

## Análisis bioquímico del seston disponible para los moluscos bivalvos en la rada del puerto de Pichilingue, B.C.S., México

Biochemical analysis of the seston available to the bivalve mollusks in the roadstead of Pichilingue port, B.C.S., Mexico

Antonio Luna-González<sup>1</sup>, Carlos Cáceres-Martínez<sup>1</sup>, Claudia Zuñiga-Pacheco<sup>1</sup>,  
Marcial Arellano-Martínez<sup>2</sup> y Angel Campa-Córdova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur, Unidad Experimental de Maricultura, Carretera a Pichilingue, Km. 14.5, Apartado postal 19-B, La Paz, B.C.S., México.

<sup>2</sup>Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, Apartado postal 592, La Paz, Baja California Sur, México, C.P. 23000  
aluna@cibnor.mx

**Abstract.-** Annual variations in the biochemical composition of the suspended particulate matter were analyzed in a bay of northwest Mexico. Seston samples, temperature, and salinity were taken every 15 days during an annual cycle (1995-1996) and processed in the laboratory by traditional biochemical techniques. The seston load was dependent on waves, tidal resuspension, terrestrial materials, and primary productivity. Seston variations did not show a clear seasonality. Fluctuations in lipid, protein, and carbohydrates were associated with phytoplankton and detritus. Food index showed that the nutritional quality of the seston in this area is poor.

Keywords: Food index, particulate matter, Gulf of California.

**Resumen.-** Se estudió la variación y la composición bioquímica del material particulado en suspensión en una bahía del noroeste de México. Las muestras de seston, temperatura, y salinidad fueron tomadas cada 15 días durante un ciclo anual (1995-1996) y procesadas en el laboratorio con técnicas bioquímicas tradicionales. La carga de seston depende de los vientos, aporte de material terrestre y de la productividad primaria. La variación del seston no mostró una clara estacionalidad. Las fluctuaciones en los lípidos, carbohidratos y proteínas estuvieron asociadas con el fitoplancton y detritus. El índice alimenticio mostró que la calidad nutricional del seston en esta área es relativamente pobre.

Palabras clave: Índice alimenticio, materia particulada, golfo de California.

## Introducción

La captura de moluscos marinos, y en especial de los bivalvos, es fundamental para la alimentación y economía de los habitantes de Baja California Sur, México. Estos organismos son un importante componente de la biomasa de macroinvertebrados de aguas costeras y de ecosistemas marinos (Langdon *et al.* 1990), se alimentan filtrando partículas que se encuentran suspendidas en la columna de agua (seston) y están sujetos a sus variaciones medioambientales, así como de la temperatura y la salinidad (Navarro & Thompson 1995). El seston incluye al plancton vivo (fitoplancton, zooplancton, bacterias, levaduras y hongos), detritus orgánico y partículas inorgánicas (Navarro & Thompson 1995). La cantidad de la materia particulada en suspensión (MPS) y su calidad como alimento varía temporal y espacialmente en respuesta a factores físicos y biológicos (Zeitzschel 1970, Berg &

Newell 1986, Navarro *et al.* 1993). Dentro de los factores que pueden afectar la cantidad y calidad de la MPS están la productividad primaria (Anderson 1970), bacterias, hongos y otros consumidores primarios (Mann 1988), tormentas (Ward 1981, Gordon 1983), resuspensión causada por las olas que se forman por los vientos (Soniati *et al.* 1984, Berg & Newell 1986) y la resuspensión por mareas (Anderson & Meyer 1986). A nivel mundial existen muchos trabajos sobre el seston de ambientes marinos, pero la mayoría solo cuantifican o la materia orgánica particulada o la concentración y talla de las partículas (Navarro & Thompson 1995). A pesar de su importancia para la alimentación de poblaciones de moluscos explotados y para los cultivados, en México existen relativamente pocos trabajos sobre el seston marino (Lechuga-Deveze *et al.* 1989, Castro-Longoria & Grijalva-Chon 1991, López-Cortez *et al.* 1991, Lechuga-Deveze *et al.* 1993, Martínez-López & Gárate-Lizárraga 1994). Más aún, a

pesar de la importancia del seston como alimento para los organismos heterótrofos, son pocos los estudios en el ámbito mundial que han determinado la composición bioquímica del mismo (Widdows *et al.* 1979, Poulet *et al.* 1986, Mayzaud *et al.* 1989, Navarro *et al.* 1993, Navarro & Thompson 1995), por lo que el conocimiento de su composición bioquímica en términos de proteínas, carbohidratos y lípidos es importante desde el punto de vista de transferencia energética en la pirámide alimentaria (Lechuga-Deveze *et al.* 1989).

Este trabajo describe el análisis bioquímico del material particulado en suspensión (seston) a lo largo de un ciclo anual y se determina su calidad como alimento para los organismos que se alimentan de partículas suspendidas en la columna de agua en la rada del puerto de Pichilingue, B.C.S., México, especialmente para la almeja catarina *Argopecten ventricosus* (Sowerby II 1842) que es cultivada experimentalmente en esta zona.

## Material y Métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en la rada del puerto de Pichilingue, B.C.S., México (24°16'N, 110°19'W) (Fig. 1). Las muestras de agua fueron tomadas cada 15 días durante las mareas vivas con una botella tipo "Van Dorn" de operación manual, de abril de 1995 a Marzo de 1996. Cada mes se promediaron los muestreos quincenales para obtener un solo valor mensual. La profundidad promedio de la zona de muestreo fue de 3.5 m. El agua se tomó a 15 cm del fondo mediante buceo autónomo sin levantar el sedimento y se puso en contenedores de plástico hasta completar 12 litros. Al momento de depositar el agua en los contenedores se filtró con un tamiz de abertura de malla de 180 µm para eliminar partículas mayores. Para el análisis en el laboratorio del seston total, seston orgánico, seston inorgánico, lípidos, proteínas y carbohidratos se filtró un volumen de 2 litros de agua sobre filtros Whatman GF/C de 4.7 cm de diámetro precombustionados (lavados, quemados a 475 °C por 4 horas) y prepesados. Tres filtros para peso seco y cenizas fueron procesados inmediatamente, otros tres fueron guardados a -41 °C para su posterior análisis bioquímico (2 filtros) y respaldo (1 filtro). La temperatura y la salinidad del fondo se tomaron al mismo tiempo que las muestras de seston y se promediaron para obtener un solo valor mensual.

Para determinar el seston total, seston orgánico y seston inorgánico los filtros fueron secados en un horno a 80 °C durante 24 h y se pesaron para obtener el seston total. Después se quemaron en una mufla a 475 °C durante 4 h y se volvieron a pesar. El seston orgánico se

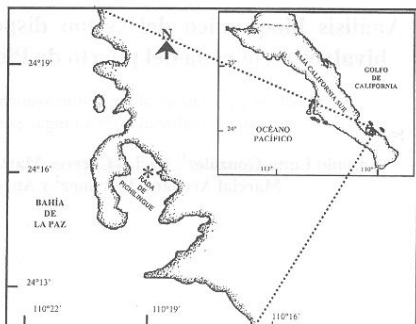


Figura 1

Area de estudio. Rada del puerto de Pichilingue, B. C. S., México.  
Sample area. Roadstead of Pichilingue port, B.C.S., Mexico.

obtuvo restando el peso de los filtros quemados del peso de los mismos al secarse. Las cenizas (seston inorgánico) se obtuvieron restando el peso de los filtros quemados del peso de los mismos antes del filtrado. Para pesar los filtros se utilizó una microbalanza Mettler AJ100.

La razón seston inorgánico/seston orgánico se obtuvo dividiendo el seston inorgánico (SI) ( $\text{mg l}^{-1}$ ) entre el seston orgánico (SO) ( $\text{mg l}^{-1}$ ), lo cual da un valor adimensional.

### Análisis bioquímico del seston

Los carbohidratos se determinaron por el método de Dubois *et al.* (1956), modificado por Malara & Charra (1972a). El filtro con seston se cortó en pedazos y se trituró con 5 ml de agua destilada con un homogenizador. El estándar utilizado para la curva de calibración fue glucosa anhidra. Las lecturas de densidad óptica del estándar y de la muestra se realizaron a una longitud de onda de 490 nm en un espectrofotómetro Beckman DU-640. El análisis de lípidos se realizó por el método de Bligh & Dyer (1959). Se utilizó una parte del homogenizado preparado para los carbohidratos.

Las proteínas se determinaron por el método de Lowry *et al.* (1951), modificado por Malara & Charra (1972b). Al igual que para los lípidos se utilizó parte del homogenizado usado para carbohidratos. El estándar que se usó fue la albúmina de bovino. Las lecturas del estándar y de la muestra se hicieron a una longitud de

onda de 750 nm en un espectrofotómetro Beckman DU-640. La variación mensual de los carbohidratos, lípidos y proteínas en relación al seston orgánico se obtuvo de la suma de carbohidratos, lípidos y proteínas y se dividieron entre el total de materia orgánica particulada del mes y se expresaron en porcentaje.

El material alimenticio es la suma de los componentes bioquímicos mayores del seston orgánico (lípidos, carbohidratos y proteínas) (Widdows et al. 1979).

El contenido energético del material alimenticio se obtuvo convirtiendo los carbohidratos, lípidos y proteínas a equivalentes de energía usando los coeficientes respectivos de 17.5, 39.5 y 24.0 Jmg<sup>-1</sup> (Gnaiger 1983). El índice alimenticio expresa la calidad del seston como alimento para los organismos filtradores y se obtiene dividiendo el material alimenticio entre el seston total por cien (MA/ST x 100) (Widdows et al. 1979).

## Resultados

La variación de la temperatura fue estacional, con un valor mínimo en invierno de 20,5 °C y un máximo en verano de 29,5 °C. La salinidad tuvo el mismo comportamiento con un valor mínimo de 34‰ en verano y máximo de 37‰ en invierno (Fig. 2).

El seston total presentó una variación irregular a lo largo del año, con valores altos en los meses de abril y julio de 1995 (14,5; 13,73 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente) y diciembre y enero de 1996 (13,75; 13,75 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente), mientras que los menores valores se presentaron en octubre y noviembre de 1995 (7,87; 7,86 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente) (Fig. 3).

El seston inorgánico y orgánico tuvieron un comportamiento diferente a lo largo del año, ya que los mayores valores del seston inorgánico se obtuvieron en abril y julio de 1995 (11,5; 10,81 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente) y diciembre y enero de 1996 (10,3; 10,3 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente), mientras que los mayores valores del seston orgánico se encontraron en diciembre y enero de 1995 (3,45; 3,45 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente). Por otro lado, los menores valores del seston inorgánico se presentaron en octubre y noviembre de 1995 (6,21; 5,85 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente) y los del seston orgánico en octubre y noviembre 1995 (1,66; 2,0 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente) (Fig. 3).

La razón seston inorgánico/seston orgánico mostró

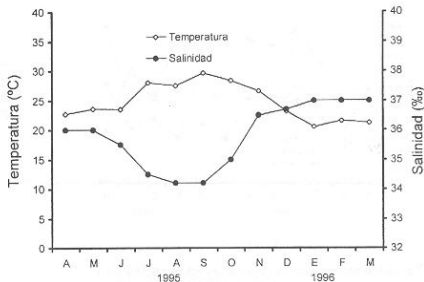


Figura 2

Variación mensual de la temperatura y la salinidad.  
Monthly fluctuation of temperature and salinity.

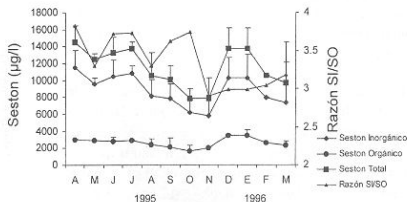


Figura 3

Variación mensual del seston total, inorgánico, orgánico y razón SI/SO.  
Monthly fluctuation of total, inorganic and organic seston, and SI/SO rate.

valores menores de cuatro. El valor más próximo fue de 3,83 en abril de 1995 (Fig. 3). Esta relación es muy importante ya que tiene influencia sobre el proceso de alimentación de filtroalimentadores. Los carbohidratos fueron más abundantes en julio, agosto y septiembre de 1995 (182,92; 187,15; 184,8 µg l<sup>-1</sup>, respectivamente) y marzo de 1996 (207,07 µg l<sup>-1</sup>), mientras que disminuyeron en mayo, octubre y diciembre de 1995 (108,95; 119,37; 123,67 µg l<sup>-1</sup>, respectivamente) (Fig. 4).

Al igual que los carbohidratos, los lípidos también presentaron variación a lo largo del ciclo anual sin un patrón definido. Los valores mayores se presentaron en julio, agosto, septiembre y diciembre de 1995 (293,75; 268,75; 278,0; 284,37 µg l<sup>-1</sup>, respectivamente) y los menores en octubre de 1995 (125,0 µg l<sup>-1</sup>) y marzo de 1996 (134,37 µg l<sup>-1</sup>) (Fig. 4). Las proteínas presentaron

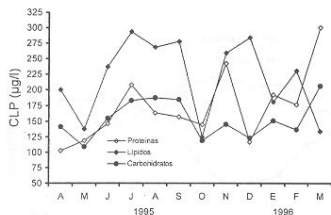


Figura 4

Variación mensual de la concentración de carbohidratos, lípidos y proteínas en el seston.

Monthly fluctuation in carbohydrate, lipid, and protein content of seston.

picos altos en noviembre de 1995 ( $242,37 \mu\text{g l}^{-1}$ ) y marzo de 1996 ( $301,02 \mu\text{g l}^{-1}$ ), mientras que disminuyeron en abril y diciembre de 1995 ( $102,55$ ;  $117,15 \mu\text{g l}^{-1}$ , respectivamente) (Fig. 4).

La suma de la variación mensual en porcentaje de los carbohidratos, lípidos y proteínas en relación al seston orgánico fue mayor en septiembre y noviembre 1995 (28,5; 32,16%, respectivamente), mientras que los porcentajes más bajos se presentaron en abril, mayo y diciembre de 1995 (14,79; 12,6; 15,22%, respectivamente) y enero de 1996 (15,21%) (Fig. 5). El resto de la adición de materia orgánica no es directamente digerible.

El material alimenticio fue muy alto en julio y noviembre de 1995 ( $684,92$ ;  $646,94 \mu\text{g l}^{-1}$ , respectivamente) y muy bajo en abril, mayo y octubre de 1995 ( $443,72$ ;  $365,72$ ;  $389,44 \mu\text{g l}^{-1}$ , respectivamente) (Fig. 6). El contenido energético (energía disponible) del material alimenticio en el área de estudio fue mayor en julio y noviembre de 1995 ( $19,80$ ;  $18,59 \text{ J l}^{-1}$ , respectivamente) y menos cantidad de energía en abril, mayo y octubre de 1995 ( $12,83$ ;  $10,20$ ;  $10,50 \text{ J l}^{-1}$ , respectivamente) (Fig. 7).

El índice alimenticio en la rada presentó mayor calidad del seston en septiembre y noviembre de 1995 (6,16; 8,22%, respectivamente) y en marzo de 1996 (6,65%). El menor índice se observó en abril y mayo de 1995 (3,06; 2,93%, respectivamente) (Fig. 7).

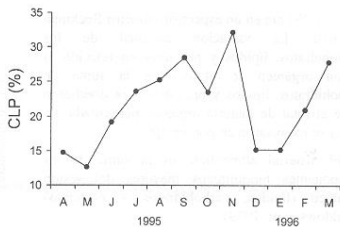


Figura 5

Variación mensual de los carbohidratos, lípidos y proteínas en relación con el seston orgánico.

Monthly fluctuation of carbohydrate, lipid, and protein of organic seston.

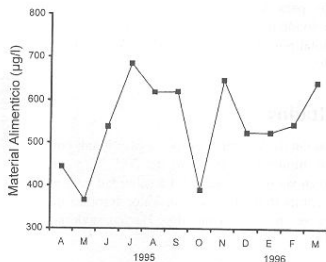


Figura 6

Variación mensual del material alimenticio.

Monthly fluctuation of food material.

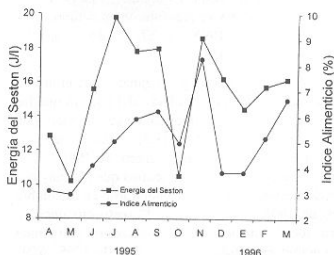


Figura 7

Variación mensual del índice alimenticio y del contenido energético del seston.

Monthly variation of food index and the energy content of seston.

## Discusión

La temperatura y la salinidad no presentaron una influencia clara en la variación del seston y de sus componentes bioquímicos, al menos no bajo las condiciones en las se llevó a cabo este trabajo, ya que no se realizó un estudio paralelo sobre el fitoplancton que hubiera permitido analizar la influencia de la temperatura y la salinidad sobre el mismo y determinar la cantidad de carbohidratos, lípidos y proteínas que provienen ya sea del fitoplancton o del detritus. La cantidad de material particulado en suspensión (seston) de la rada del puerto de Pichilingue presenta una gran variabilidad a lo largo del ciclo anual, debida principalmente a la fluctuación del seston inorgánico. Esta variación está influenciada por el efecto de resuspensión del sedimento producido de la marea y del viento (Jiménez-Illescas *et al.* 1997). El efecto de estos procesos físicos se manifiesta en la alta concentración de seston inorgánico en la columna de agua que llega a ser de más del 74% durante todo el ciclo anual, alcanzando valores altos ( $11,5 \text{ mg l}^{-1}$ ), mientras que el seston orgánico alcanza valores máximos de  $3,4 \text{ mg l}^{-1}$ . Barrios-Ruiz (1997) encontró para isla Gaviota (una zona muy cercana al área de estudio), valores del seston total de  $8,45 \text{ mg l}^{-1}$  a  $12,86 \text{ mg l}^{-1}$ , de los cuales  $1,4 \text{ mg l}^{-1}$  a  $2,2 \text{ mg l}^{-1}$  fueron de seston orgánico y de  $7,08 \text{ mg l}^{-1}$  a  $10,66 \text{ mg l}^{-1}$  fueron de seston inorgánico. Por otro lado, Castro-Longoria & Grijalva-Chon (1991) encontraron en la laguna La Cruz en Sonora (México) valores totales del seston de  $10,2 \text{ mg l}^{-1}$  a  $62,3 \text{ mg l}^{-1}$ , de los cuales de 3 a  $6,9 \text{ mg l}^{-1}$  correspondieron al seston orgánico y de  $7,0 \text{ mg l}^{-1}$  a  $35,2 \text{ mg l}^{-1}$  fueron de seston inorgánico. Para el estuario de Lynher (Inglaterra) se encontraron valores de  $4,0 \text{ mg l}^{-1}$  a  $35,0 \text{ mg l}^{-1}$ , donde el seston orgánico varió de  $2,0 \text{ mg l}^{-1}$  a  $4,0 \text{ mg l}^{-1}$  (Widdows *et al.* 1979). Newell & Bayne (1980) realizaron un estudio en el estuario de Tamar (Inglaterra) y encontraron valores de seston total de  $3,0 \text{ mg l}^{-1}$  a  $28,0 \text{ mg l}^{-1}$ , donde el seston orgánico tuvo un intervalo de  $1,5 \text{ mg l}^{-1}$  a  $3,0 \text{ mg l}^{-1}$ . En Trømsø (Noruega), Vahl (1980) reportó valores parecidos a los encontrados en este trabajo, con valores del seston inorgánico de  $5,0$  a  $12,0 \text{ mg l}^{-1}$  y del seston orgánico de  $1,0$  a  $4,0 \text{ mg l}^{-1}$ . Para la bahía de Chesapeake (E.U.A) Berg & Newell (1986) mencionan valores del seston total de  $3,5 \text{ mg l}^{-1}$  a  $30,0 \text{ mg l}^{-1}$  y entre  $1,5 \text{ mg l}^{-1}$  a  $8,0 \text{ mg l}^{-1}$  de seston orgánico. En la bahía de Yaldad (Chile) Navarro *et al.* (1993) encontraron valores máximos de seston total de  $48,0 \text{ mg l}^{-1}$  ( $18,0 \text{ mg l}^{-1}$  de seston orgánico y  $30,0 \text{ mg l}^{-1}$  de inorgánico) y valores mínimos de  $5,0 \text{ mg l}^{-1}$  (orgánico  $1,2 \text{ mg l}^{-1}$  e inorgánico  $3,5 \text{ mg l}^{-1}$ ).

En este estudio no se encontraron meses con una razón SI/SO igual o mayor que 4,0. Al respecto, Vahl

(1980) menciona que la dilución del seston orgánico por el seston inorgánico puede reducir o detener la alimentación y el crecimiento en los pectínidos. Es la cantidad del seston orgánico en relación con el seston inorgánico lo que determina cuando los pectínidos pueden tener o no un balance positivo de energía. Se estima que dejan de ingerir SO cuando el SI abarca más del 80%, o sea cuando la razón SI/SO es igual a 4,0. Por otro lado, Foster-Smith (1976) menciona que cuando se incrementa la carga de seston total, los bivalvos son capaces de controlar la cantidad de material ingerido por tres vías: reduciendo el tiempo de bombeo, reduciendo la tasa de aclaramiento e incrementando la cantidad de material expulsado como pseudoheces. Al respecto, Bricelj & Shumway (1991) mencionan que en general los pectínidos regulan la ingestión de partículas reduciendo la tasa de aclaramiento.

La composición bioquímica del seston es una buena herramienta para entender mejor la importancia del mismo en los procesos biológicos (Poulet *et al.* 1986). La composición bioquímica del seston en la rada del puerto de Pichilingue depende del detritus resuspendido y de la producción de fitoplancton. La suma de los lípidos, carbohidratos y proteínas representó entre el 12,61 y el 32,16% de la fracción orgánica del seston total, el resto es material fibroso indigerible (Fig. 5). La rada es una bahía somera con profundidades que van de 5,0 a 12,0 metros y poca circulación (API 1995). En esta región de México llueve muy poco por lo que el aporte de materia vegetal de origen terrestre arrastrado por los vientos y tormentas es escaso y la principal contribución de materia vegetal la realizan los manglares que se encuentran en los márgenes de la rada (Jiménez-Illescas *et al.* 1997). Según Mann (1988), el detritus contiene material fibroso indigerible, como la lignina y la celulosa, proveniente de plantas vasculares, y además tienen bajo contenido de nitrógeno, este material tiene poco valor alimenticio para los animales, porque su carbono es indigerible y tiene poca proteína y menciona que la única manera de aprovecharlo es por medio de microorganismos como las bacterias y los hongos que lo degradan y que a su vez sirven de alimento a los organismos filtradores. Jorgensen (1975) considera que el fitoplancton es superior nutricionalmente a cualquier otra materia orgánica particulada del medio. Desafortunadamente, no se realizó un estudio paralelo sobre fitoplancton, que hubiera servido para determinar que cantidad de los carbohidratos, lípidos y proteínas provienen del mismo o del detritus. Los valores de los componentes bioquímicos obtenidos en la rada son diferentes a los encontrados por Widdows *et al.* (1979) y Poulet *et al.* (1986), ya que ellos encontraron que la suma de estos componentes representa entre el 10% y el 15% del seston orgánico en ambientes con procesos de resuspensión altos y entrada de material

terrestre. Por otro lado, los valores encontrados fueron menores a los obtenidos por Navarro *et al.* (1993) en la bahía de Yaldad (12-55%) y a los encontrados en la bahía de Logy en invierno (10-45%) y en el bloom fitoplanctónico (50-90%) por Navarro & Thompson (1995), lo que se debería a la diferencia de los ambientes.

Los valores altos del material alimenticio sugieren un aumento del fitoplancton. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Signoret & Santoyo (1980) y Lechuga-Deveze *et al.* (1986), quienes encontraron dos picos importantes de fitoplancton en invierno y en verano en la bahía de La Paz donde se encuentra la rada. En comparación, Navarro *et al.* (1993) obtuvieron, para la bahía de Yaldad, valores mínimos de  $400 \mu\text{g l}^{-1}$  y el máximo de  $2500 \mu\text{g l}^{-1}$  durante el bloom fitoplanctónico, mientras que Navarro & Thompson (1995) encontraron en la bahía de Logy un mínimo de  $100 \mu\text{g l}^{-1}$  en invierno y  $671 \mu\text{g l}^{-1}$  durante el bloom fitoplanctónico.

La transformación del material alimenticio a energía (Joules) es importante para determinar qué sustancias aportan más energía y para ver su variación a lo largo del ciclo anual, pero el no considerar al seston orgánico indigerible y al seston inorgánico no se puede tomar como un indicador de la calidad del alimento.

El índice alimenticio es la razón del material alimenticio respecto al seston total expresado en porcentaje, y está basado en la afirmación de que en los alimentadores de material en suspensión no hay selectividad de partículas, así que el seston inorgánico diluye el alimento disponible (Widdows *et al.* 1979). El valor más alto que se obtuvo para la rada fue de 8,22% lo cual es considerablemente más bajo comparado con el encontrado por Navarro *et al.* (1993) en la bahía de Yaldad, donde el valor máximo fue de 20% en verano, mientras que en el invierno obtuvo valores de 4% a 10%. Por otro lado, Navarro & Thompson (1995) encontraron valores de 10% en invierno y 55% en primavera-verano en la bahía de Logy. Para la bahía de Galveston (E.U.A) (Soniata *et al.* 1984) el valor máximo fue de 11% en primavera-verano, muy similar al obtenido para la rada. El material alimenticio está diluido por el seston inorgánico, por lo que los valores bajos del índice alimenticio no están necesariamente asociados con una baja cantidad de material alimenticio. A pesar de esto, el índice se considera un buen indicador de la calidad de la dieta disponible para los organismos filtradores, porque representa el porcentaje de material nutritivo contenido en el seston (Navarro & Thompson 1995). Los valores obtenidos del índice alimenticio indican que la rada del puerto de Pichilingue ofrece baja calidad nutricional para organismos filtradores. A pesar de lo anterior, los estudios sobre la

biología reproductiva de *A. ventricosus* realizados en la localidad indican que esta especie se encuentra madura sexualmente todo el año (Luna-González 1997), de la misma forma que para otras localidades de B. C. S. (Baquero *et al.* 1981, Villalejo-Fuerte 1992, Félix-Pico *et al.* 1995). Sin embargo, el índice gonadosomático promedio obtenido para *A. ventricosus* en Bahía Concepción, B. C. S., México, es superior en 2 puntos porcentuales que aquel reportado para la rada (Villalejo-Fuerte 1992, Luna-González 1997). El índice alimenticio no presenta una relación consistente con el ciclo reproductivo ya que podría estar influido por una combinación de la calidad del alimento y las reservas alimenticias (glucógeno) del músculo abductor (Luna-González 1997).

El crecimiento de la almeja catarina en la rada del puerto de Pichilingue no es tan rápido en comparación con otras zonas de la bahía de La Paz (Ramírez-Filippini & Cáceres-Martínez 1994), probablemente como respuesta al índice alimenticio reportado.

Los estudios anteriores requieren profundizar las investigaciones sobre el alimento disponible y su relación con el crecimiento y reproducción de los moluscos bivalvos.

## Agradecimientos

La investigación fue apoyada con recursos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Los autores agradecen la colaboración de Javier Cortés-Salazar por su apoyo en el campo y a Silverio López-López por su ayuda en el Laboratorio.

## Literatura citada

- Anderson FE. 1970. The periodic cycle of particulate matter in a shallow temperate estuary. *Journal of Sedimentary Petrology* 40: 1128-1135.
- Anderson FE & LM Meyer. 1986. The interaction of tidal currents on a disturbed intertidal bottom with a resulting change in particulate matter quantity, texture and food quality. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 22: 19-29.
- API 1995. Administración Portuaria Integral. Dragado de la rada del puerto de Pichilingue, B. C. S., México. Mapa batimétrico. Puertos y Servicios Auxiliares, México.
- Baquero CE, RI Peña & JA Massó. 1981. Análisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B. C. S., México. *Ciencia Pesquera* 1: 57-65.
- Barrios-Ruiz D. 1997. Estudios de crecimiento y alimentación de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* (Sowerby 1835) en la bahía de La Paz, B. C. S., México. Tesis de Biología, UAEM, Toluca, México 70 p.

- Berg JA & RI Newell. 1986. Temporal and spatial variations in the composition of seston available to the suspension feeder *Crassostrea virginica*. Estuarine Coastal and Shelf Science 23: 375-386.
- Bligh EG & WJ Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal Biochemical and Physiology 37: 911-917.
- Bricelj VM & S Shumway. 1991. Physiology: energy acquisition and utilization. pp 305-338. En: Sandra Shumway (Ed.). Scallops: biology, ecology and aquaculture. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, Holanda.
- Castro-Longoria R & JM Grijalva-Chon. 1991. Variabilidad espacio-temporal de nutrientes y seston en la laguna costera La Cruz, Sonora. Ciencias Marinas 17: 83-97.
- Dubois MK, A Gilles, JK Hamilton, PA Rebers & F Smith. 1956. Colorometric method for determination of sugar and related substances. Analytical Chemistry 28: 350-356.
- Félix-Pico EF, MT Ibarra-Cruz, RE Merino-Márquez, VA Levy-Pérez, FA García-Domínguez & R Morales-Hernández. 1995. Reproductive cycle of *Argopecten circularis* in Magdalena Bay, B.C.S. Mexico. 151-155 p. En: IFREMER (Ed.) Actes de Colloques, No. 17. 8th International Pectinid Workshop. Cherbourg (France) May 22-29 (1991).
- Foster-Smith RL. 1976. Some mechanisms for the control of pumping activity in bivalves. Marine Behaviour and Physiology 4: 41-60.
- Gnaiger E. 1983. Calculation of energetic and biochemical equivalents of respiratory oxygen consumption. pp 337-345. En: E. Gnaiger & H. Forstner (Eds.). *Polarographic oxygen sensors*. Springer-Verlag, Berlin.
- Gordon DC. 1983. Introductory remarks, Symposium on dynamics of turbid coastal environments. Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences 40: 3-7.
- Jiménez-Illescas AR, M Obeso-Nieblas & DA Salas-de León. 1997. Oceanografía física de la bahía de La Paz, B. C.S. pp 31-41. En: Urbán-Ramírez J & M Ramírez-Rodríguez (Eds.). Bahía de La Paz: investigación y conservación. UABCS-CICIMAR-SCRIPPS.
- Jorgensen CB. 1975. Comparative physiology of suspension feeding. Annual Review of Physiology 37: 57-79.
- Langdon C, J Roger & IE Newell. 1990. Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Geukensia demissa*. Marine Ecology Progress Series 58: 299-310.
- Lechuga-Deveze CH, J García-Pámanes & JJ Bustillos-Guzmán. 1986. Condiciones ecológicas de una laguna costera de la costa oeste del Golfo de California. Turbiedad y clorofila. Ciencias Marinas 12: 19-31.
- Lechuga-Deveze CH, JJ Bustillos-Guzman & D Cortés-Guzmán. 1989. Proteínas y carbohidratos de la materia orgánica particulada fotosintética y no fotosintética en la costa occidental de Baja California Sur, México. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México 16: 353-360.
- Lechuga-Deveze CH, DJ López-Cortés & JJ Bustillos-Guzmán. 1993. Distribution of particulate organic matter in Baja California, West Coast of Mexico. Indian Journal of Marine Sciences 22: 128-131.
- López-Cortés DJ, CH Lechuga-Deveze & JJ Bustillos-Guzmán. 1991. Influencia hidrográfica en la distribución de la materia orgánica particulada en la zona central del Golfo de California (otoño, 1987). Revista Latinoamericana de Microbiología 33: 305-312.
- Lowry OH, NJ Rosebrough, AL Farr & RJ Raldall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. Journal of Biology and Chemistry 193: 265-275.
- Luna-González A. 1997. Ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten ventricosus* (Sowerby II, 1842), cultivada en la rada del puerto de Pichilingue, B.C.S. y su relación con el medio. Tesis de maestría. Universidad autónoma de Baja California Sur, México, 74 p.
- Mann KH. 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine, and coastal marine ecosystems. Limnology and Oceanography 33: 910-930.
- Malara G & R Charra. 1972a. Dosage de glucides particulaires du phytoplancton selon la méthode de Dubois. Nota interna de trabajo No. 6. Station Zoologique de Villefranche sur Mer, 7 p.
- Malara G & R Charra. 1972b. Dosage de protéines particulaires selon la méthode de Lowry. Nota interna de trabajo No. 5. Station Zoologique de Villefranche sur Mer, 7 p.
- Martínez-López A & I Gárate-Lizárraga. 1994. Quantity and quality of the particulate organic matter in Concepción Bay, during the spawning season of the scallop *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835). Ciencias Marinas 20: 301-320.
- Mayzaud P, JP Chanut & RG Ackman. 1989. Seasonal changes of the biochemical composition of marine particulate matter with special reference to fatty acids and sterols. Marine Ecology Progress Series 56: 189-304.
- Navarro JM, E Cleasing, G Urrutia, G Asencio, R Stead & C Herrera. 1993. Biochemical composition and nutritive value of suspended particulate matter over a tidal flat of southern Chile. Estuarine Coastal and Shelf Science 37: 59-73.
- Navarro JM & RJ Thompson. 1995. Seasonal fluctuations in the size spectra, biochemical composition and nutritive value of the seston available to a suspension-feeding bivalve in a subarctic environment. Marine Ecology Progress Series 125: 95-106.

- Newell IRE & BL Bayne. 1980. Seasonal changes in the physiology, reproductive condition and carbohydrate content of the cockle *Cardium* (= *Cerastoderma*) *edule* (Bivalvia:Cardiidae). *Marine Biology* 56: 11-19.
- Poulet SA, D Cossa & JC Marty. 1986. Combined analysis of the size spectra and biochemical composition of particles in the St. Lawrence Estuary. *Marine Ecology Progress Series* 30: 205-214.
- Ramírez-Filippini D & C Cáceres-Martínez. 1994. Colecta, preengorda y cultivo *Argopecten circularis* en parques bajo diferentes densidades, en la Bahía de La Paz, B. C. S. México. *Revista de Investigación Científica. Area de Ciencias del Mar*, 5 (No. Especial AMAC): 35-44.
- Signoret M & H Santoyo. 1980. Aspectos ecológicos de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. *Anales de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México 7: 217-248.
- Soniat TM, SM Ray & LM Jeffrey. 1984. Components of the seston and possible available food for oysters in Galveston Bay, Texas. *Contribution in Marine Science* 27: 127-141.
- Vahl O. 1980. Seasonal variations in seston and in the growth rate of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.-F. Müller) from Bassfjord, 70°N. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 48: 195-204.
- Villalejo-Fuerte M. 1992. Aspectos reproductivos de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835), en Bahía Concepción, B.C.S. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S. México, 96 p.
- Ward LG. 1981. Suspended-material transport in marsh tidal channels, Kiawah Island, S. C. *Marine Geology* 40: 139-154.
- Widdows S, P Fieth & CM Worral. 1979. Relationship between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 50: 195-207.
- Zeitschel B. 1970. The quantity, composition and distribution of suspended particulate matter in the Gulf of California. *Marine Biology* 7: 305-318.