

Variación Anual en los Componentes Bioquímicos de *Strombus gigas*

DALILA ALDANA ARANDA y TERESA EULOGÍA COLAS MARRUFO

CINVESTAV IPN

Unidad Mérida

A.P. 73

C.P. 97310

Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

El presente trabajo se efectuó en el Laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV, Unidad Mérida, México. Mensualmente se colectaron 36 organismos de Banco Chinchorro, Quintana Roo, México durante mayo de 1991 a abril de 1992 para un total de 414 individuos con el propósito de conocer la variación anual en los componentes bioquímicos del *Strombus gigas*. Los tejidos analizados fueron el músculo del pie y la gónada incluyendo la glándula digestiva. Las técnicas empleadas corresponden al manual AOAC (1984). Después de cuantificar la humedad de cada una de las muestras colectadas, se seleccionaron 172 de diferentes tipos de caracol y de ambos sexos, para analizar cantidad de proteínas, lípidos y cenizas.

La humedad promedio de ambos tejidos se mantuvo entre 60% y 75% presentándose un valor mayor en el músculo del pie (10%), sin embargo no se observó en éstos una diferencia estacional significativa. En el porcentaje de proteínas no existe una variación marcada en cada uno de los tejidos, los promedios son 40% para la gónada más glándula digestiva y 80% en el músculo del pie. La cantidad de lípidos presentes en gónada y glándula digestiva fue tres veces mayor a la correspondiente al músculo del pie, los valores promedios son 12% y 4% respectivamente. En relación a cenizas los promedios obtenidos son 10% para gónada y glándula digestiva, y 7% para las muestras del músculo del pie.

La información obtenida permite conocer la composición bioquímica anual, tanto en gónada y glándula digestiva como en el músculo del pie, a fin de relacionar estos resultados con los procesos de gametogénesis y el establecimiento de índices fisiológicos de condición para este gasterópodo.

PALABRAS CLAVE: Composición, bioquímica, variaciones, *Strombus gigas*

INTRODUCCIÓN

El caracol rosa *Strombus gigas* es un recurso exclusivo de la zona caribefia. En México representa un fuerte potencial económico, el cual se enfrenta a una sobreexplotación ocasionada por la fuerte captura causada por la demanda del mercado. Además las modificaciones ecológicas de los habitats en lugares donde regularmente se desarrolla, disminuyen aún más las ya escasas poblaciones existentes.

Según lo reportado en la bibliografía por Randall, 1964; D'Asaro, 1965 y Brownell, 1977, *S. gigas* se reproduce durante todo el año, en aguas calidas, pero en estudios realizados en Banco Chinchorro, Q. Roo, México la época de desove de esta especie comprende sólo el período de marzo a octubre.

El objetivo de este estudio es conocer las variaciones anuales en los contenidos de humedad, proteínas, lípidos y cenizas y determinar los diferentes índices de condición a fin de relacionar esto con el proceso de maduración y así conocer los cambios que se generan en el organismo durante la etapa de reproducción.

Para *S. gigas* no han sido utilizados índices de condición: en este trabajo calcularon cuatro índices de condición con el objetivo de aportar información acerca de los cambios fisiológicos del organismo a lo largo de un ciclo anual, a fin de aportar un elemento más para lograr una regulación eficiente de éste recurso importante en términos económicos, culturales y sociales de los países del Caribe.

MATERIAL Y METODOS

De mayo de 1991 a abril de 1992, se efectuaron muestreos mensuales de organismos adultos de *S. gigas* en Banco Chinchorro, localizado entre los 18°47' N y 18°14' W a 24 km de la costa Sureste del Estado de Quintana Roo, México. Un total de 414 organismos fueron colectados durante el período mencionado.

En base a las características morfológicas externas de *S. gigas*, se conocen localmente tres tipos de caracoles denominados: Ala Ancha, Conchudo y Hysol. Por lo anterior, se consideró interesante analizar la composición bioquímica y sus posibles variaciones en un ciclo anual para cada tipo de caracol, con el objetivo de determinar si existen estas variaciones. Además estos análisis se efectuaron en función del sexo.

Mensualmente se capturaron por medio de buceo autónomo 36 ejemplares a una profundidad promedio de 10 m. Estos organismos se trasladaron vivos en recipientes isotérmicos al laboratorio de Biología Marina, del CINVESTAV-IPN Unidad Mérida. De cada caracol muestreado se registró el peso húmedo total, para lo cual se empleó una balanza de plato Torino, con precisión de 25 g. Las longitudes correspondientes a la heliconcha, la espira y el cuerpo, se midieron con una regla de 30 cm, con divisiones de 1 mm. Posteriormente se separó el caracol de su concha, y con una balanza Sartorius PT 1200 con precisión de 0.01 g se registraron el peso del cuerpo, de la masa visceral y del músculo.

Para determinar el contenido de humedad se tomaron muestras de la gónada más la glándula digestiva, que por encontrarse en esta especie formando una sola estructura, se analizaron conjuntamente. Las muestras correspondientes al

músculo del pie fureon de la parte contigua al opérculo; dichos tejidos se codificaron con las letras A y C respectivamente. Estos tejidos disectados, se pesaron en una balanza Sartorius portable PT 1200, se acomodaron en charolas previamente etiquetadas, y se sometieron a 50° C en una estufa blue M modelo SW-17TA durante 72 horas tiempo requerido en estas muestras para obtener humedad constante. Posteriormente se registró el peso seco con ayuda de una balanza digital Mettler AE 160, con precisión de 0.0001 g, posteriormente dichas muestras se pulverizaron en un molino Braun Aromatic KSM 2.

Después de determinar la húmedad de cada tejido, se seleccionaron tres muestras de los mismos y de cada tipo de caracol (Cuadro 1), incluyendo organismos de ambos sexos y procurando que el peso de la muestra seca molida no fuese menor de dos gramos. Esta cantidad es la mínima requerida para efectuar los análisis de lípidos, proteínas y cenizas, de acuerdo a las técnicas establecidas en el A.O.A.C. (1984). Así la selección se ve limitada por el peso de las muestras disponibles, razón por la cual en el cuadro 1 se observa que no fue posible obtener para todos los meses seis muestras (tres de cada tejido) para cada uno de los tipos de caracol, como inicialmente estaba considerado.

En la cuantificación de proteínas se empleó equipo para digestión Tecator modelo 1015 y Kjeldahl autoanalyzer 1030. La obtención de extracto etéreo se realizó en un microsoxhlet. Las cenizas se cuantificaron en una mufla Lindberg modelo 51894.

Cuadro 1. Relación de muestras seleccionadas por mes, correspondientes a los diferentes tipos de caracol.

Meses	Ala Ancha	Tipos de Caracol		Muestras pro Mes
		Hysol	Conchudo	
Mayo	6	0	6	12
Junio	6	0	6	12
Julio	6	2	6	14
Agosto	6	2	6	14
Septiembre	6	6	6	18
Octubre	6	6	2	14
Noviembre	6	3	3	12
Diciembre	6	3	3	12
Enero	6	2	6	14
Febrero	6	6	6	18
Marzo	6	6	6	18
Abril	6	4	6	16
TOTALES	72	37	63	172

Con los pesos secos obtenidos se determinó el índice de condición que relaciona el peso seco de tejidos con el peso seco de la concha (Walne, 1976). Utilizar los pesos secos en el cálculo de los índices de condición es ventajoso, ya que elimina las tendencias debidas a las fluctuaciones del contenido de agua. A fin de obtener información acerca del estado fisiológico de *S. gigas* también se determinaron en este estudio, los índices de condición siguientes:

I.C. = Peso seco de tejidos / Peso seco de concha x 100

I.C. = Peso seco de masa visceral / Peso seco de concha x 100

I.C. = Peso seco del músculo del pie / Peso seco de concha x 100

I.C. = Peso seco de gónada más glándula digestiva / Peso seco de concha x 100

RESULTADOS

En las figuras 1, 2, 3, y 4 están representadas la evolución anual de humedad, proteínas, lípidos y cenizas para los tejidos del músculo del pie y el conjunto gónada más glándula digestiva. En la figura 1, en relación al contenido de humedad en el músculo del pie se puede observar que el porcentaje es mayor al determinado en la gónada más la glándula digestiva, sin embargo la diferencia media entre ambos es de solo 10%. Las variaciones mensuales de humedad en el músculo del pie fluctúan entre 70% a 76% y para la gónada más glándula digestiva de 60% a 70%. Lo anterior representa una humedad promedio anual de $73\% \pm 2.22$ en el músculo del pie y de $66\% \pm 2.44$ en gónada más glándula digestiva. Es interesante observar que a lo largo del año, únicamente se presentan pequeñas variaciones en el porcentaje de humedad en ambos tejidos, siendo el comportamiento de este parámetro análogo en ambos.

Los porcentajes proteicos mensuales en gónada más glándula digestiva oscilan entre 31% a 48% (figura 2), con un promedio anual de 40%. Para el músculo, el rango del promedio mensual varía de 70% a 84%, con un promedio anual de $79\% \pm 4.06$. No se presentó a lo largo del año, alguna variación marcada en el porcentaje proteico de estos tejidos.

El promedio mensual de lípidos presente en gónada más glándula digestiva (figura 3) fluctúa entre 10% y 15% con un promedio anual de $11\% \pm 1.58$, en el músculo del pie las variaciones del rango mensual son menores de 1% a 8% con un promedio anual de $3.5\% \pm 1.58$.

A lo largo del año, en la gónada más glándula digestiva el porcentaje de lípidos es en promedio tres veces mayor que el correspondiente al contenido observado en el músculo del pie. Por lo que respecta al contenido de proteína en el músculo, éste es en promedio dos veces mayor al de la gónada más glándula digestiva. Así el músculo del pie se caracteriza por ser una estructura de alto contenido proteico (80%) y muy bajo en lípidos (4%), al contrario de la gónada más glándula digestiva que se revela como el tejido almacenador de lípidos (11%) en *S. gigas*.

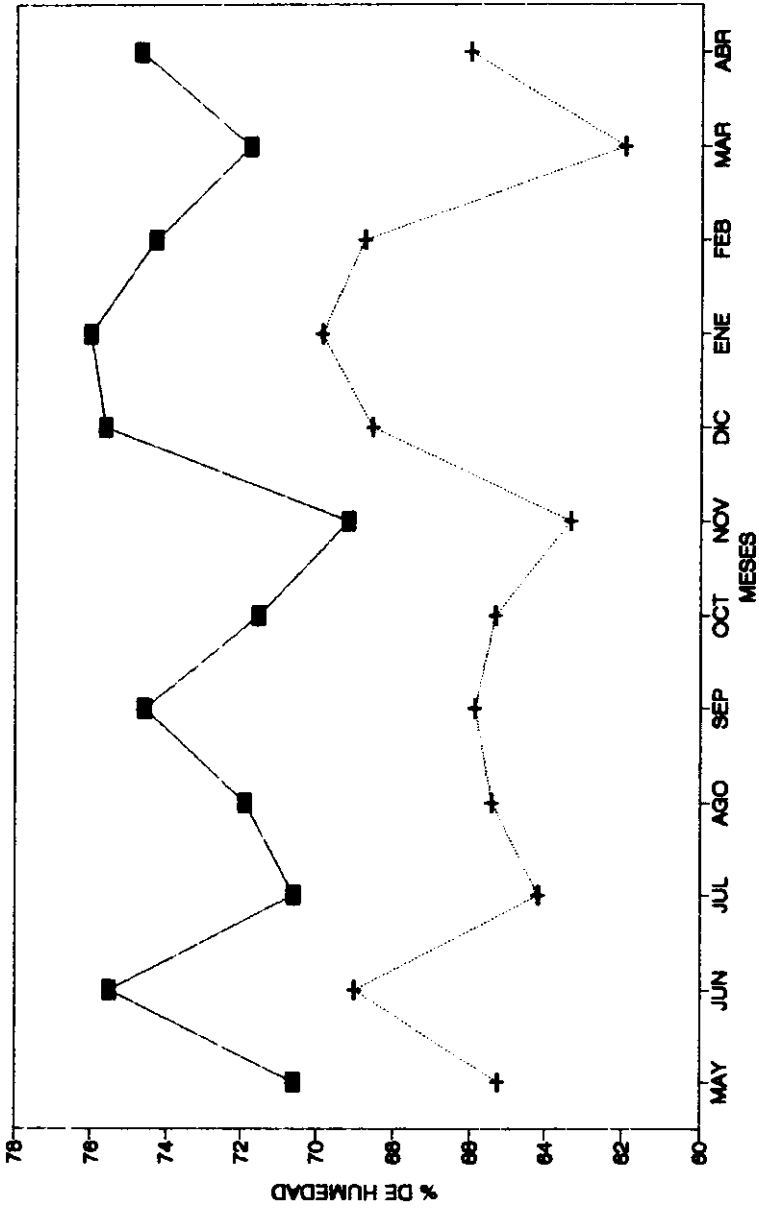


Figura 1. Porcentaje de humedad en gónada más glándula digestiva y músculo.

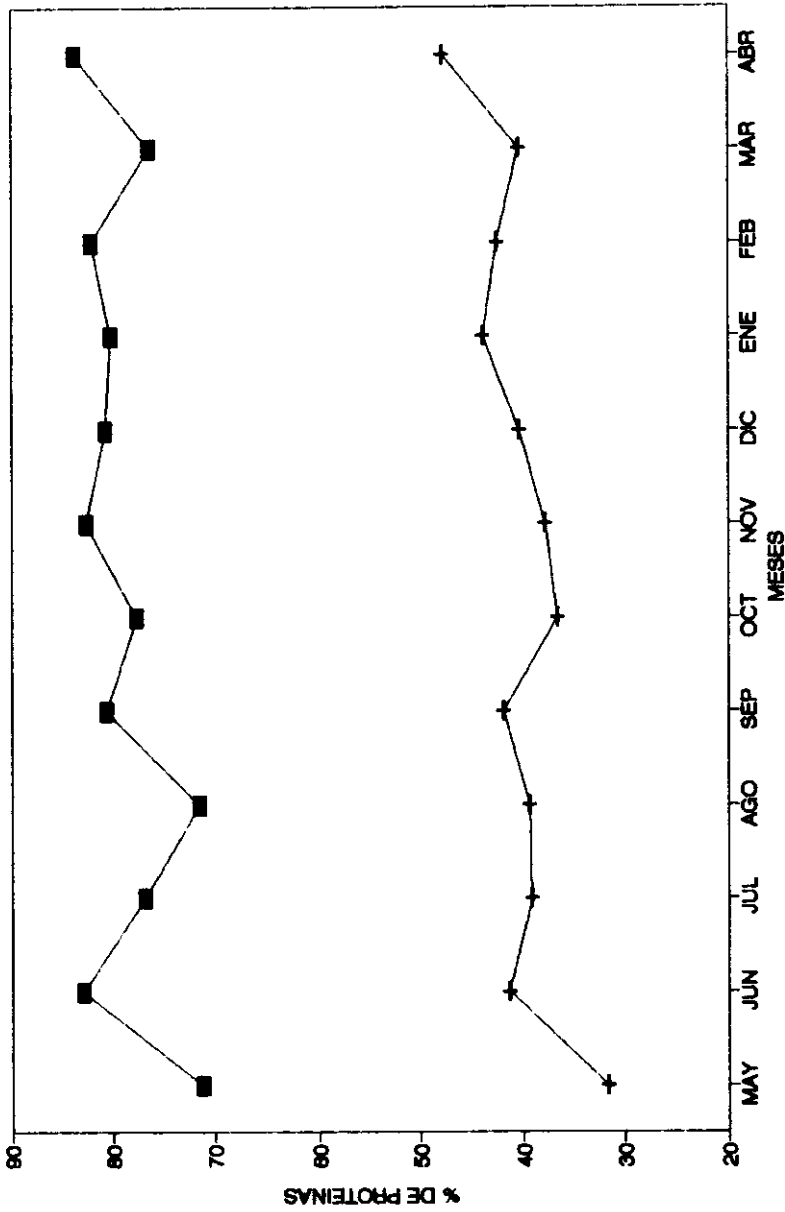


Figura 2. Porcentaje de proteínas en gónada más glándula digestiva y músculo.

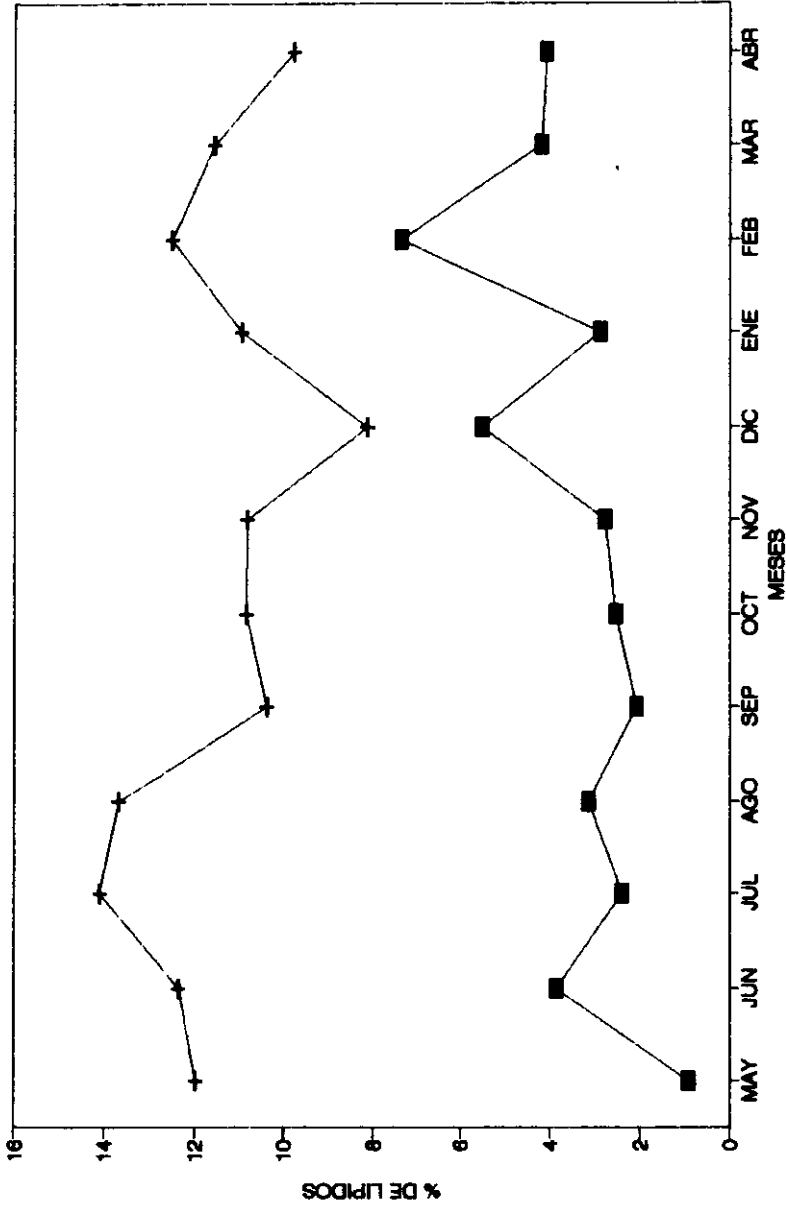


Figura 3. Porcentaje de lípidos en gónada más glándula digestiva y músculo.

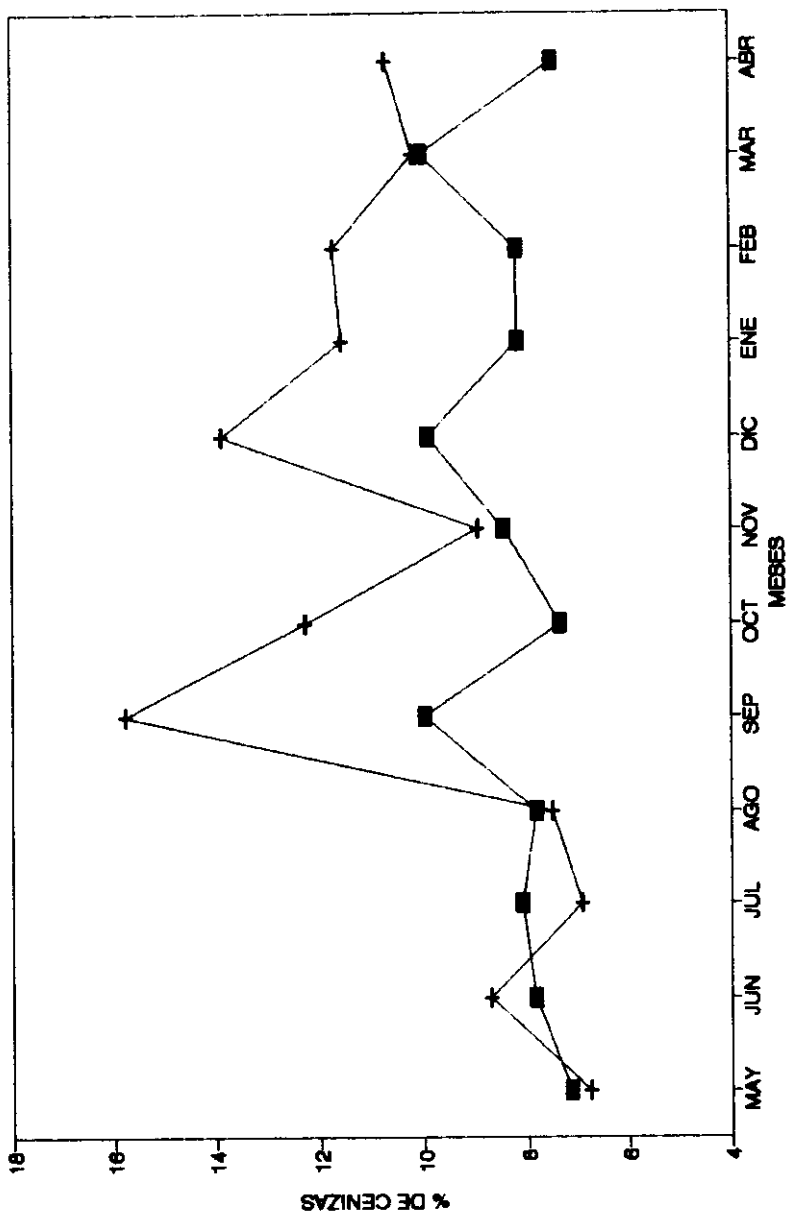


Figura 4. Porcentaje de cenizas en gónada más glándula digestiva y músculo.

Los promedios mensuales del contenido de cenizas (figura 4) en gónada más glándula digestiva son de 6% a 16%, con un promedio anual de $10.42\% \pm 2.67$ y el el músculo del pie el rango promedio mensual es de 7% a 10% con un promedio anual de $8\% \pm 1.00$.

En las figuras 5, 6, 7, y 8 son analizadas las variaciones de los componentes bioquímicos de humedad, proteínas, lípidos y cenizas en función del sexo para los tejidos de gónada más glándula digestiva y músculo del pie. Al analizar el contenido de humedad en función del sexo (figura 5), en gónada más glándula digestiva, la mayor variación se presento en mayo, donde el porcentaje de humedad en machos es mayor en un 25% al encontrado en hembras, en los meses siguientes las diferencias fueron menores a 7%. En relación a la composición del músculo del pie, la variación entre ambos sexos no es mayor de 5% a lo largo de todo el año.

En la gónada más glándula digestiva, el contenido de proteínas (figura 6) presenta una diferencia entre machos y hembras de 11% en el mes de junio. En el músculo del pie las variación mayor se presenta en septiembre donde el porcentaje en machos es 16% mayor al correspondiente a hembras. En ambos tejidos no se presenta una marcada separación entre los contenidos proteicos de machos y hembras.

En el contenido de lípidos de gónada más glándula digestiva (figura 7) la mayor variación se presenta en octubre, donde el porcentaje en hembras sobrepasa en un 25% al correspondiente a machos, en los meses restantes las diferencias no son mayores a 6%. En el músculo del pie el comportamiento de este parámetro es análogo para ambos sexos presentando variaciones no mayores a 3%.

Al analizar el contenido de cenizas en función del sexo (figura 8) en gónada más glándula digestiva no se presentan variaciones superiores a 6%, a lo largo del ciclo anual. Durante el período de estudio, en el músculo del pie, el contenido de cenizas en ambos sexos presenta máni más variaciones, las cuales no son mayores a 3%.

En los cuadros 2 y 3, se presentan respectivamente las composiciones de la gónada más glándula digestiva y músculo del pie a lo largo del año, en función del tipo de caracol, del cual provienen. Los tejidos de los diferentes tipos de caracol no presentan marcadas variaciones durante el período muestreado.

En el cuadro 4 y en la figura 9, se observa en comportamiento de los índices de condición en *S. gigas* para la interpretación de los resultados, estos se grafican de diciembre a diciembre. Los índices de condición Peso seco de tejidos / Peso seco de la concha, Peso seco de la masa visceral / Peso seco de la concha, y Peso seco del músculo del pie / Peso seco de la concha presentan un comportamiento análogo a lo largo del año de diciembre a mayo el incremento gradual y de junio a noviembre los cambios son discontinuos con valores máximos en agosto.

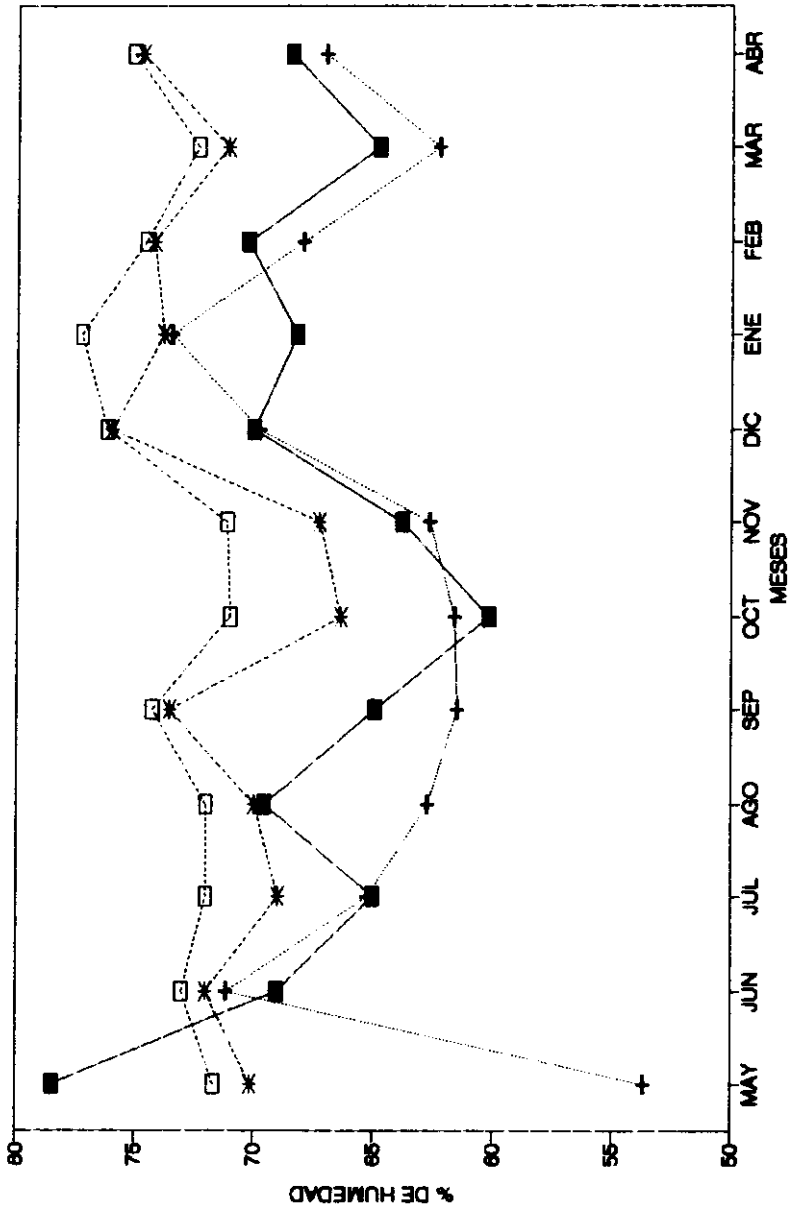


Figura 5. Porcentaje de humedad en función del sexo.

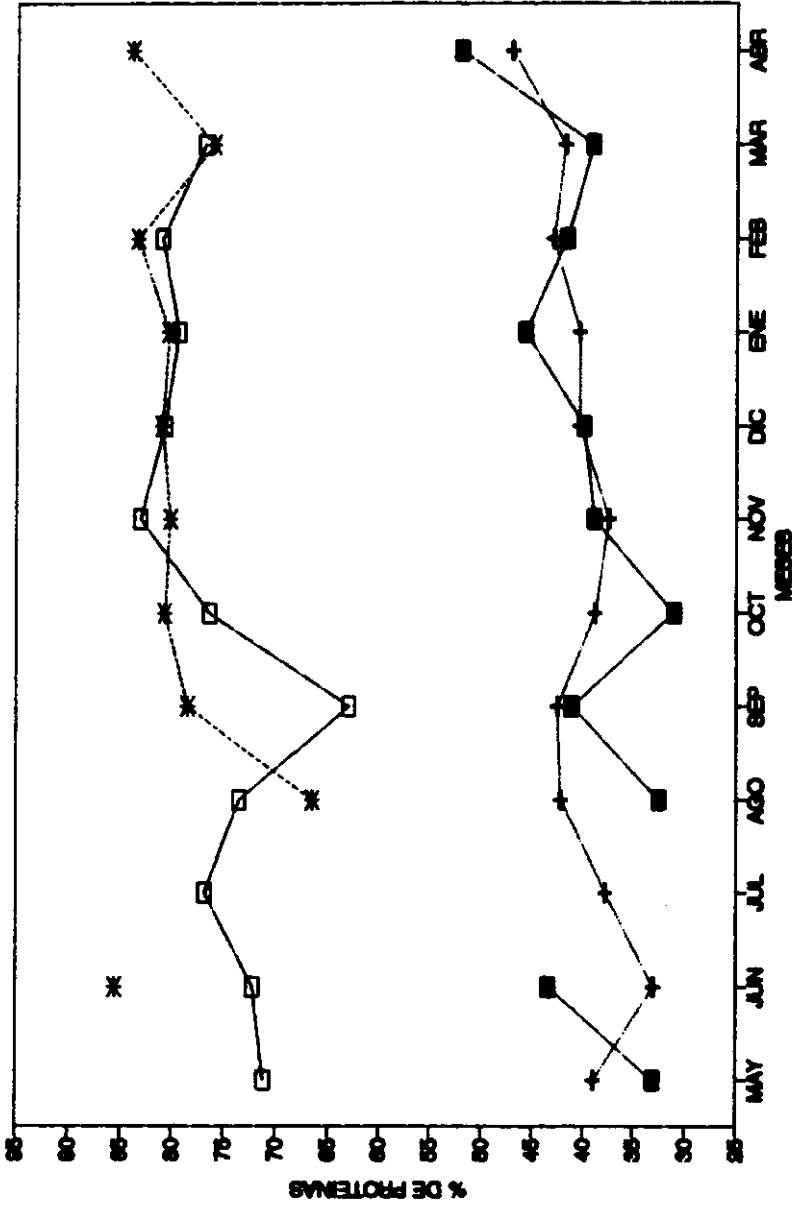


Figura 6. Porcentaje de proteínas en función del sexo.

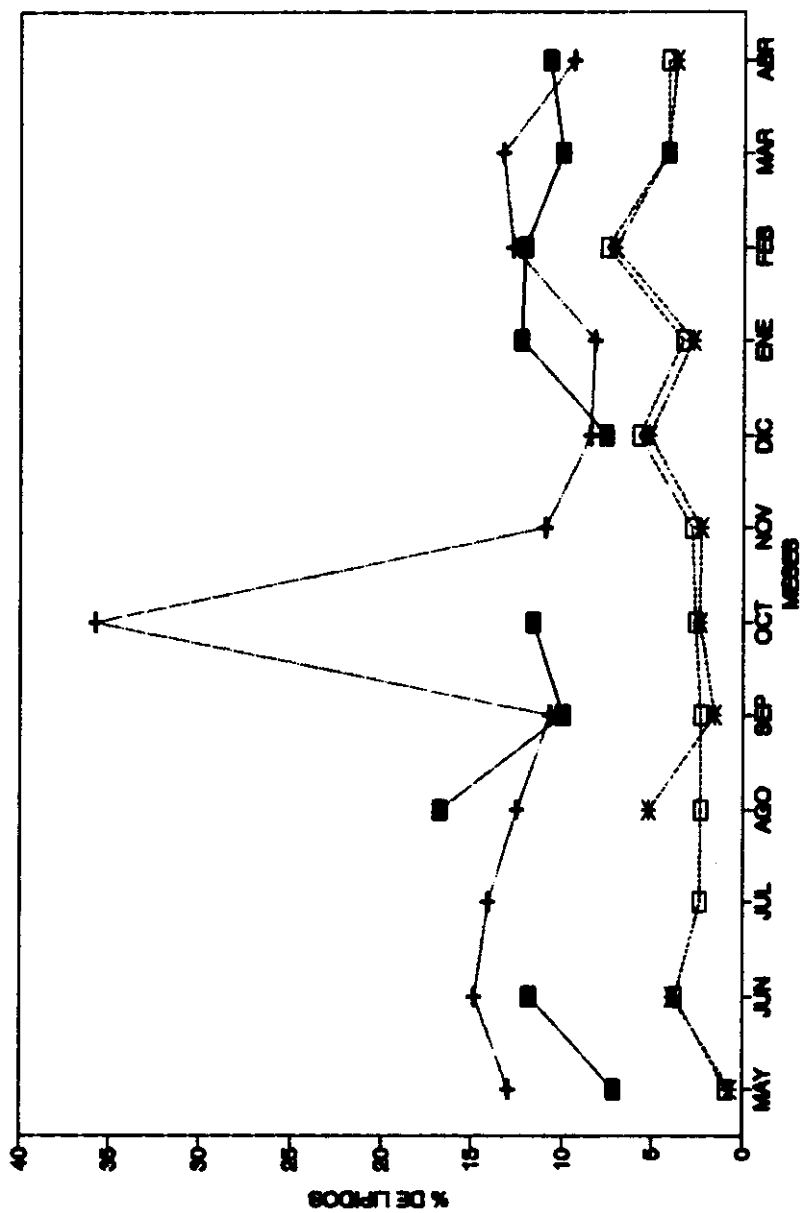


Figura 7. Porcentaje de lípidos en función del sexo.

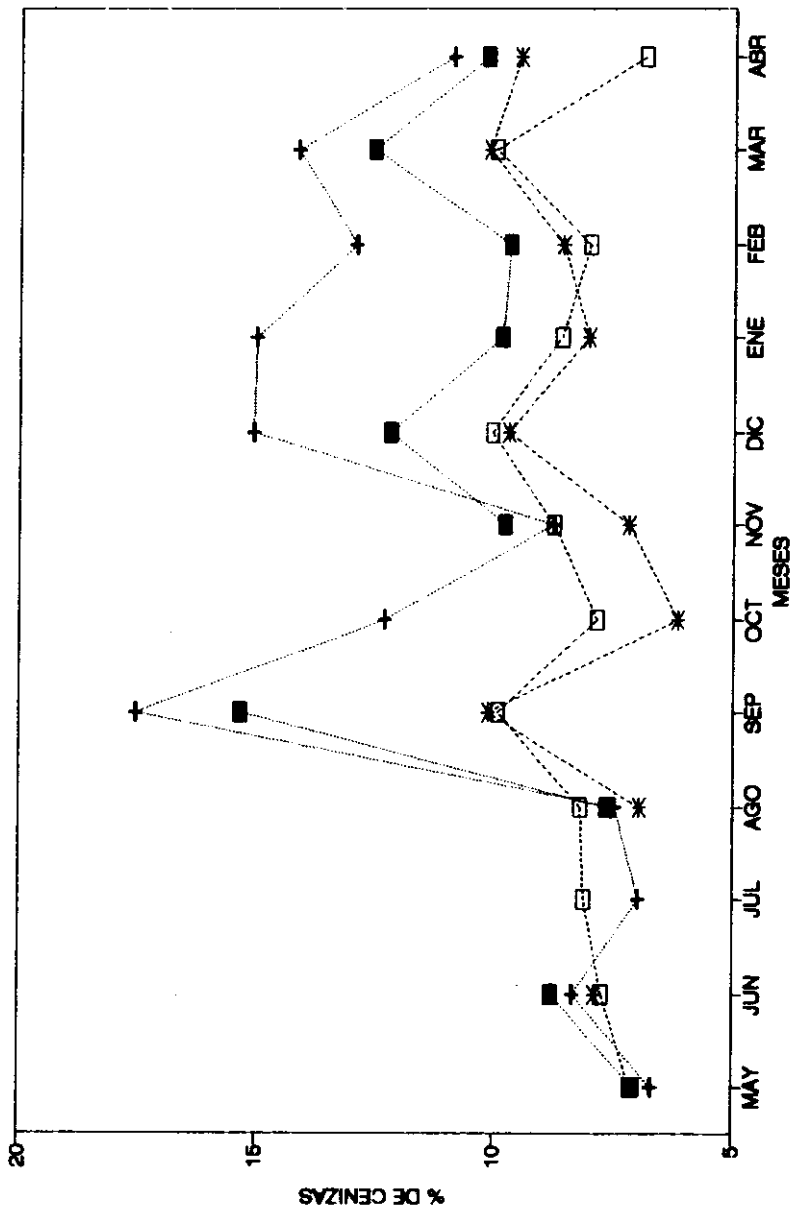


Figura 8. Porcentaje de cenizas en gónada más glándula digestiva y músculo.

Proceedings of the 45th Gulf and Caribbean Fisheries Institute

Cuadro 2. Composición de la gónada mas glándula digestiva en los diferentes tipos de caracol Ala Ancho (a), Conchudo (c), y Hysol (H) a lo largo del año.

Meses	% Humedad			% Proteínas			% Lípidos			% Cenizas		
	A	C	H	A	C	H	A	C	H	A	C	H
May	80	49	--	40	37	--	12	12	--	6	7	--
Jun	66	69	--	39	45	--	13	12	--	9	9	--
Jul	64	64	67	39	40	39	13	16	14	7	7	8
Ago	66	66	64	36	43	39	17	9	18	7	8	8
Sep	84	70	65	44	42	39	8	9	13	16	16	--
Oct	62	63	67	34	32	42	15	9	7	--	--	12
Nov	63	--	61	35	--	42	11	--	11	8	--	10
Dic	69	67	76	38	43	--	7	9	--	13	12	--
Ene	69	67	78	36	48	45	16	9	7	7	12	19
Feb	69	66	74	40	45	44	11	18	7	10	9	18
Mar	61	65	73	38	42	41	13	14	8	11	10	19
Abr	65	69	75	44	53	46	14	8	6	9	9	16
x	68	65	70	39	43	42	13	11	10	9	10	14

Cuadro 3. Composición del músculo del pie en los diferentes tipos de caracol Ala Ancho (a), Conchudo (c), y Hysol (H) a lo largo del año.

Meses	% Humedad			% Proteínas			% Lípidos			% Cenizas		
	A	C	H	A	C	H	A	C	H	A	C	H
May	65	71	--	73	67	--	1	1	--	7	7	1
Jun	69	68	70	79	85	--	5	2	--	8	8	--
Jul	71	70	71	76	78	77	2	2	4	8	8	9
Ago	72	71	63	68	74	76	4	2	3	7	8	9
Sep	62	75	72	81	85	77	3	2	2	9	10	10
Oct	68	--	73	78	81	78	2	2	3	8	5	7
Nov	69	--	73	82	--	83	3	--	3	8	--	9
Dic	76	74	78	81	81	--	6	5	11	11	9	11
Ene	75	75	78	80	81	--	3	3	--	9	8	--
Feb	75	73	77	83	83	81	12	7	4	9	7	9
Mar	72	70	74	75	78	76	5	3	5	11	12	9
Abr	74	73	79	--	84	--	4	4	5	9	8	5
x	71	79	73	78	80	78	4	3	4	15	8	8

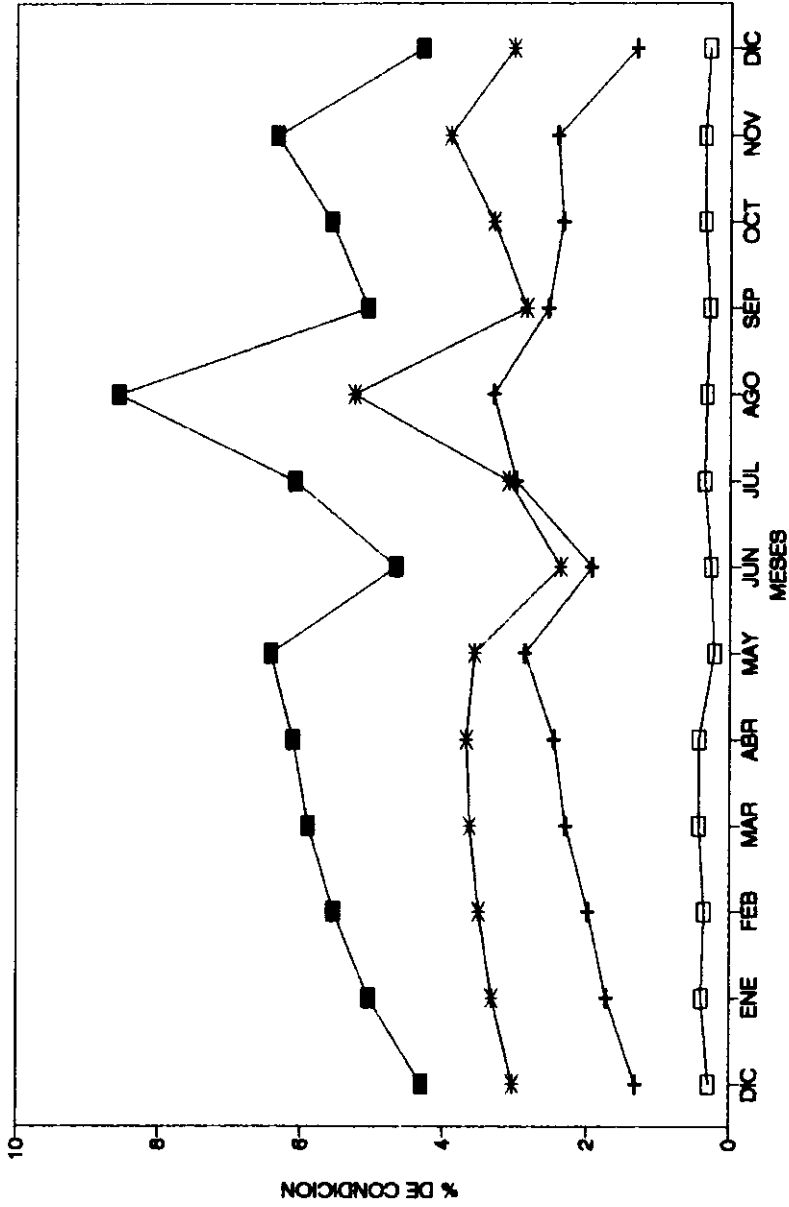


Figura 9. Indices de condición en *Strombus gigas*.

Cuadro 4. Indices de condición para *Strombus gigas* de mayo de 1991 a abril 1992.

Meses	INDICES							
	I		II		III		IV	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
May	6.42	1.20	2.85	0.69	3.56	0.71	0.20	0.06
Jun	4.66	1.11	1.93	0.64	2.37	0.43	0.25	0.08
Jul	6.07	1.31	2.98	0.52	3.08	0.99	0.35	0.12
Ago	8.55	2.11	3.30	0.91	5.24	1.28	0.31	0.10
Sep	5.07	2.30	2.55	1.22	2.84	0.54	0.29	0.10
Oct	5.57	1.77	2.34	0.61	3.29	1.15	0.35	0.07
Nov	6.33	1.00	2.41	0.81	3.91	0.57	0.35	0.13
Dic	4.30	0.57	1.29	0.45	3.01	0.31	0.28	0.07
Ene	5.04	1.76	1.72	0.87	3.31	0.95	0.38	0.20
Feb	5.54	1.76	1.98	0.80	3.48	0.97	0.35	0.14
Mar	5.90	0.48	2.28	0.26	3.61	0.31	0.41	0.16
Abr	6.11	0.82	2.45	0.43	3.66	0.55	0.41	0.19

I = Peso seco de tejidos / Peso seco de la concha

II = Peso seco de la masa visceral/ Peso seco de la concha

III = Peso seco del músculo del pie / Peso seco de la concha

IV = Peso seco de la gónada más glándula digestiva/ Peso seco de la conchaV

En el índice de condición Peso seco de gónada más glándula digestiva / Peso seco de concha, no se presenta ninguna variación a lo largo del año, encontrándose sus valores entre 0.2 y 0.4.

DISCUSION

A lo largo del año los tejidos de *S. gigas* en relación a su composición de humedad, proteínas y cenizas no revelan ninguna variación estacional que indique cambio metabólicos en su organismo.

En cuanto a la composición de lípidos en gónada más glándula digestiva se observa un comportamiento que podría describirse en dos etapas. La primera, de diciembre a julio donde el aumento del contenido de lípidos es gradual, lo que podría ser interpretado como la preparación del organismo para el proceso de formación y maduración de gametos. Además en esta etapa los organismos presentaron el mayor desarrollo gónadal y los valores más altos en cuanto a su composición de lípidos. La segunda etapa comprende de agosto a diciembre, en la cual los lípidos disminuyen gradualmente en gónada más glándula digestiva lo que podría ser interpretado como un desgaste del organismo posterior a la formación de gametos y desove.

En el análisis de la composición de gónada más glándula digestiva y músculo del pie en función del sexo, en cuanto a humedad, proteínas, lípidos y cenizas no se presentan variaciones significativas a lo largo del año. En el mes de octubre el valor de lípidos en gónada más glándula digestiva en hembras es 25% superior al determinado en machos, lo cual se atribuye más a un error de manejo de muestras y/o análisis que a un cambio real en el ciclo biológico del organismo.

La composición bioquímica en los diferentes tipos de caracol presenta un comportamiento análogo entre ellos, sin variaciones a lo largo del año. De lo anterior se establece que las características morfológicas externas de *S. gigas* no se relacionan con posibles cambios en cuanto a su composición.

El estudio del crecimiento en moluscos, en términos generales presenta tres principales problemas. En primer lugar que el crecimiento se divide en dos etapas: acumulación de materia orgánica en los tejidos blandos y acumulación de concha. Estos dos fenómenos pueden realizarse a ritmos diferentes (Arnaud y Raimbault, 1963). De acuerdo a los estudios de Mann (1979), Lucas y Beninger (1985) el contenido de materia orgánica en la carne puede disminuir bruscamente durante el período de desove, a pesar de que el peso y las dimensiones de la concha permanezcan constantes (Mann, 1979). Por último se ha observado que para compensar las fluctuaciones de materia orgánica de la carne, el animal puede incorporar agua en sus tejidos, por lo cual la utilización del peso húmedo de los tejidos es poco preciso para el estudio del crecimiento.

Lo anterior ha sido puesto en evidencia en crustáceos por Cuzon y Ceccaldi (1973), Cuzon *et al.* (1980), en peces Johnston y Goldspink (1973), en bivalvos por Ansell (1972, 1974, y 1980) y Lucas y Beninger (1985).

Varios son los autores que han relacionado un índice de condición, lo que permite expresar en una sola cantidad la tasa relativa de la carne y el de la concha. Sin embargo, los índices de condición pueden ser calculados de manera diferente de acuerdo a los autores, y no expresan lógicamente la misma información. Así la relación Peso húmedo de la carne / Peso húmedo total de Ansell (1974) no toma en cuenta las fluctuaciones en el porcentaje de humedad en los tejidos de un organismo. La relación Peso seco de tejidos / Peso seco de la concha de Mann y Glomb (1978) y Walne (1976), toman en cuenta este aspecto, sin embargo no relaciona las variaciones en cantidad de otro componente no orgánico importante como lo es el porcentaje de cenizas. El índice más exacto de la cantidad de materia orgánica en relación a la concha es el de Walne y Mann (1975) el cual elimina el contenido de cenizas de los tejidos. Los índices de condición han sido utilizados principalmente en moluscos bivalvos, en gasterópodos se ha hecho uso de ellos principalmente con *Halionis* sp. En el presente estudio se utilizó el índice de condición de Walne (1976) y de Mann y Glomb (1978). En la medida que existe poca información sobre los gasterópodos, en este trabajo se proponen otros tres índices de condición: Peso

seco de la masa visceral / Peso seco de la concha, Peso seco del músculo del pie / Peso seco de la concha, y Peso seco de la gónada más glándula digestiva / Peso seco de la concha. De estos cuatro índices de condición los tres primeros, proporcionan, información semejante respecto al estado fisiológico de *S. gigas* pero con diferentes magnitudes en ellos se puede observar un incremento gradual de diciembre a mayo y cambios bruscos de junio a noviembre que reflejan variación del contenido de materia orgánica en relación a la acumulación de concha, probablemente debido a la emisión de gametos, durante este período en el mes de agosto se presentan los valores más altos en los índices de condición a lo largo del año.

Considerar a la gónada más glándula digestiva como una sola estructura no permite conocer las variaciones de contenido de materia orgánica en cada tejido, además como antes se ha mencionado las disminuciones de materia orgánica en un tejido, pueden ser compensadas por el otro, razón por la cual el índice de condición que relaciona el Peso seco gónada más glándula digestiva / Peso seco de concha no presenta ninguna variación en el ciclo anual de esta especie.

En definitiva, la información aportada por los índices de condición y composición bioquímica es de suma importancia, y debe seguirse incursionando en esta línea de investigación, a fin de conocer mejor el comportamiento metabólico y fisiológico de esta especie de alto valor social y comercial para el Caribe y Golfo de México.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con el apoyo de la Comunidad Económica Europea (C11*0432ME JR), el Consejo Científico y Técnico de la Embajada de Francia en México (CST P65000.ME) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CCOC 88 2530).

LITERATURA CITADA

- Ansell, A.D. 1972. Distribution, growth and seasonal changes in biochemical composition for the bivalve *Donax vittatus* (Da Costa) from Kames Bay, Milliport. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **10**:137-150.
- Ansell, A.D. 1974. Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve *Abra alba* from the Cycle Sea area. *Mar. Biol.* **25**:13-20.
- Ansell, A.D., L. Frenkiel, and M. Moueza. 1980. Seasonal changes in tissue weight and biochemical composition for the bivalve *Donax trunculus* L. on the Algerian coast. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **45**:105-116.
- A.O.A.C. 1984. *Official Methods of Analysis*. Association of Analytical Chemistry. Washington, D.C. 11th ed.
- Arnaud, P. and R. Raimbault. 1963. Note préliminaire sur la palourde (*Tapes decusatus*, L.) de l'étang de Thau. *Rev. Trav. Inst. Pêches Maritimes* **27**(2):195-202.

- Cuzon, G., C. Cahu, J.F. Aldrin, J.L. Messenger, G. Stephan, and M. Mevel. 1980. Starvation effect on metabolism of *Penaeus japonicus*. *Eleventh Mariculture Society Symposium*. Baton Rouge. pp 410-423.
- Johnston, L.A. and G. Goldspink. 1973. Some effects of prolonged starvation on the metabolism of the red and white myotomal muscles of the plaice *Pleuronectes platessa*. *Mar. Biol.* **19**(4):348-353.
- Lucas, A. and P.G. Beninger. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* **44**:187-200.
- Mann, R. 1979. Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperatures. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* **59**:95-110.
- Mann, R. and S.J. Glomb. 1978. The effect of temperature on growth and ammonia excretion of the Manila clam *Tapes japonica*. *Estuarine Coastal Marine Science* **6**:335-339.
- Walne, P.R. 1976. Experiments on the culture in the sea of the Butterfish *Veberupis decussata* L. *Aquaculture* **8**:371-381.
- Walne, P.R. and R. Mann. 1975. Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. In: H. Barnes (ed) *Proc. 9th European Mar. Biol. Symp.* Aberdeen University Press. Aberdeen. pp 587-607.