

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**Fisiología de la alimentación del ostión japonés,
Crassostrea gigas (Thunberg) en Bahía San Quintín, Baja
California, México.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

Francisco Javier Escalante Almada

Ensenada, Baja California, Diciembre del 2007.

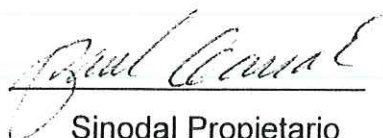
FISIOLOGIA DE LA ALIMENTACION DEL OSTION
JAPONES, *Crassostrea gigas* (Thunberg) EN BAHIA SAN
QUINTIN, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

TESIS
QUE PRESENTA
FRANCISCO JAVIER ESCALANTE ALMADA

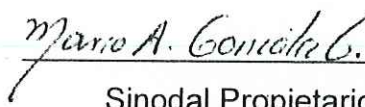
Aprobada por:



Presidente del Jurado
M.C. Francisco Ley Lou



Sinodal Propietario
Dr. Zaul García Esquivel



Sinodal Propietario
M.C. Marco A. González Gómez

RESUMEN.

El presente estudio fue realizado para analizar los cambios estacionales y sitio-específico de los procesos fisiológicos relacionados con la alimentación (filtración, ingestión, absorción y asimilación) del ostión *Crassostrea gigas* en Bahía San Quintín. Los experimentos fueron realizados *in situ*, utilizando la técnica sobre producción de biodepositos y con organismos individuales. Las concentraciones del seston total (2.6 a 11 mg L⁻¹), sus comportamientos tienen una marcada influencia de las mareas. Las tasas de filtración (FR) presentaron de 16.17 a 25.69 mg · h⁻¹ · g⁻¹, se mantuvieron relativamente constante para las diferentes épocas del año, exceptuando una disminución considerable para octubre de 1999. Las tasas de ingestión (NOIR), obtuvieron de 2.73 a 4.15 ± 0.15 mg · h⁻¹ · g⁻¹; absorción (NOAR), resultaron 0.45 a 1.35 mg · h⁻¹ · g⁻¹; eficiencia de asimilación (NAEIO), encontraron de 0.12 a 0.46 %. La tendencia de los procesos (NOIR, NOAR y NAEIO) fue un gradual incremento continuo, llegando hasta un máximo para abril del 2000. Sin embargo, disminuye hasta un mínimo para verano, pudo ser debido al alimento de menor calidad y edad avanzado de los organismos (reduce sus tasas metabólicas). En el experimento de traslocación, se observaron en los organismos de la boca presentaron mayores biomásas e índice de condición que los de la cabeza. Esto es debido a la combinación de las batimetrías y las mareas de BF, conllevaron a una mayor exposición atmosférica en la cabeza (los organismos cerraron sus conchas y no tuvieron actividades metabólicas). Las intensidades de los procesos fisiológicos en los experimentos de traslocación, no mostraron diferencias significativas entre los organismos de la boca con la cabeza. Esta especie de ostión tiene una gran plasticidad para adaptarse a las diferentes variaciones ambientales.

AGRADECIMIENTOS:

Primero quiero agradecer a **Dios** por darme el tiempo y sabiduría para cursar esta carrera.

A mis **Padres**, ejemplos de vida, los cuales les debo mi educación y carácter que tengo, gracias por su gran apoyo les dedico este trabajo.

A mis **hermanos**, Güera vivimos juntos y te agradezco que siempre me hayas ayudado en todo, Gorda tuviste muchas visitas a Ensenada gracias por alegrar esos momentos, Gordo los fines de semana contigo fueron los mejores, Sara viniste muy poco pero fue importante y, Ricky tu cariño y alegría la quisiéramos tener todos.

A mi **amigo, maestro y director** de este trabajo Pancho Ley te agradezco tu confianza, tu tiempo, paciencia y amistad que eso es lo que mas cuenta, además de darme la oportunidad de conocer a tu familia Dios la bendiga.

A mis **sinodales**, Dr. Zaul García Esquivel y M.C. Marco A. González Gómez por sus acertadas comentarios, correcciones y confianzas.

La presente tesis fue apoyado por **SIMAC-CONACYT** a través del proyecto de investigación "Estimación del potencial productivo y capacidad de ostrícola en Bahía San Quintín, B.C."

A los **maestros** que cambiaron mi modo de pensar y estudiar se los agradezco, Manuel Moreno, Armando Pinal (q.e.p.d.), Graciela Guerra, Memo Ávila, Luís Cupul, Elizabeth Orellana y Antonio Silva.

A mis amigos **Oceanologos**, Camailo, Lechon, Negro, Moncho, Chavala, Evaristo, Greñas, Jana, Flaca, Angie, Maui, Abuelo, Mauricio, Polo, Cesar Culichi, Rocky, Kike, Nayeli, Renata, Ely, Ponchita, Paco, Carito, Padrino, Alyn, Jimena, Niko como nos divertimos.

A la **Ensenadense banda** Duende, Arturito, Panchito, Jazmin, Chiflo, Picini, Marcela, Diego, Marco Tavarez y Vanesa Lia.

Los Tj's Barry bien podrías haber sido oceanologo, Juanito, Niño, Symbol, Chary, Luís (q.e.p.d.), Carlitos, Faby, Romel, Sara, Jimena, Gaby, Roy, a todos gracias por sus visitas a este Puerto se que la pasaron muy bien y claro gracias por abirme las puertas de sus casas en Tijuana. Y Disculpen si alguien se me paso.

A todos les agradezco el confiar en mí, brindarme su amistad y compartir los momentos mas alegres de mi vida, son parte de mi historia.

El silencio del mar

El silencio del mar
brama un juicio infinito
más concentrado que el de un cántaro
más implacable que dos gotas
Ya acerque el horizonte o nos entregue
la muerte azul de las medusas
nuestras sospechas no lo dejan
El mar escucha como un sordo
es insensible como un dios
y sobrevive a los sobrevivientes
Nunca sabré que espero de él
ni que conjuro deja en mis tobillos
pero cuando estos ojos se hartan de baldosas
y esperan entre el llano y las colinas
o en calles que se cierran en más calles
entonces sí me siento náufrago y sólo el mar puede
salvarme.

Mario Benedetti

INDICE.

1. Introducción	1
2. Objetivo	3
3. Área de Estudio.....	3
4. Materiales y Métodos.....	7
4.1. Diseño Experimental.....	7
4.2. Cuantificaciones	12
4.3. Materiales Orgánicos e Inorgánicos.....	12
4.4. Cálculos de los Procesos Fisiológicos.....	12
5. Resultados	14
5.1. Biometrías de los Organismos Experimentales.....	14
5.2. Seston.....	14
5.3. Biodepositos.....	16
5.4. Procesos Fisiológicos Temporales.....	19
5.5. Experimentos de Traslocación.....	24
6. Discusión.....	26
6.1. Biometrías de los Organismos Experimentales.....	26
6.2. Seston.....	27
6.3. Procesos Fisiológicos Temporales.....	29
6.4. Experimentos de Traslocación.....	30
7. Conclusiones.....	31
7. Referencias.....	32

LISTA DE FIGURA.

Figura 1. Localización de las zonas donde crecieron los ostiones *Crassostrea gigas* del experimento de traslocación en Bahía Falsa  y el sitio donde se evaluaron los procesos fisiológicos de la alimentación 4

Figura 2. Sistema experimental utilizado para evaluar los procesos fisiológicos de *Crassostrea gigas*, a partir de la recolección de heces, pseudoheces y seston.....10

Figura 3. Comportamientos de los seston total y orgánico, y los niveles de mareas para las diferentes sesiones experimentales. Las líneas verticales indican el error estándar.15

Figura 4. Cantidades de heces generadas por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.....17

Figura 5. Cantidades de pseudoheces generadas por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.18

Figura 6. Tasas de filtración producidos por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.....20

Figura 7. Tasas de ingestión producidos por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.....21

Figura 8. Tasas de absorción orgánico producidos por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.....22

Figura 9. Eficiencias de asimilación generados por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.....23

Figura 10. Experimentos de traslocación de los procesos fisiológicos del ostión *Crassostrea gigas*: (a) Tasas de filtración, (b) Tasas de ingestión, (c) Tasas de absorción orgánica y (d) Eficiencias de asimilación. Las líneas verticales indican el error estándar.....25

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Promedios de las variables biométricos ($\pm$ error estándar) de los ostiones, <i>Crassostrea gigas</i> . Organismos adultos utilizados en los experimentos temporales, y los organismos utilizados y obtenidos en el experimento de traslocación.....	11
--	----

1. Introducción.

Bahía San Quintín (BSQ) es considerada como una laguna costera de alta productividad orgánica (Lara-Lara, 1979). Esta condición ha dado por resultado que sea una de las áreas con mayor potencial acuícola en la costa occidental de México. La alta productividad ha permitido el desarrollo comercial de la acuicultura del ostión, la cual se sustenta en el ostión *Crassostrea gigas* que fue introducido en los años 70's del siglo XX. El éxito del cultivo se debe en parte al rápido crecimiento y adaptación del organismo en el lugar (Islas-Olivares, 1975). Además, el ostión ha tenido una buena aceptación en el mercado regional lo que ha permitido el desarrollo de esta actividad.

La intensificación del ostricultivo ha generado un interés creciente para determinar la capacidad de carga de BSQ porque es de suma importancia evaluar el impacto que puede generar el ostión sobre el cuerpo de agua. El organismo es un filtroalimentador que produce grandes cantidades de biodepositos y puede modificar el ambiente en donde se desarrolla (Villarreal Chávez, 1993).

Uno de los métodos que nos puede ayudar en la evaluación de los impactos del ostión sobre un ecosistema acuático costero, consiste en analizar y evaluar los diferentes procesos fisiológicos relacionados con la alimentación (filtración, ingestión, absorción y asimilación). Las intensidades de estos procesos pueden presentar fluctuaciones espacios-temporales, debidos a las modificaciones en la composición y la abundancia del alimento, así como al desarrollo ontogenético de los organismos.

Los primeros estudios para entender estos procesos, fueron realizados en el laboratorio, utilizaron alimentos preparados artificialmente a base de monocultivos de microalga y material inorgánico simples como la kaolinita (Bayne y Newell, 1983; Hawkins y Bayne, 1992). Sin embargo, en el medio natural como las lagunas costeras y los estuarios, presentan condiciones ambientales muy fluctuantes y particulares (Day *et al.*, 1989). Ellos señalan un aspecto importante que son ecosistemas de altas energías. Estas son generadas por las mareas y los vientos, provocan turbulencias que pueden influir en los cualitativos y cuantitativos del alimento. Lo anterior, debe ser considerado para una estimación real de los procesos fisiológicos involucrados en la alimentación.

Se han realizados diferentes estudios en el medio natural sobre los procesos fisiológicos de la alimenticio y las variaciones en la concentración de seston en moluscos bivalvos (Bayne *et al.*, 1993; Iglesias *et al.*, 1996; Barillé *et al.*, 1997; Hawkins *et al.* 1999; Pouvreau *et al.*, 2000 y otros).

Existen diferentes métodos que han sido usados para estimar los procesos fisiológicos (Coughlan, 1969; Widdows, 1985). En años recientes consideran que el método de los biodepositos es la mas sencilla de adaptarse para los estudios de campo y los resultados reflejan el comportamiento de los organismos (Iglesias *et al.*, 1998; Cranford y Hargrave, 1994). Este método asume que la materia inorgánica particulada ingerida puede ser utilizada como un trazador inerte de la alimentación y los procesos digestivos. Además, las predicciones para el crecimiento que se obtiene por esta técnica parece ser

compatible con las mediciones directas de las tasas de crecimiento (Iglesia *et al.*, 1998). En este método debe cuantificarse de manera separadas las heces de los pseudoheces porque si no se hace, la capacidad de evaluación es limitada (Cranford y Hargrave, 1994).

2. Objetivo.

El presente estudio tiene el objetivo general de evaluar *in situ* los procesos fisiológicos relacionados con la alimentación (tasas de filtración, ingestión, absorción y eficiencia de asimilación) del ostión japonés *Crassostrea giga* en la Bahía San Quintín, B.C., para diferentes estaciones del año y en dos sitios de cultivos.

3. Área de Estudio.

Bahía San Quintín esta localizada en la costa noroccidental de la Península de Baja California, entre los 30° 24' a 30° 30' Norte y los 115° 57' a 116° 01' Oeste (Fig. 1). En el área se presenta un clima árido, templado con lluvias en invierno. La temperatura tiene un promedio anual de 16 °C (INEGI, 1990), con una media para verano de 24 °C y 12 °C para invierno. La precipitación pluvial es variable, pero tiene un promedio < 100 mm anual. Los vientos dominantes, son provenientes del Oeste o Noroeste. Las velocidades promedian en verano de 35 km h⁻¹ y en invierno de 80 km h⁻¹, pero presentan periodos de calmas.



Figura 1. Localización de las zonas donde crecieron los ostiones *Crassostrea gigas* del experimento de traslocación en Bahía Falsa (●), y el sitio donde se evaluaron los procesos fisiológicos de la alimentación (■)

La Bahía un presenta la forma de una "Y", con una orientación norte-sur. Esta tiene un área de 41.6 Km², presenta una comunicación permanente con el mar, por medio de una boca de 1.5 km de ancho en el extremo sur. La cuenca es bastante somera, tiene una profundidad ~ 1.80 m, durante la marea alta promedio. En el periodo de las mareas mas bajas puede estar expuesta > 40 % de su superficie (Chávez-Nishikawa y Álvarez-Borrego, 1974).

Este cuerpo de agua costero, está dividido en dos brazos, la porción Este es denominada Bahía San Quintín (BSQ) y tiene una longitud aproximada de 11 km con una anchura variable. La porción Oeste, se les conoce como Bahía Falsa (BF), tiene una longitud de 7 km y ancho de 2 km. El bentos esta caracterizada por tener un fondo uniforme, los sedimentos comprende desde gravas hasta arcillas. La distribución de los sedimentos, tiende a ser progresivamente fina y menos seleccionadas hacia el interior de la cuenca.

La dinámica de las masas de agua esta influenciada por las mareas, puede generar hasta el 97 % de las corrientes que se presentan en el sistema (Álvarez-Borrego, 2004). Este es el principal transporte de los componentes disueltos y/o particulados en el sistema. Las mareas predominante son las semi-diurna, tienen rangos de 2.5 y 1.0 m para las vivas y muertas, respectivamente. Las corrientes por mareas en el área de la boca puede llegar a una velocidad de 1.0 m s⁻¹, pero tiende a disminuir hacia el interior del sistema hasta 0.60 m s⁻¹ (Ocampo-Torres, 1980). Las turbulencias generadas por las mareas producen una distribución vertical homogénea de las propiedades del agua (Martori-Oxamendi, 1989).

Bahía Falsa (BF) es el área donde se encuentra la mayor parte de los cultivos del ostión. Los estantes de cultivo quedan expuesta al medio ambiente, durante las mareas bajas (García-Esquivel *et al.*, 2000). Los tiempos de residencia de las masas de agua, a partir del balance de sal, en primavera y verano fluctúan entre 4 y 6 días y en invierno de alrededor de 12 (Juárez Villarreal, 1982; Hernández-Ayon *et al.*, 2004). Las fluctuaciones de clorofila y temperatura tienen el mismo patrón de las mareas, siendo más evidente en áreas cercanas a la boca (Hernández-Ayon *et al.*, 2004). Este ecosistema funciona con un exportador de fósforo inorgánico e importador de nitrógeno inorgánico y carbono orgánico con respecto; sin embargo, años El Niño mantiene una producción neta de nitrógeno inorgánico (Hernández-Ayon *et al.*, 2004). Las surgencias es un fenómeno intermitente en la zona costera adyacente y la principal causa de fluctuación temporal del biomasa fitoplanctonica (Lara-Lara *et al.*, 1980).

El presente trabajo se llevó a cabo en el brazo Oeste, denominado Bahía Falsa (BF) donde se cultiva el ostión *C. gigas* de manera comercial. Los ostiones que se utilizaron en los experimentos, provienen de la compañía Acuícola San Quintín, cultivados en un área cercana a la boca.

4. Materiales y Métodos.

4.1. Diseño Experimental.

Los experimentos sobre las tasas de filtración, ingestión, absorción y la eficiencia de asimilación, fueron realizados en el campo ostrícola "Alfonso's". Este sitio esta cercana a la cabeza de BF (Fig. 1).

El estudio comprendió de 2 partes:

- La primera consistió en estudiar el comportamiento de los parámetros fisiológicos en las 4 estaciones climatológicas del año. En esta sección de estudio se utilizaron organismos de tallas adultas (97.30 ± 1.66 mm largo de la concha).
- La segunda consistió en experimentos de traslocación. Se colectaron ostiones de talla mediana (76.91 ± 3.24 mm largo de la concha) del campo ostrícola "Acuícola San Quintín". Estos organismos fueron repartidos en 2 partes, una fue colocado en la porción interna de la bahía (campo ostrícola JC) y la otra cercana a la boca (campo ostrícola Acuícola San Quintín). Los ostiones permanecieron en su respectivo sitio por un periodo de 75 días. Al final de este tiempo, los organismos fueron transportados al campo "Alfonso's", donde se realizo los experimentos para calcular los parámetros fisiológicos.

Las tasas fisiológicas fueron calculadas, utilizando la técnica de biodepositos con organismos individuales. Los biodepositos consisten en heces (materiales expulsadas que sufrieron procesos en el tracto digestivo) y pseudoheces (materiales expulsadas de la cavidad palial, sin sufrir

transformaciones). El método tiende a presentar 2 importantes supuestos (Iglesia *et al.*, 1998). La primera considera que la proporción de materias orgánica e inorgánica es similar con los materiales en suspensión y los filtrados por los animales. La segunda considera que los pseudoheces son producidos en cuestiones de minutos, después de la filtración; y las heces tiende a tardar mas tiempo (~ una hora), debidos a las transformaciones que sufren en el tracto digestivo.

El agua utilizada para los experimentos fue obtenida del canal principal, utilizando una toma que estuvo colocada en una balsa. De esta manera el agua colectada, siempre fue de una misma profundidad.

En cada serie de mediciones, se utilizaron ostiones de talla similares que fueron transferidos en 4 "charolas" o cámaras experimentales. Estas contienen 6 celdas o divisiones y donde se colocaron un organismo en cada una. Las celdas estaban divididas por una malla de mosquitero de plástico con el fin de separar las heces de las pseudoheces que excretan. Las cámaras experimentales, tuvieron suministros continuos de agua de mar (flujo aproximado de 150 a 200 ml / min.). Este flujo fue suficiente para asegurar que el volumen de partículas suspendidas no se reduzca más de 40 %, entre aportes y perdidas (Fig. 2).

Una vez colocados los ostiones en las charolas, se dejaron una hora para seleccionar los organismos más activos. Después de la selección, se dejaron pasar otra hora para un mayor tiempo de aclimatación a las nuevas condiciones. En un lapso de tiempo posterior, se limpiaron las celdas de todo desecho y se

procedió a iniciar el experimento. Las colectas de biodepositos se realizaron en intervalos de 1.5 horas, durante un periodo de 6 a 7.5 horas.

Los organismos utilizados en los experimentos provinieron de la zona más cercana a la boca de BF (Fig. 1), y fueron proporcionados por la empresa Acuícola de San Quintín. Las tallas de los organismos utilizados y las fechas en que se realizaron de los experimentos, están descritas en la Tabla I.

Las heces y las pseudoheces fueron colectadas de manera separadas por medio de succión con una manguera colocada en una botella de plástico de 250 ml. Adicionalmente, se tomaron en cada hora, muestras de agua de mar. Este muestreo de agua fue en el tiempo que duro el experimento, con la finalidad de cuantificar la cantidad y calidad del seston (total, orgánico e inorgánico).

Los organismos experimentales, fueron medidos con un vernier (largo y ancho de la concha) y disectados su tejido blando para ser secado a 105 °C durante 48 h con el fin de determinar el peso seco.

Además, a los organismos se les calcularon su índice de condición, utilizando el método descrito por Walne y Mann (1975), de acuerdo a lo siguiente:

$$IC = [\text{Peso seco del tejido (g)} \times 1000] \div [\text{peso seco de la concha (g)}]$$

En el periodo en que se realizaron las mediciones de los parámetros fisiológicos, se instaló un CTD en la zona experimental con la finalidad de registrar de manera continua los cambios de salinidad, pH, temperatura oxígeno disuelto. Lo anterior es para establecer si existe una relación entre la respuesta fisiológica del ostión y las condiciones ambientales del sitio de estudio.

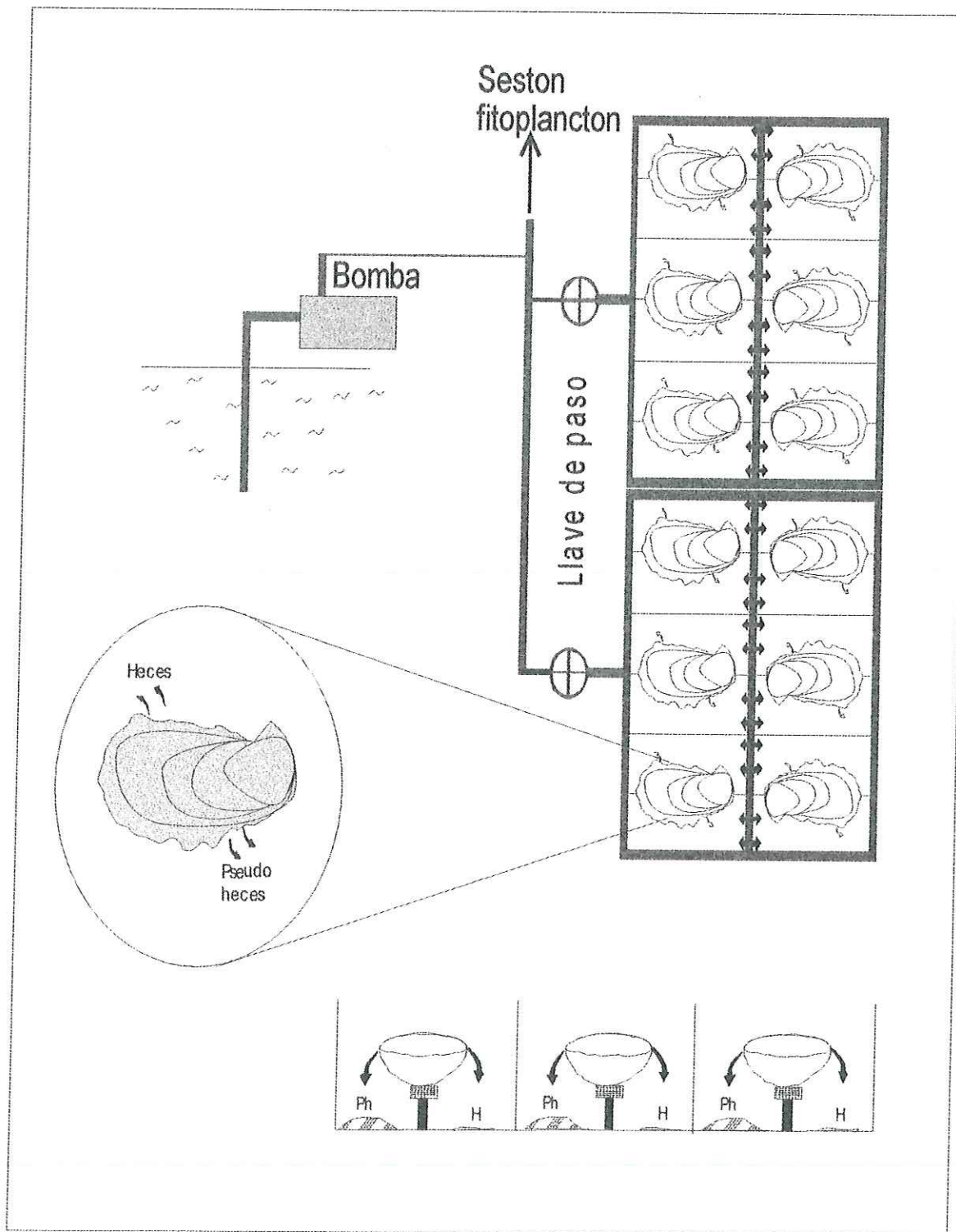


Figura 2. Sistema experimental utilizado para evaluar los procesos fisiológicos de *Crassostrea gigas*, a partir de la recolección de heces, pseudoheces y seston.

Tabla 1. Promedios de las variables biométricos ($\pm$ error estándar) de los ostiones, *Crassostrea gigas*, utilizados en los experimentos temporales y traslocaciones. Las fechas indican la realización de los experimentos y las colectas de sus organismos para los análisis de los variables biométricos.

Fechas y Origen de los Organismos	Largo de la concha (mm)	Peso seco del tejido (g)	Peso de la concha (g)	Índice de condición
VI-30-99 C1-Adultos de Acuícola	97.14 $\pm$ 2.59	3.94 $\pm$ 0.21	51.53 $\pm$ 3.15	79.20 $\pm$ 6.13
(X-02-99) C-2 Adultos de Acuícola	97.22 $\pm$ 3.40	2.36 $\pm$ 0.15	43.11 $\pm$ 3.50	55.60 $\pm$ 1.56
I-22-00 C3-Medianos Acuícola	76.91 $\pm$ 3.24	2.35 $\pm$ 0.17	38.73 $\pm$ 2.14	60.36 $\pm$ 2.52
I-22-00 C3-Adultos Acuícola	91.48 $\pm$ 2.06	3.84 $\pm$ 0.16	63.36 $\pm$ 1.80	60.67 $\pm$ 2.20
IV-06-00 C-4 Acuícola	96.57 $\pm$ 2.83	3.79 $\pm$ 0.20	65.84 $\pm$ 2.72	57.37 $\pm$ 1.21
IV-06-00 C4-Juan Cota	92.90 $\pm$ 2.01	3.11 $\pm$ 0.25	60.68 $\pm$ 2.17	50.83 $\pm$ 2.91
IV-07-00 C4-Adultos Acuícola	91.36 $\pm$ 2.79	4.43 $\pm$ 0.29	70.49 $\pm$ 5.77	66.84 $\pm$ 5.94

4.2. Cuantificaciones.

4.2.1. Materiales Orgánicos e Inorgánicos.

Los materiales particulados comprenden a los biodepositos generados por los ostiones (heces y pseudoheces) y el seston de las muestras de agua del mar (materia particulada en suspensión). Estos materiales fueron filtrados separadamente por medio de filtros de fibra de vidrio GF/C. Los filtros fueron pre-calcinados a 450 °C por un periodo de 4 horas y después pesados. Al final de la filtración se añadió una solución de formato de amonio al 2.75 % para eliminar las sales del agua.

Los filtros fueron secados en un horno a 90 °C por 48 horas, después pesados para conocer el material total. Posteriormente, estos fueron calcinados a 450 °C, por un periodo de 2 horas para conocer la cantidad de materia orgánica. Este cálculo fue realizado por medio de la diferencia entre la materia total y la inorgánica. En relación con la fracción orgánica del seston se les calculo el porcentaje con respecto al seston total, índice que nos puede señalar la calidad del alimento.

4.2.2. Cálculos de los Procesos Fisiológicos.

El calculo de las tasas fisiológicas, se utilizo las ecuaciones de Hawkins *et al.* (1996). En estos cálculos de la abundancia del alimento, se definió como la cantidad de seston total (mg L^{-1}) y la calidad como la porción orgánica del seston (fracción).

Las diferentes variables fisiológicas que se consideraron en el presente estudio, comprenden los siguientes:

- 1) Tasa de Filtración: $(FR^*; \text{mg h}^{-1}) = (\text{mg de partículas inorgánicas de heces y pseudoheces h}^{-1}) \times [(\text{mg de seston total L}^{-1}) \div (\text{mg de seston inorgánico L}^{-1})]$.
- 2) Tasa de Ingestión Neta: $(NOIR^*; \text{mg h}^{-1}) = [FR \times (\text{fracción orgánica del seston})] - [(\text{partículas totales de pseudoheces h}^{-1}) \times (\text{fracción orgánica de pseudoheces})]$.
- 3) Tasa de Absorción Neta: $(NOAR^*; \text{mg h}^{-1}) = NOIR - [(\text{mg de heces h}^{-1}) \times (\text{fracción orgánica de heces})]$
- 4) Eficiencia de Absorción Neta: $(NAEIO^*; \text{fracción}) = NOAR \div NOIR$

* Abreviatura en el idioma ingles.

Para poder hacer comparaciones con las diferentes tallas de los organismos utilizados en el presente estudio, se estandarizaron las tasas fisiológicas a un equivalente de 1.0 g de tejido seco. La formula utilizada para la estandarización fue la siguiente:

$$Y_s = (W_s / W_e)^b Y_e$$

Donde Y_s es el parámetro estandarizado, W_s es el peso estándar de 1.0 g, W_e es el peso seco del tejido del ostión, Y_e es el parámetro no corregido y b es el exponente para las tasas de clareo, filtración, ingestión, y la eficiencia de asimilación y cuyo valor es de $b = 0.439$ (Bougrier *et al.* 1995).

5. Resultados.

5.1. Biometrías de los Organismos Experimentales.

Los resultados de las diferentes tallas de la concha, el peso seco del tejido blando y el índice de condición están descritos en la Tabla I.

La longitud de las conchas presentó un promedio de 94.30 ± 1.66 mm, con máximo de 97.22 ± 3.40 para octubre y mínimo de 91.36 ± 2.79 para abril. Estas longitudes tuvieron un comportamiento estadístico similar en todos los casos (ANOVA $F= 1.462$; $P= 0.238$; $n_1 = 12$, $n_2 = 12$, $n_3 = 12$, $n_4 = 12$).

El peso seco de los tejidos promedio 3.64 ± 0.45 g, Estos pesos seco se detectaron diferencias significativas (ANOVA $F= 18.029$; $P< 0.001$; $n_1 = 12$, $n_2 = 12$, $n_3 = 12$, $n_4 = 12$). Siendo el mes de abril que presento con mayor peso seco y octubre con menor.

Por ultimo el Índice de Condición, tuvo un promedio de 65.58 ± 5.09 . Este Índice de Condición presento un comportamiento significativamente diferente (ANOVA $F= 8.652$; $P< 0.001$; $n_1 = 12$, $n_2 = 12$, $n_3 = 12$, $n_4 = 12$). Siendo el mes de junio la que presento con mayor Índice de Condición y octubre con menor.

5.2. Seston.

Las concentraciones de las fracciones orgánicas e inorgánicas del seston y amplitudes de las mareas, están señaladas en la Fig. 3.

El seston total presento un promedio de 8.30 ± 1.47 mg L⁻¹, tiene una concentración máxima de 10.57 ± 0.69 mg L⁻¹ en enero de 2000 y una mínima e 2.57 ± 0.26 10.57 ± 0.69 mg L⁻¹ en octubre de 1999. Las máximas

concentraciones del seston se encontraron en los mese que presentaron las mayores amplitudes de mareas.

El seston orgánico presentó una concentración promedio de 1.99 ± 0.27 mg L⁻¹ con una mínima de 0.64 ± 0.07 mg L⁻¹ en octubre de 1999 y una máxima de 2.49 ± 0.05 mg L⁻¹ para abril de 2000. La fracción presento un promedio de 22.49 ± 0.27 %, obteniéndose una mínima de 20.03 ± 0.99 % para junio de 1999 y una máxima de 24.76 ± 1.44 % para octubre de 1999.

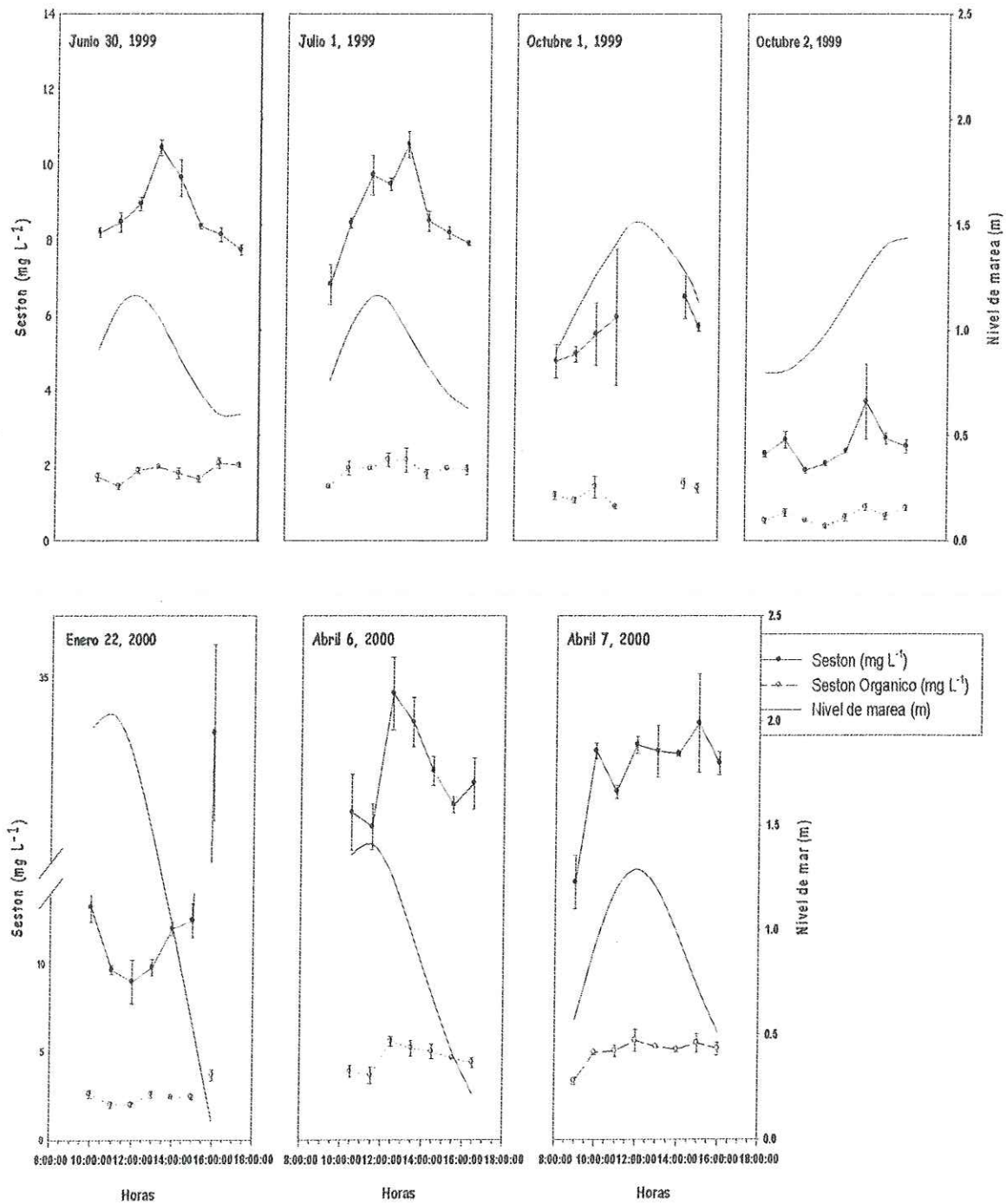


Figura 3. Comportamientos de los seston total y orgánico, y los niveles de mareas para las diferentes sesiones experimentales. Las líneas verticales indican el error estándar.

5.3. Biodepositos.

La producción de heces, presento un promedio de $17.89 \pm 3.50 \text{ mg} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ con una mínima de $12.14 \pm 0.87 \text{ mg} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ para enero de 2000 y una máxima de $27.59 \pm 1.33 \text{ mg} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ para junio de 1999 (Fig. 4). En relación con pseudoheces, se genero un promedio de $9.17 \pm 1.65 \text{ mg} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ con un mínima de $5.67 \pm 0.27 \text{ mg} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ para octubre de 1999 y una máxima de $13.60 \pm 0.60 \text{ mg} \cdot \text{ind}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ para junio de 1999 (Fig. 5).

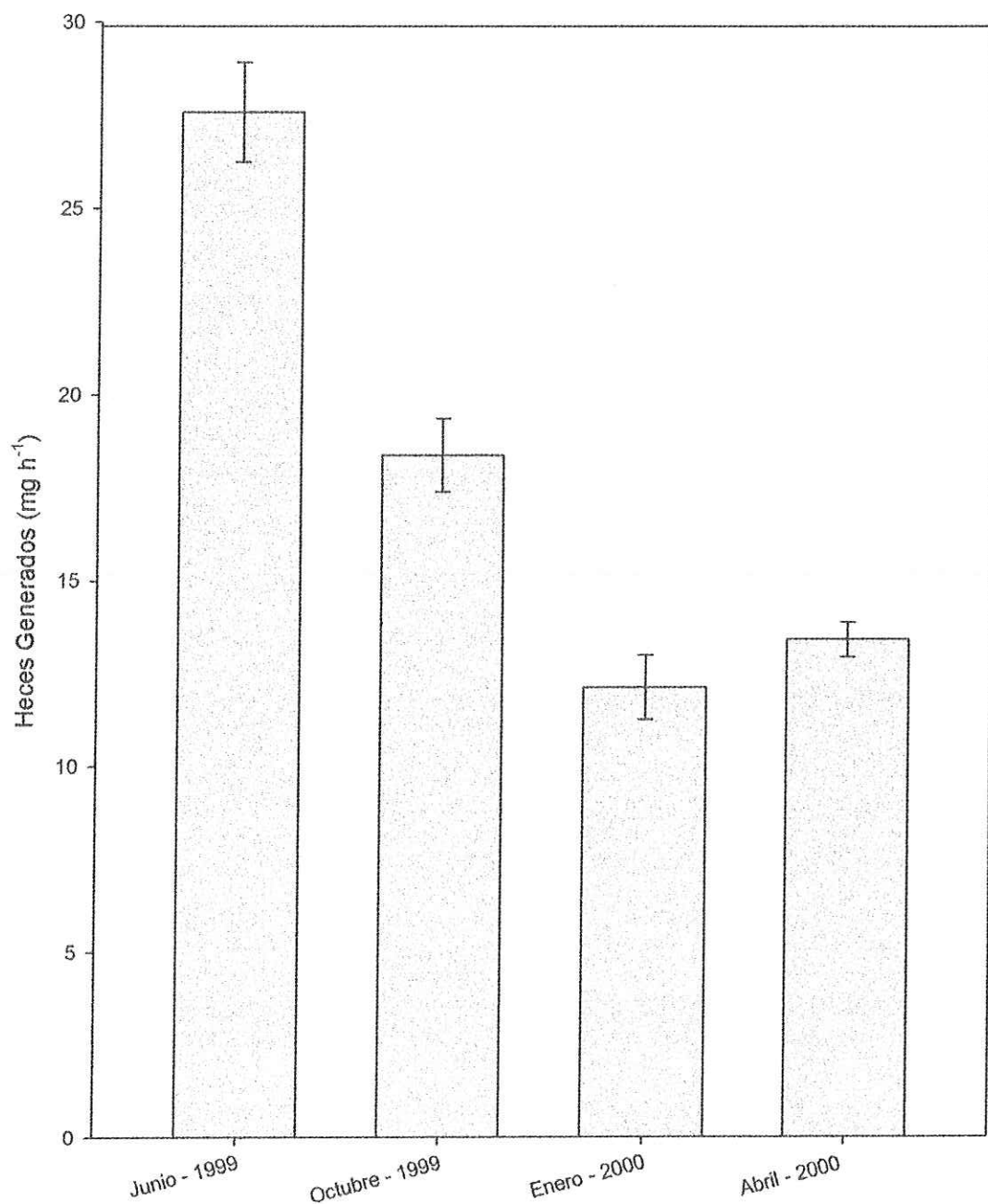


Figura 4. Cantidades de heces generados por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.

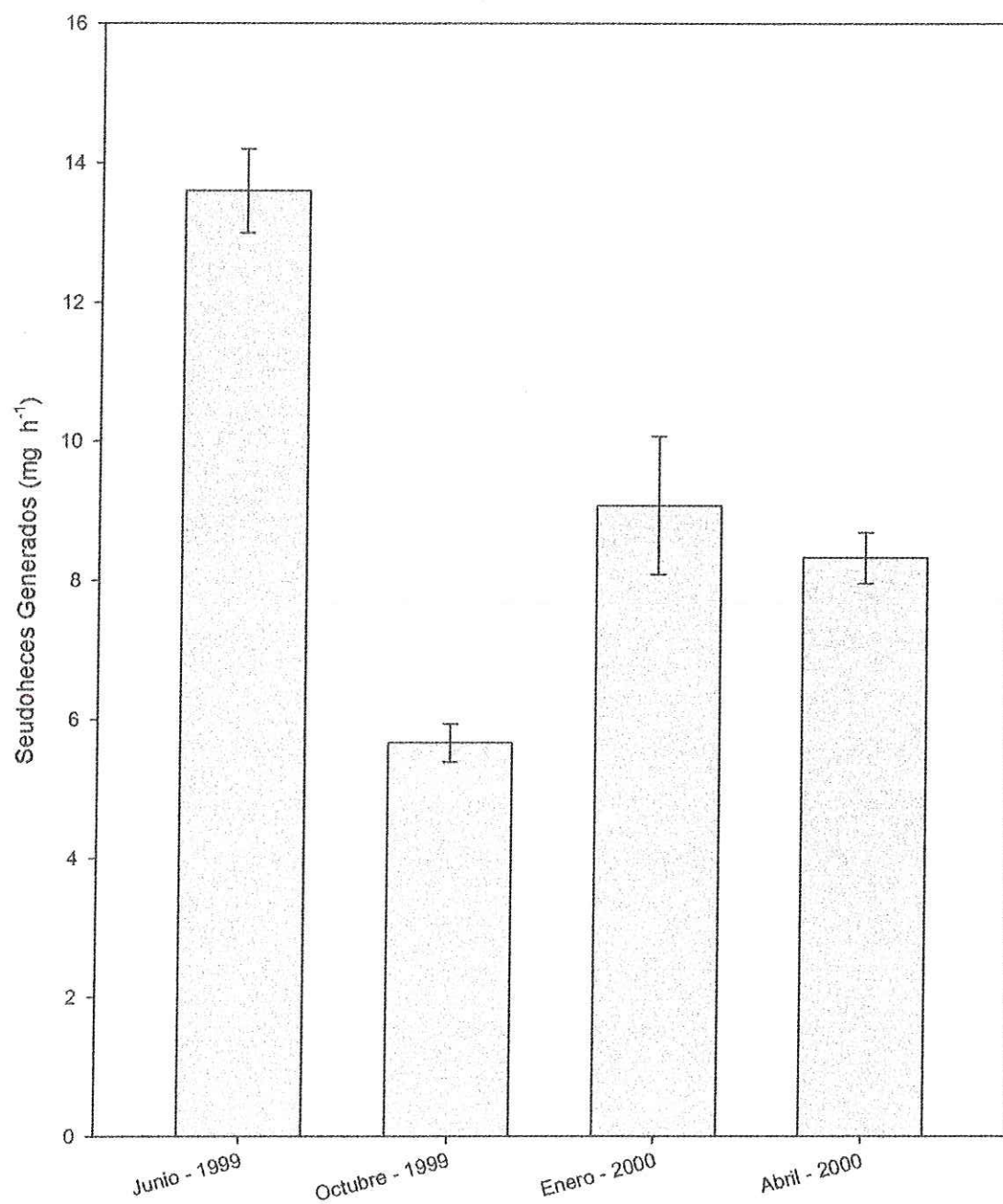


Figura 5. Cantidades de seudoheces generados por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.

5.4. Procesos Fisiológicos Temporales.

Las tasas de filtración (FR) presentaron un promedio de $22.99 \pm 0.55 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ con una mínima de $16.17 \pm 2.06 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en octubre de 1999 y una máxima de $25.69 \pm 0.90 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en junio de 1999 (Fig. 6). Este proceso se mantuvo relativamente constante para las diferentes épocas del año, exceptuando una disminución considerable para octubre.

Las tasas de ingestión orgánica (NOIR), obtuvieron un promedio de $3.23 \pm 0.09 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ con una mínima de $2.73 \pm 0.14 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en junio de 1999 y una máxima de $4.15 \pm 0.15 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en abril de 2000 (Fig. 7).

Las tasas de absorción (NOAR), promediaron $1.12 \pm 0.08 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ con una mínima de $0.45 \pm 0.12 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en junio de 1999 y una máxima de $1.35 \pm 0.10 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en abril de 2000 (Fig. 8).

Las eficiencias de asimilación (NAEIO), presentaron un promedio de $0.30 \pm 0.08 \%$ con una mínima de $0.12 \pm 0.09 \%$ en junio de 1999 y una máxima de $0.46 \pm 0.01 \%$ en abril de 2000 (Fig. 9).

La tendencia de las NOIR, NOAR y NAEIO fue un gradual incremento, llegando hasta un máximo para abril del 2000. Sin embargo, se observaron que estos mismos procesos obtuvieron las intensidades mas baja para principios de verano.

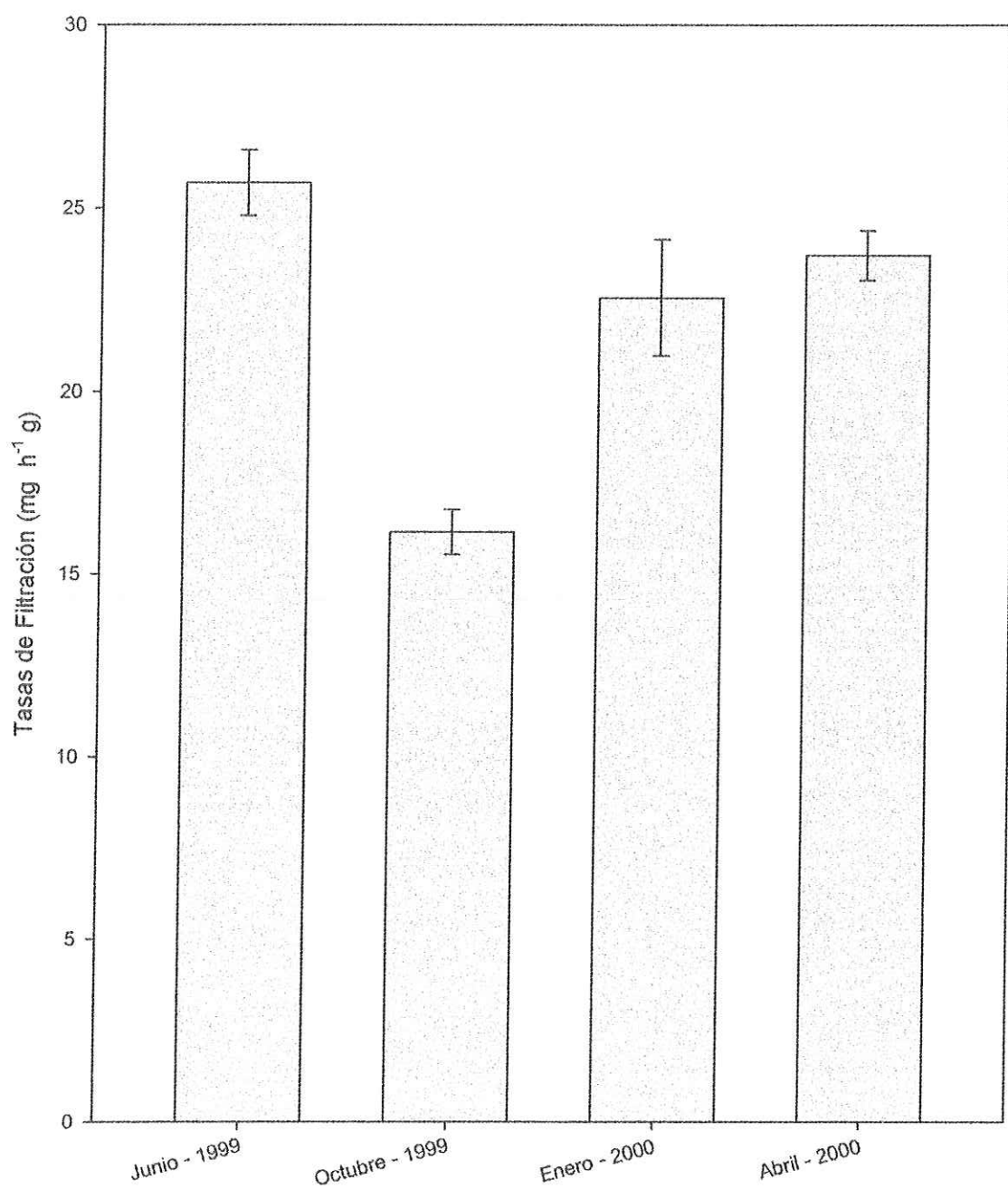


Figura 6. Tasas de filtración producidos por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.

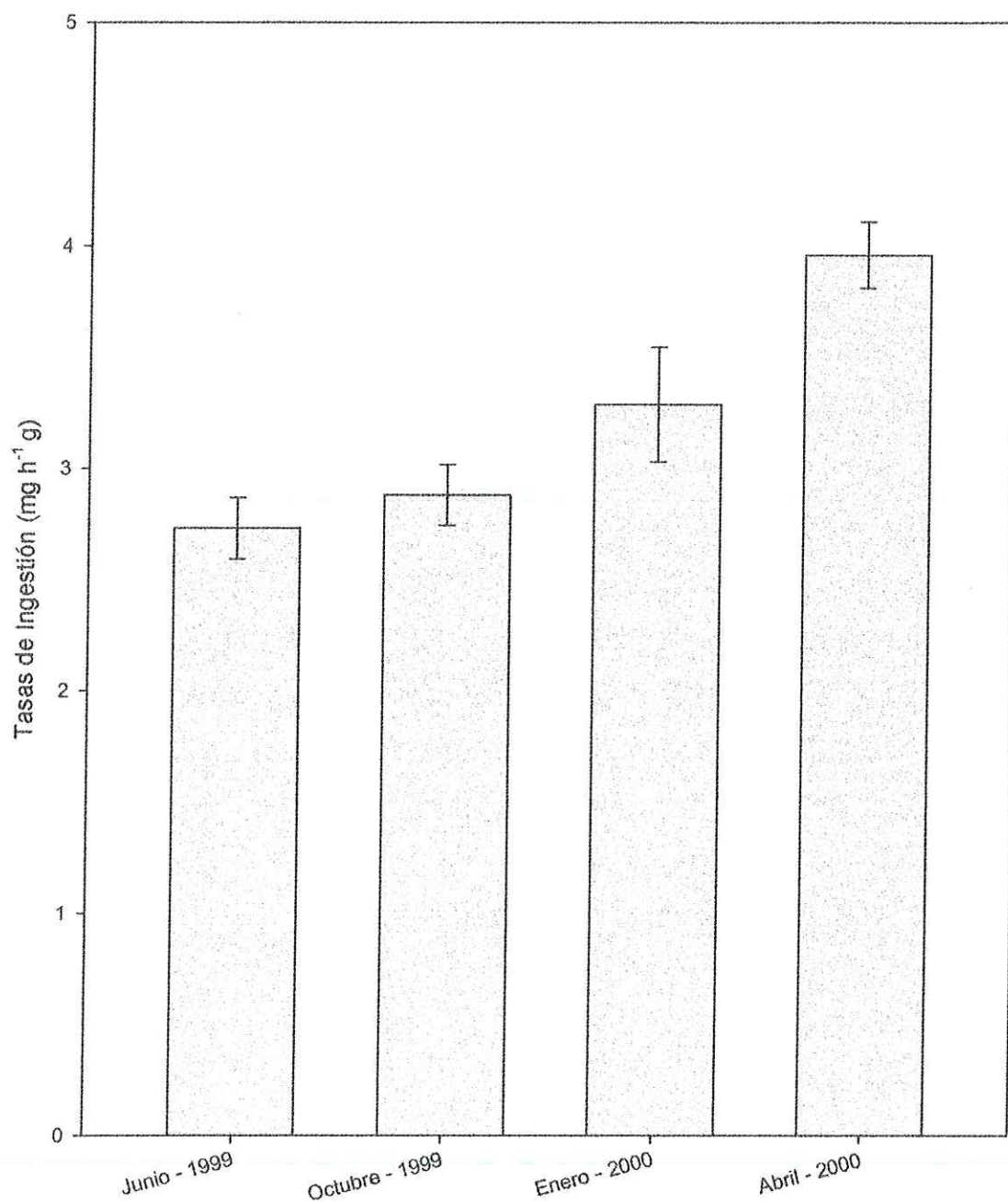


Figura 7. Tasas de ingestión producidos por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.

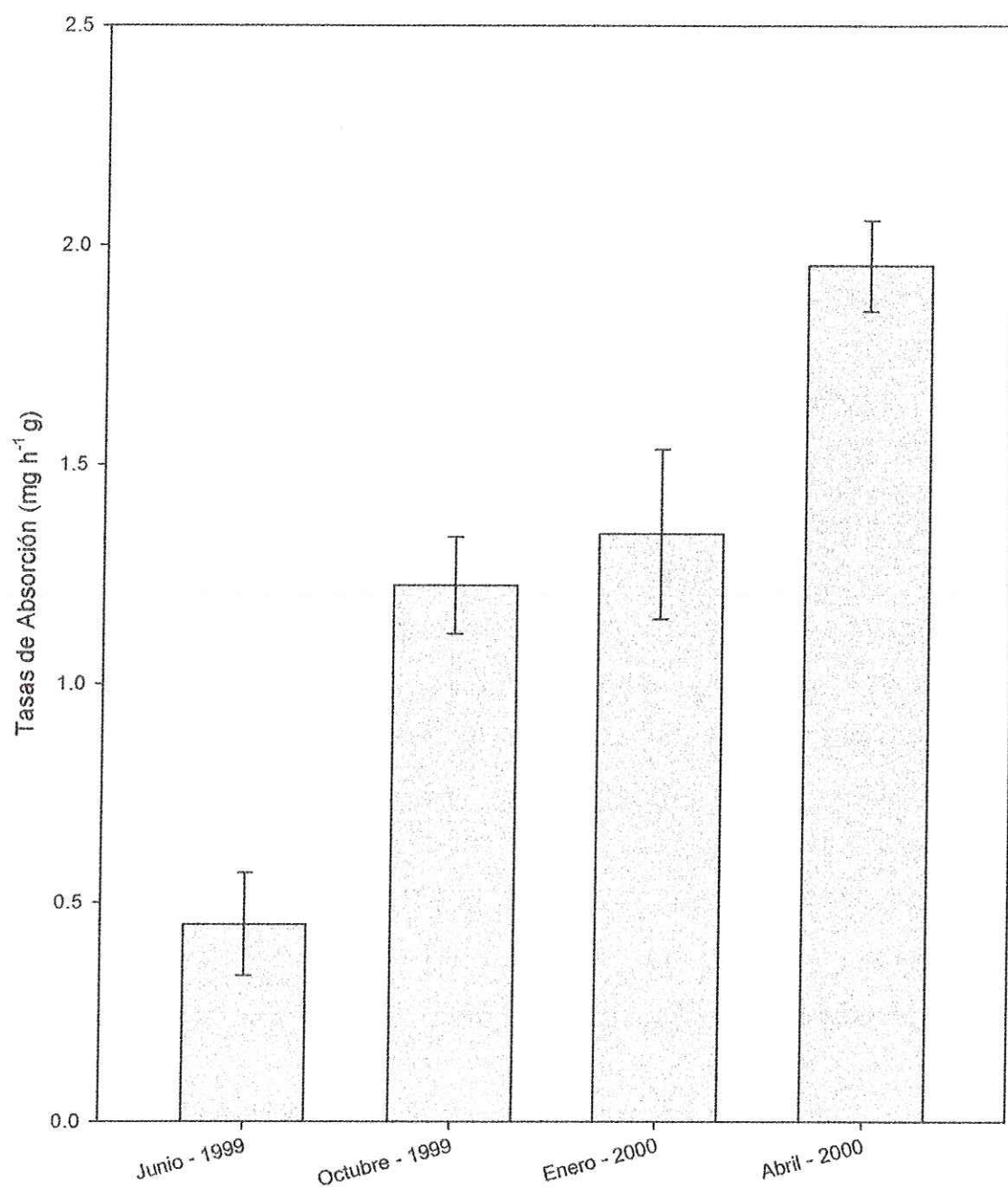


Figura 8. Tasas de absorción orgánica producidos por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.

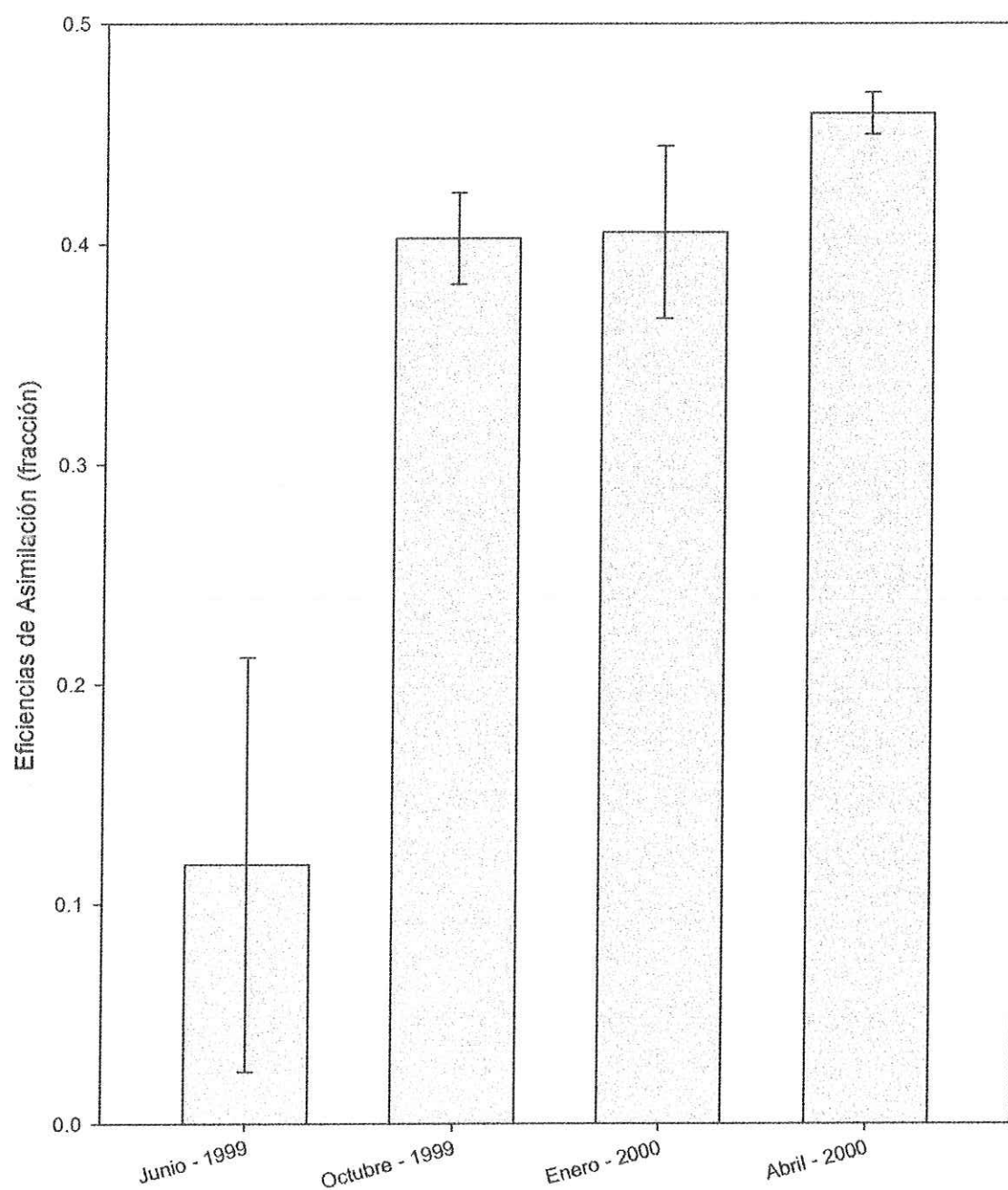


Figura 9. Eficiencias de asimilación generados por el ostión *Crassostrea gigas* en los diferentes experimentos temporales. Las líneas verticales indican el error estándar.

5.5. Experimentos de Traslocación.

En un periodo de 75 días de haberse trasplantados los ostiones en las áreas de Acuícola San Quintín y Juan Cota, se obtuvieron unas tallas promedias de 96.57 ± 2.83 mm y 92.90 ± 2.01 mm, respectivamente. En este experimento, no se encontró ningún efecto significativo sitio-especifico (t-Student = 1.058, $n_1 = 12$, $n_2 = 12$; $P = 0.302$). En relación con el peso del tejido seco se encontró promedios para Acuícola San Quintín y Juan Cota de 3.79 ± 0.20 g y 3.11 ± 0.25 g, respectivamente. El comportamiento con el peso del tejido seco, presento variaciones (t-Student = 2.087, $n_1 = 12$, $n_2 = 12$; $P = 0.049$), fue mayor para acuícola San Quintín. Y por ultimo con respecto a Índice de Condición se promedio 57.37 ± 1.21 para Acuícola San Quintín y 50.83 ± 2.91 para Juan Cota. En relación con el Índice de Condición, presento variabilidad (t-Student = 2.075, $n_1 = 12$, $n_2 = 12$; $P = 0.05$), mayores para acuícola San Quintín.

En relación con los procesos fisiológicos se obtuvieron los promedios para tasas de filtración (23.91 ± 1.79 mg $\cdot$ h⁻¹ $\cdot$ g⁻¹), ingestión (3.68 ± 0.29 mg $\cdot$ h⁻¹ $\cdot$ g⁻¹), absorción orgánica (1.47 ± 0.13 mg $\cdot$ h⁻¹ $\cdot$ g⁻¹) y eficiencia de asimilación (0.39 ± 0.00 %) (Fig. 10 a-d). Podemos observar que estas tasas fisiológicas, no mostraron diferencias significativas entre los organismos de la boca con la cabeza.

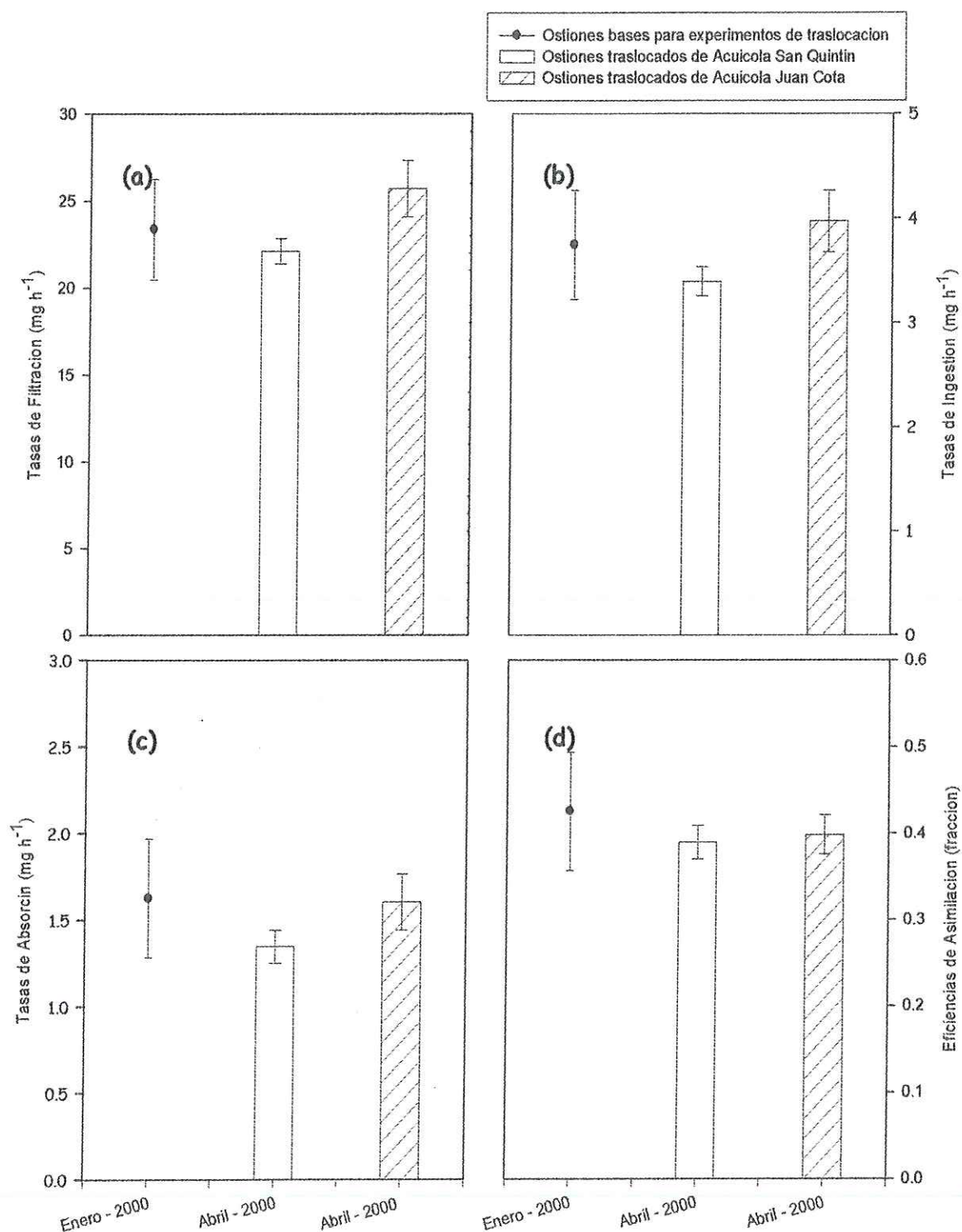


Figura 10. Experimentos de traslocación de los procesos fisiológicos del ostión *Crassostrea gigas*: (a) Tasas de filtración, (b) Tasas de ingestión, (c) Tasas de absorción orgánica y (d) Eficiencias de asimilación. Las líneas verticales indican el error estándar.

6. Discusión.

6.1. Biometría de los organismos.

Las variaciones estacionales en el peso seco del tejido e índice de condición de los organismos no pueden ser explicados por las variaciones de los tamaños porque los organismos experimentales fueron adultos, cuyas tallas no fueron significativamente distintas a lo largo del año. Por lo tanto, los cambios en el índice de condición, son influenciados por las variaciones en las condiciones ambientales y/o procesos fisiológicos de los organismos. En este sentido, es evidente que el índice de condición de Junio y Octubre es indicativo del pico de madurez y post-desove de *C. gigas* en Bahía San Quintín. Se ha encontrado que el valor más alto de índice de condición detectado en Junio para *C. gigas* durante el presente estudio coincide con el estadio de maduración reportado previamente para la especie en el área, mientras que el bajo peso del tejido observado en octubre coincide con la época post-desove inmediata (Paniagua-Chávez y Acosta-Ruiz, 1995). En el resto de los meses de estudios no se detectaron cambios significativos del índice de condición y/o peso del tejido, por lo que es posible concluir que el proceso de maduración/desove es uno de los eventos que mas impactan la condición fisiológica y nutricional del organismo. En este sentido, es importante resaltar que el ciclo reproductivo tiene un efecto crucial en la biomasa de los organismos.

6.2. Seston.

En el presente estudio se encontraron que las mayores concentraciones del seston total, se observaron durante los meses que presentaron las mareas vivas. Este comportamiento se debe a que las mareas tienen grandes influencias sobre las concentraciones de seston (Berg y Newell, 1989; Barillé et al, 1997). Se han encontrados que las corrientes maréales pueden generar fricciones al bentos, causando resuspensión de los sedimentos e incrementan la concentración del seston (Álvarez-Borrego, 2004).

En relación con la fracción orgánica del seston, la más importante para los organismos porque les proporciona los componentes nutritivos. La calidad del seston como alimento puede basarse en la concentración de la fracción orgánica (Berg y Newell, 1986). En la Bahía, un estudio realizado en productividad primaria en el sistema, se encontró que las concentraciones del pigmento fotosintético, clorofila a presento poca variaciones entre superficie y fondo (Lara-Lara y Álvarez-Borrego, 1975). Este comportamiento puede ser extendido para el seston y seria muy positivo para los ostiones. De esta manera, los organismos que están distribuidos en las sartas de cultivos, obtienen las mismas cantidades de alimentos. Esta característica de la Bahía, se ha demostrado en varios estudios relacionados con la hidrológica del sistema (Plascencia-Días 1980 y Martori-Oxamendi, 1989). Lo anterior se debe a los datos sobre distribución vertical de temperatura, salinidad y sigma t, presentaron variaciones insignificantes. Además, las informaciones proporcionadas por

estudios realizados con rodamina como marcador de series de tiempo (Plascencia-Días 1980).

Esta homogeneidad en la distribución vertical de las diferentes propiedades física y biológica, puede ser atribuido a la poca profundidad del sistema (~ 1.80 m) y a los intensos procesos de mezclas generados por las corrientes maréales.

En Bahía San Quintín, presenta un gradiente horizontal para diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas (Álvarez-Borrego, 2004). Este gradiente horizontal puede tener una influencia sobre el desarrollo de los ostiones. Durante el verano, existe un incremento de la temperatura y la salinidad desde la boca hacia el interior del sistema (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975; Millán-Núñez *et al.*, 1982; Camacho-Ibar *et al.*, 2003). Existe el mismo comportamiento para los nutrientes autotróficos (Álvarez-Borrego y Chee-Barragán, 1976). En relación con clorofila *a* y biomasa del fitoplancton, tiene un comportamiento inverso o sea tiende a disminuir de la boca hacia el interior (Lara-Lara y Álvarez-Borrego, 1975 y Álvarez-Borrego y López-Álvarez, 1975). Estos autores encontraron que clorofila presento unas concentraciones de 4.5 mg m^{-3} en la boca y 2.8 mg m^{-3} en la porción interna, y la biomasa del fitoplancton de 600 mg m^{-3} para la boca y 290 mg m^{-3} para sección interna. Este aspecto en los procesos de productividad primaria puede tener un efecto importante para el desarrollo de los ostiones.

6.3. Procesos Fisiológicos Temporales.

El incremento gradual en las tasas de ingestión y absorción observada durante el período de estudio, probablemente fue un reflejo de la respuesta adaptativa de los ostiones a la temperatura. En BSQ se presentó un mínimo en invierno (enero) con promedio de 17 °C y una máxima en verano (junio) con 21 °C. Las tasas máximas de ingestión y absorción ocurrieron en abril (Fig. 2 b,c), un mes en el que la temperatura típica en BSQ fue de 18 °C, coincidió con el óptimo reportado para las máximas tasas de ingestión que exhibe la especie (Bougrier *et al.* 1995).

En relación con los valores bajos de ingestión, absorción y eficiencia observados en Junio son sorprendentes desde el punto de vista fisiológico, ya que tanto la concentración de seston ($8.89 \pm 0.33 \text{ mg L}^{-1}$) y como la temperatura del agua (21 °C) están cercanos al óptimo para la especie; también, presentó su máximo índice de condición. En esta época de verano se han presentado las mayores concentraciones de clorofila y biomasa de fitoplancton en un ciclo anual para BSQ porque es la época donde las surgencias se encontraban en su periodo de relajamiento (Lara-Lara y Álvarez-Borrego, 1975, Álvarez-Borrego y López-Álvarez, 1975). Además, tiene las tasas de filtración más elevadas del estudio. La similitud de talla de los organismos experimentales utilizados a lo largo del año permite sugerir que las bajas tasas fisiológicas de Junio, resultaron de una disminución en la calidad/cantidad del alimento disponible para *C. gigas*. Esto explicaría el hecho de que la mayor producción de heces y pseudoheces ocurrió durante esta fecha de evaluación. Se sabe que a concentraciones de

seston *C. gigas* típicamente regula su IR mediante la producción de pseudoheces a concentraciones menores de 90 mg L⁻¹ (Barille *et al.*, 1997). El comportamiento exhibido por *C. gigas*, sugiere que el alimento era de menor calidad en Junio que otras fechas anteriores, aún cuando su porcentaje de material orgánica fuese similar. Esto es debido a que existan elevadas concentraciones de componentes orgánicos refractarios.

Es posible también que el grado de madurez avanzada de los organismos haya influido en la disminución de las tasas fisiológicas. En este sentido, se ha reportado una reducción significativa de las tasas de clareo (CR) en *C. gigas* con avanzado estado de gametogénesis, bajo condiciones de dieta y temperatura (20 °C) constantes (Lefebvre *et al.*, 2000).

6.4 Experimentos de traslocación.

Las diferencias de crecimiento de *C. gigas* obtenidas en los experimentos de traslocación, coincide con los observados por García-Esquivel *et al.*, (2001). Encontraron menor crecimiento del ostión *C. gigas* en la zona de la cabeza que en la boca. Estos autores hipotetizaron que las diferencias de crecimiento de los organismos en las dos zonas, se debían a las diferencias en el tiempo de exposición atmosférica o la modificación de las tasas fisiológicas de los organismos.

El origen común de los organismos que se utilizó en la traslocación en el presente investigación, permite concluir que el efecto del sitio sobre el crecimiento de *C. gigas* es consistente y repetible. El diseño experimental

utilizado en el presente estudio, permitió comprobar que *C. gigas* mantuvo la misma plasticidad fisiológica (IR, AR, AE), aún después de 75 días de permanencia en la porciones de la boca y la cabeza de BSQ. Esta especie de ostión tiene una gran plasticidad para adaptarse a las diferentes variaciones ambientales (Ernánde *et al.* 2004). Lo anterior permite sugerir que las diferencias de crecimiento entre ambos sitios se deben en gran medida al efecto combinado de la topografía y las mareas de BSQ, teniendo mayor tiempo de exposición el sitio más somero (cabeza). Lo anterior se traduciría en un menor tiempo disponible para la ingestión de alimento para los organismos de la cabeza, lo cual explicaría en parte las menores tasas de crecimiento. No se descarta un efecto complementario sobre el crecimiento que es debido a diferencias en las cantidades totales de alimentos disponible entre la cabeza y la boca. Se han encontrado que la abundancia del fitoplancton en BSQ, tiende a disminuir de la boca hacia el interior del ecosistema (Millán-Núñez *et al.*, 1982).

7. Conclusiones.

- Las concentraciones del alimento están reguladas por los procesos de las mareas.
- Las intensidades de los procesos fisiológicos (NOIR, NOAR y NAEIO), están reguladas por la calidad del alimento.
- *Crassostrea gigas* es un organismo que tiene una alta plasticidad adaptativa a las variaciones de las condiciones ambientales del medio donde se desarrollan.

8. Referencias.

- Álvarez-Borrego, S. y López-Álvarez, C. 1975. Distribución de biomasa de fitoplancton por grupos taxonómicos en Bahía San Quintín, B.C., a través de un ciclo anual. Reporte para el Instituto Nacional de Pesca de la SIC, y para la Dirección General de Acuacultura de la SRH. Unidad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada.
- Barillé, L.; J. Prou; M. Héral y D. Razet. 1997. Effects of high natural seston concentrations on the feeding, selection, and absorption of the oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 212:149-172.
- Bayne, B.L. y R.C. Newell. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. In: Wilburn K.M., Saleuddin A.S. (eds.). The Mollusca, Vol. 4. Academic Press, New York, p 407-515.
- Bayne, B.L., J.I.P. Iglesias; A.J.S. Hawkins; E. Navarro; M. Héral y J.M. Deslous-Paoli. 1993. Feeding behaviour of the mussel, *Mytilus edulis*: responses to variations in quantity and organic content of the seston. J. Mar. Biol. Assoc. UK. 73:813-829.
- Bayne, B.L., D. Hedgecock, D. McGoldrick y R. Rees. 1999. Feeding behaviour and metabolic efficiency contribute to growth heterosis in Pacific oysters [*Crassostrea gigas* (Thunberg)]. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 233:115-130.
- Berg, J.A. y R.I.E. Newell. 1986. Temporal and spatial variations in the composition of seston available to the suspension feeder *Crassostrea virginica*. Estuar. Coast. Shelf Sci., 23: 375-386.
- Berg, J.A. y R.I.E. Newell. 1989. The influence of physical factors in governing temporal and spatial variations of seston. In B.J. Neilson, A. Neilson y J.

Brubaker (Eds.). Estuarine Circulation (pp. 235-253). Totowa, N.J: The Humana Press Inc.

Bougrier, S.P., P. Geairon, P., J.M. Deslous-Pauli, C. Bacher y G. Jonqueres. 1995. Allometric relationship and effect of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, 134: 143-154.

Coughlan, J. 1969. The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions. *Mar. Biol.* 2:356-358.

Cranford, P.J. y B.T. Hargrave. 1994. In situ time-series measurement of ingestion and absorption rates of suspension-feeding bivalves: *Placopecten magellanicus*. *Limnol. Oceanogr.* 39:730-738.

Crosby, M.P. y L.D. Gale. 1990. A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *J. Shell. Res.* 9 (1): 233-237.

Day, J.W., C.A.S. Hall, W.M. Kemp y A. Yañez Arancibia. 1989. *Estuarine Ecology*. Wiley-Interscience, N.Y. 558 pp.

Deslous-Paoli, J.M., A.M. Lannou, P. Geairon, S. Bougrier, O. Raillard y M. Héral. 1992. Effects of the feeding behaviour of *Crassostrea gigas* (Bivalve Molluscs) on biosedimentation of natural particulate matter. *Hydrobiologia*. 231:85-91.

Ernande, B., P. Boudry, J. Clobert y J. Haures. 2004. Plasticity in resource allocation based history traits in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. I. Spatial variation in food abundance. *J. Evol. Boil.* 14: 342-356.

Garcia-Esquivel, Z., M.A. Gonzalez-Gomez, S. Galindo-Bect y M. Hernandez-Ayon. 2000. Microgeographic differences in growth, mortality and biochemical

composition of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) from San Quintín Bay, northwestern Mexico. J. Shellfish Res., 19: 789-798.

Hawkins, A.J.S. y B.L. Bayne. 1992. Physiological processes, and the regulation of production. In: Gosling E. (ed) The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p 171-222.

Hawkins, A.J.S.; R.F. M. Smith; B.L. Bayne y M. Héral. 1996. Novel observations underlying the fast growth of suspension-feeding shellfish in turbid environments: *Mytilus edulis*. Mar. Ecol. Progr. Ser. 131:179-190.

Hawkins, A.J.S.; M.R. James; R.W. Hickman; S. Hatton y M. Weatherhead. 1999. Modelling of suspension-feeding and growth in the green-lipped mussel *Perna canaliculus* exposed to natural and experimental variations of seston availability in the Marlborough Sounds, New Zealand. Mar. Ecol. Prog. Ser. 191:217-232.

Hernández-Ayon, J.M., M.S. Galindo-Bect, V. Camacho-Ibar, Z. García-Esquivel, M.A. González-Gómez y F. Ley-Lou. 2004. Dinámica de los nutrientes en el brazo oeste de Bahía San Quintín, Baja California, México, durante y después de El Niño 1997/1998. Ciencias Marinas, 30 (1A): 129-142.

Iglesias, J.I.P., M.B. Urrutia; E. Navarro; P. Alvarez-Jorna; X. Larretxea; S. Bougrier y M. Héral. 1996. Variability of feeding processes in the cockle *Cerastoderma edule* (L.) in response to changes in seston concentration and composition. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 197:121-143.

Iglesias, J.I.P., M.B. Urrutia; E. Navarro y I. Ibarrolla. 1998. Measuring, feeding and absorption in suspension-feeding bivalves: An appraisal of biodeposition method. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 219: 71-86.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1990. Baja California. Resultados definitivos. Datos por localidad (Integración patrimonial) XI Censo General de Población y Vivienda.
- Islas-Olivares, R. 1975. El ostión japonés *Crassostrea gigas* en Baja California. Ciencias Marinas, 7(1):103-128.
- Juárez-Villarreal, M.M. 1982. Modelo de dispersión para un estuario ramificado y su aplicación a Bahía San Quintín. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, B.C. México. 79 pp.
- Lara-Lara, J.R. y Álvarez-Borrego, S. 1975. Ciclo anual de clorofila y producción orgánica primaria en Bahía San Quintín, B.C. Cienc. Mar., 2 (1): 77-97.
- Lara-Lara, J.R. 1979. Variability and tidal exchange of ecological properties in a coastal lagoon. Tesis Maestría. Oregon State University, Corvallis OR, Estados Unidos. 59 pp.
- Lefebvre, S., Barillé, L., Clerc, M., 2000. Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) feeding responses to a fish-farm effluent. Aquaculture 187: 185-198.
- Martori-Oxamendi, J.I. 1989. Variabilidad de la circulación y sus causas en Bahía San Quintín, B.C. Tesis de Maestría en Ciencias, CICESE, 110 pp.
- Millán-Núñez, R., S. Álvarez-Borrego y D.M. Nelson. 1982. Effects of physical phenomena on the distribution of nutrients and phytoplankton productivity in a coastal lagoon. Est. Coast. Shelf. Sci. 15: 317-335.
- Navarro, E., J.I.P. Iglesias, A. Pérez Camacho, U. Labarta y R. Beiras. 1991. The physiological energetics of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) from different cultivation rafts in the Ria de Arosa (Galicia, N.W. Spain). Aquaculture, 94:197-212.

- Navarro, E.; J.I.P. Iglesias; M.M. Ortega y X. Larretxea. 1994. The basis for a functional response to variable food quantity and quality in cockles *Cerastoderma edule* (Bivalvia, Cardiidae). *Physiological Zoology*. 67(2):468-496.
- Paniagua-Chávez, C.G. y Acosta-Ruiz, M.J. 1995. Desarrollo gonadal de *Crassostrea gigas* en Bahía San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 20(2): 225-242.
- Plascencia-Díaz, R.M. 1980. Análisis de temperatura, salinidad y determinación de circulación por gradientes de densidad en Bahía San Quintín, B.C. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Ensenada, B.C. Mexico 86 pp.
- Pouvreau, S.; A. Bodoy y D. Buestel. 2000. In situ suspension feeding behaviour of the pearl oyster, *Pinctada margaritifera*: combined effects of body size and weather-related seston composition. *Aquaculture*. 181:91-113.
- Ren, J.S., A.H. Ross y D.R. Schiel. 2000. Functional description of feeding and energetics of Pacific oyster *Crassostrea gigas* in New Zealand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 208: 119-130.
- Villarreal-Chávez, G. 1993. Impacto ambiental de un cultivo del ostión *Crassostrea gigas* en Bahía Falsa, Baja California, México. Tesis doctoral. IPN. México. 60 pp.
- Widdows, J. 1985. Physiological procedures. In: Bayne, B.L.; D.A. Brown; K. Burns; D.R. Dixon; A. Ivanovici; D.R. Livingstone; D.M. Moore; A.R.D. Stebbing y J. Widdows. (eds). *The Effects of Stress and Pollution on Marine Animals*. Praeger Scientific, New York, pp. 161-178.

