo, México.

RESULTADOS

Se presenta el contenido de aminoácidos del músculo del pie de *Strombus gigas*, antes del experimento de alimentación (Tabla 1). Es una muestra agrupada de diez organismos, analizada por duplicado.

Los alimentos balanceados experimentales AB1 a AB9 para *Strombus gigas* presentan una graduación en el nivel de inclusión de ingredientes fuente de proteína: harina de pescado, harina de soya, harina de trigo y espirulina. El análisis bromatológico realizado a los alimentos AB1 a AB9 refleja la graduación en el nivel de inclusión de proteínas. La Tabla 2 muestra la composición proximal de los alimentos balanceados.

Los valores iniciales y finales de longitud sifonal y peso húmedo de los organismos, tasa de crecimiento diario (TC), porcentaje de ganancia de peso y tasa específica de crecimiento se presentan para cada uno de los tratamientos experimentales en la Tabla 3. Los organismos alimentados

con AB7 (36.5% proteína) presentaron los valores máximos de TC, 0.23 mm/d; porcentaje de ganancia en peso, 3.9 %/d y tasa específica de crecimiento, 1.7 %/d. Los valores mínimos se presentaron en el tratamiento AB2 (19% proteína) con 0.16 mm/d, 2.6 %/d y 1.4 %/d, respectivamente para los mismos parámetros.

La supervivencia promedio fue 99.5%. El número de organismos experimentales vivos al final de cada periodo de medición y el porcentaje de supervivencia final en cada unidad experimental se presentan en la Tabla 4.

Tabla 1. Contenido de aminoácidos del músculo del pie de *Strombus gigas* (%).

Aminoácido	(%)
Esenciales	
Arginina	10.59
Cisteína	n.d.
Fenilalanina	3.62
Histidina	3.65
Isoleucina	4.77
Leucina	12.00
Lisina - Metionina	4.70
Treonina	0.61
Triptofano	n.m.
Valina	5.76
No esenciales	
Alanina	9.47
Aspártico	11.92
Glicina	8.74
Glutámico	18.15
Prolina	2.56
Serina	3.46
Tirosina	n.d.

n.d.- No detectado.

n.m.- No medido.

Tabla 2. Composición proximal de los alimentos balanceados experimentales AB1 a AB9 para *Strombus gigas* (%).

Composición proximal (%)	Alimento balanceado experimental								
	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5	AB6	AB7	AB8	AB9
Proteína	19.3	19.0	19.0	27.7	27.8	32.7	36.5	37.3	38.1
Lípidos crudos	2.6	6.6	7.9	3.5	5.5	6.9	4.5	5.6	8.2
Fibra cruda	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8	1.4	0.9	1.3	1.0
Ceniza	7.1	6.1	6.6	8.7	9.0	9.7	11.1	11.1	10.9
ELN	70.6	67.9	66.1	59.3	56.9	49.3	47.0	44.7	41.8

Tabla 3. Valores iniciales y finales de la longitud sifonal y el peso húmedo, tasa de crecimiento diario, porcentaje de ganancia de peso y tasa específica de crecimiento de los organismos experimentales, alimentados con los alimentos balanceados durante 84 días.

Parámetro de crecimiento	Alimento balanceado experimental								
	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5	AB6	AB7	AB8	AB9
Talla inicial (mm)	39.1	37.8	38.3	39.4	39.3	39.4	39.0	39.4	40.0
Talla final (mm)	54.2	50.9	52.1	55.7	56.5	57.6	58.4	57.2	56.8
Tasa de crecimiento diario (mm/d)	0.18	0.16	0.16	0.19	0.21	0.22	0.23	0.21	0.20
Peso inicial (g)	5.4	5.0	5.0	5.5	5.5	5.4	5.2	5.4	5.7
Peso final (g)	18.4	15.8	16.1	20.1	20.5	21.5	22.4	21.1	21.3
Porcentaje Ganancia en peso (%/d)	2.9	2.6	2.7	3.2	3.3	3.6	3.9	3.5	3.3
Tasa específica de crecimiento (%/d)	1.5	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.6

Tabla 4. Número de organismos vivos al final de cada periodo de medición y supervivencia final a los 84 días (%) de *Strombus gigas*. Se presentan los valores de las tres réplicas de cada tratamiento (AB). Número inicial, 16 organismos.

AB	Réplica	Número de organismos vivos				Supervivencia
		Día 21	Día 42	Día 63	Día 84	(%)
AB1	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	15	15	93.8
AB2	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
AB3	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
AB4	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
AB5	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
AB6	a	16	16	15	15	93.8
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
AB7	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
AB8	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
AB9	a	16	16	16	16	100.0
	b	16	16	16	16	100.0
	c	16	16	16	16	100.0
Total		16.0	16.0	15.9	15.9	99.5

DISCUSIÓN

El porcentaje de ganancia en peso más bajo (2.6 %/d) se obtuvo con el alimento más bajo en proteína (AB2 con 19% proteína). El máximo crecimiento se obtuvo con el alimento AB7 (36.5% proteína), considerando como parámetros de evaluación la TC, la ganancia en peso y la tasa específica de crecimiento (Tablas 2 y 3).

En este experimento obtuvimos una TC de 0.26 a 0.31 mm/d en los primeros 21 días del experimento; de 0.16 a 0.26 mm/d en el periodo de 22 a 42 días; de 0.09 a 0.14 mm/d de 43 a 63 días y de 0.11 a 0.21 mm/d de 64 a 84 días. La TC en el periodo de 43 a 63 días se atribuye a que los animales no recibieron alimento durante seis días.

Rathier (1987) alimentó juveniles (10 a 50 mm) con *Sargassum* sp. obteniendo una TC de 0.17 a 0.23 mm/día, resultados similares a este estudio (0.16 a 0.23 mm/día) con alimentos balanceados. Glazer *et al.* (1997) con juveniles (44 a 47 mm) con un alimento que elaboraron a partir de un alimento comercial para pez Koi y utilizando macroalgas para alimentar al grupo testigo, obtuvieron una TC de 0.34 y 0.35 mm/día, respectivamente. Aldana Aranda *et al.* (1996) alimentaron durante 180 días organismos recién asentados (0.9 mm) con Frippak No. 2 (48% de

proteína, diseñado para camarón). Obtuvo una TC de 0.31 mm/día.

Jackson *et al.* (2001) probaron cuatro alimentos con *Haliotis asinina* utilizando *Gracilaria edulis* como dieta testigo, durante 24 semanas. Las TC más altas fueron 0.05 mm/d con *G. edulis* y 0.040 mm/d con el alimento más rico en proteína (40%). En peso, no mostraron diferencias significativas (3.98, 3.92 g, respectivamente). Chen y Lee (1999) probaron un alimento balanceado y *Gracilaria tenuistipitata* en juveniles de *H. diversicolor supertexta*, obtuvieron una TC de 0.055 y 0.039 mm/d, respectivamente. Bautista-Teruel y Millamena (1999) determinaron que 27% de inclusión de proteína es el nivel óptimo para juveniles de *H. asinina*.

De acuerdo a los estudios anteriores, *Strombus gigas* presenta un crecimiento mayor que *Haliotis* sp., lo cual es una ventaja para su cultivo.

La supervivencia promedio a los 84 días del experimento fue 99.5%.

Los estudios de nutrición sobre *Haliotis* sp. tienen más de 40 años y aún continúan las investigaciones para mejorar los alimentos balanceados (Fleming *et al.* 1996).

En cambio, el desarrollo de alimentos balanceados para *Strombus gigas* es un área de investigación que está iniciando. Es necesario continuar los estudios a fin de conocer con precisión sus requerimientos nutricionales y cuales fuentes de proteína producen los mejores resultados.

AGRADECIMIENTOS

Acuario Marino del Área de Desarrollo Sustentable del Parque Xcaret por su apoyo logístico y de infraestructura. Al Lic. Eduardo Briones, Gerente General del Parque Xcaret y al Ing. Efraín Ríos, Director de Desarrollo Sustentable. A todos los integrantes de esta área. A la Fundación Flora y Fauna de Xcaret, Lic. Guadalupe Quintana Paoli y Lic. Ana Lilia Córdova Lira. A la Dra. Megan Davis del HBOI por los juveniles de *Strombus gigas*. A Vince Rado de ORA y Mónica Naranjo por diversos trámites para la exportación de los organismos. A la Biol. Victoria Patiño por su ayuda en múltiples etapas de este estudio. Al proyecto CONACYT-SAGARPA-2002-C01-1530 y al CONACYT por la beca 122047 para estudios de postgrado.

LITERATURA CITADA

- Aldana-Aranda, D., L. Marín, y N. Brito. 1996. Estudios preliminares sobre el crecimiento de postlarvas y juveniles del caracol rosa *Strombus gigas* (Mollusca: Gastropoda), utilizando un alimento microencapsulado. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **44**:470-482.
- Appeldoorn, R.S. 1994. Queen conch management and research: status, needs and priorities. Páginas 301-319 en: R.S. Appeldoorn y B. Rodríguez (eds.). *Biología, Pesquería y Cultivo del Caracol Strombus gigas*. Fundación Científica los Roques, Caracas, Venezuela.
- Bautista-Teruel, M.N. and O.M. Millamena. 1999. Diet development and evaluation for juvenile abalone, *Haliotis asinina*: protein / energy levels. *Aquaculture* **178**:117-126.
- Berg, C.J., Jr. and D.A. Olsen. 1989. Conservation and management of queen conch (*Strombus gigas*) fisheries in the Caribbean. Pages 421-442 in: J.F. Caddy (ed.) *Marine Invertebrate Fisheries: Their Assessment and Management*. John Wiley & Sons, New York, New York USA.
- Creswell, R.L. 1984. The influence of the experimental diets on ingestion, assimilation, efficiency and growth of hatchery-reared juvenile queen conch, *Strombus gigas* Linné fed experimental diets. *Journal of Shellfish Research* **4**:23-30.
- Chakalall, B. and K.L. Cochrane. 1997. The queen conch fishery in the caribbean – An approach to responsible fisheries management. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **49**:531-554.
- Chen, J. Ch and W. Ch. Lee. 1999. Growth of taiwan abalone *Haliotis diversicolor supertexta* fed on *Gracilaria tenuistipitata* and artificial diet in a multiple-tier basket system. *Journal of Shellfish Research* **18**(2):627-635.
- Davis, M. 2000. Queen conch (*Strombus gigas*) Culture Techniques for Research, Stock Enhancement and Growout Markets. Pages 127-159 in: M. Fingerman and R. Nagabhushanam (eds.) *Recent Advances in Marine Biotechnology, Volume 4: Aquaculture, Part A Seaweeds and Invertebrates*. Science Publishers, Inc., St. Louis, Missouri USA.
- Fleming, A.E., R.J. Van Barneveld, and P.W. Hone. 1996. The development of artificial diets for abalone: A review and future directions. *Aquaculture* **140**(1-2):5-53.
- Glazer, R.A., K.J. McCarthy, L. Anderson, and J.A. Kidney. 1997. Recent advances in the culture of the queen conch in Florida. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **49**:510-522.
- Iversen, E.S. and D.E. Jory. 1997. Mariculture and enhancement of wild populations of queen conch (*Strombus gigas*) in the Western Atlantic. *Bulletin of Marine Science* **60**(3):929-941.
- Jackson, D., K.C. Williams y B.M. Degnan. 2001. Suitability of australian formulated diets for aquaculture of the tropical abalone *Haliotis asinina*, Linnaeus. *Journal of Shellfish Research* **20**(2): 627-636.
- Rathier, I. 1987. Etat d'avancement des recherches sur l'élevage du lambi *Strombus gigas* in Martinique. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **38**:336-344.