



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**"CALIDAD BIOQUÍMICA DEL OSTIÓN JAPONÉS (*Crassostrea gigas*)
DURANTE LA FASE DE ENGORDA EN BAHÍA SAN QUINTÍN, B.C."**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
O C E A N Ó L O G O
PRESENTA:

DAHEN LINDBERGH GÓMEZ TOGO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, OCTUBRE DE 1998

**“CALIDAD BIOQUÍMICA DEL OSTIÓN JAPONÉS (*Crassostrea gigas*)
DURANTE LA FASE DE ENGORDA EN BAHÍA SAN QUINTÍN, B.C.”**

**T E S I S
QUE PRESENTA:
DAHEN LINDBERGH GÓMEZ TOGO**

Aprobada por:



Presidente del Jurado
M.C. Zaúl García Esquivel



Sinodal Propietario
M.C. Francisco Ley Lou



Sinodal Propietario
M.C. Antonio Silva Loera

DEDICATORIA

A mis padres

Dalia C. Togo y Enrique Gómez E.

por su comprensión y ayuda incondicional

A mis hermanos

Edgar (fito)

Wendy (fita)

Lilian (fitona)

por el cariño que me tienen, el cual es correspondido

A aquellos que sin tener nada, lo dan todo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo en forma de beca complementaria otorgada por la UABC a través del proyecto 4078-4 en su primera convocatoria.

A la empresa Acuícola San Quintín S.A. de R.L. por facilitarme el uso de su equipo e instalaciones y por la donación de larvas de ostión sin la cual no hubiera sido posible este trabajo.

A la empresa Juan Cota S.A. de R.L. por facilitarme el uso de sus instalaciones durante la primera parte del trabajo.

Al Dpto. de Acuicultura de la SEMARNAP-Ensenada, por asesorarnos para ubicar las zonas de experimentación en las zonas de cultivo.

Al M.C.Zaul García Esquivel, por su gran ayuda y paciencia mostrada durante la realización de este trabajo.

A mis sinodales M.C. Antonio Silva Loera y M.C. Francisco Ley Lou por su aportación en este trabajo.

A mi generación: "GUAMOS", Alejandro (Renegado), Fausto (FAC), Gerardo (Huevardo), Israel (Isrra), Julito (el mismo), Marco (narco) y Yadira (Yahaina); por soportarme todos estos años.

A Marina Alvarado E. por la paciencia compartida que me ayudo a finalizar un círculo más en mi vida.

A todos los que además enseñarme sus valores me ayudaron a reforzar los míos.

El presente estudio se desarrolló parcialmente en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, y forma parte de los proyectos UABC 4078-4 y CONACYT 4290T.

RESUMEN

En Bahía San Quintín, B.C.(BSQ) se ha venido desarrollando el ostricultivo desde hace mas de tres décadas pero hasta la fecha no se ha cuantificado el valor nutricional de los ostiones (*Crassostrea gigas*) cultivados en relación a su ubicación espacial o durante su desarrollo de juvenil a adulto. En el presente trabajo se cuantificó el crecimiento, proteínas totales, lípidos totales, glucógeno y cenizas totales en dos tipos de tejidos (músculo y resto visceral), del ostión japonés cultivado en la boca y cabeza del brazo Bahía Falsa durante la fase de engorda. Los resultados indican que durante el período de estudio los ostiones de la boca alcanzaron hasta 2068 mg en peso del tejido seco (60 mm talla) y los de la cabeza 407 mg (84 mm talla). Existió una transición en el tipo principal de reservas energéticas de los ostiones durante su desarrollo los cuales cambian de lípidos a glucógeno; esto se presentó a un peso aproximado de 400 mg. La proporción de proteínas, lípidos y carbohidratos varía entre 48-64%; 2-9% y 1 a 22% para la boca. y 42-66%; 2-5% y 1 a 9% para la cabeza respectivamente. No se detectaron movilizaciones de sustratos energéticos entre los tejidos del ostión. La temperatura y la marea son los principales factores determinantes de la calidad bioquímica y el crecimiento del ostión cultivado en BSQ.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	4
Composición proximal	4
Tejidos de almacenaje	6
Influencia de la condiciones ambientales en el ostión	8
OBJETIVOS	10
METODOLOGÍA	11
Descripción del área de estudio	11
Diseño y colecta de muestras en el campo	13
Procesamiento en el laboratorio	14
Análisis estadístico	15
RESULTADOS	17
Crecimiento	17
Composición bioquímica	21
Boca de Bahía Falsa	21
Cabeza de Bahía Falsa	28
DISCUSION	34
Crecimiento	34
Composición bioquímica	37
CONCLUSIONES	41
LITERATURA CITADA	42
ANEXOS	47

LISTA DE TABLAS

Tabla		Pag
I	Tasas de crecimiento bruto del tejido del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> cultivado en dos zonas de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. Los valores (mg de tejido seco/día) también representan la pendiente de ajuste lineal entre el peso del tejido y el tiempo. Los números de la derecha indican el coeficiente de determinación de la línea de ajuste (r^2). na = no aplica	18
II	Comparación de pendientes de crecimiento (mg de tejido seco/día) entre ostiones (<i>Crassostrea gigas</i>) cultivados en la boca y cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. El valor de t representa el estadístico de prueba (t student). ns = no significativo. * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Grados de libertad = 4.	19
III	Análisis de variancia de dos vías para el contenido bioquímico (mg/g de tejido seco) en las vísceras y el músculo del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> cultivado durante la fase de engorda en la localidad boca de Bahía Falsa en Bahía San Quintín; tomando como factores el tipo de tejido y el tiempo. ns = no significativo y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. MS = media cuadrática; GL = grados de libertad; F = estadístico de prueba.	24
IV	Comparación de pendientes de la tasa de cambio de los componentes bioquímicos (mg/día), entre las vísceras y el músculo del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> cultivado en la boca de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. El valor de t representa el estadístico de prueba (t student). ns = no significativo y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Grados de libertad = 4.	25
V	Análisis de variancia de dos vías para el contenido bioquímico (mg/g de tejido seco) en las vísceras y el músculo del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> cultivado durante la fase de engorda en la localidad cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín; tomando como factores el tipo de tejido y el tiempo. ns = no significativo y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. MS = media cuadrática; GL = grados de libertad; F = estadístico de prueba.	29
VI	Comparación de pendientes de la tasa de cambio de los componentes bioquímicos (mg/día), entre las vísceras y el músculo del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> cultivado en la cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. El valor de t representa el estadístico de prueba (t student). ns = no significativo y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Grados de libertad = 4.	31

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pag
1	Localización del área de estudio	12
2	Crecimiento del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> cultivado en dos localidades de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. durante la fase de engorda. Peso expresado en miligramos de tejido seco. El primer punto representa los 130 días edad postfijación. Las barras representan el error estandar de la media.	20
3	Variación temporal del contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , cultivado en la boca de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. Las barras representan el error estandar de la media.	22
4	Variación temporal del contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) para dos tipos de tejido del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , cultivado durante su fase de engorda en la boca de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. Las barras representan el error estandar de la media.	27
5	Variación temporal del contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , cultivado en la cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. Las barras representan el error estandar de la media.	32
6	Variación temporal del contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) para dos tipos de tejido del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> cultivado durante su fase de engorda en la cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. Valores expresados en miligramos. Las barras representan el error estandar de la media.	33

ANEXOS

Anexo		Pag
I	Pesos promedio de tejido seco del ostión japonés <i>Cassostrea gigas</i> durante el período de engorda en dos zonas del brazo Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. El peso esta expresado en miligramos. El número de la derecha indica el error estandar de la media. Los datos de tamaño (longitud medida entre el UMBO y la parte más distal de la concha) fueron tomados de Gonzalez-Gómez (1997).	47
II	Contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , cultivado en la boca del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C. Los números de la derecha representan el error estandar de la media.	48
III	Contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , cultivado en la boca del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C. Los números de la derecha representan el error estandar de la media.	49
IV	Contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , cultivado en la cabeza del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C. Los números de la derecha representan el error estandar de la media.	50
V	Contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> , cultivado en la cabeza del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C. Los números de la derecha representan el error estandar de la media	51

INTRODUCCIÓN

El ostión japonés (*Crassostrea gigas*, Thunberg) ha sido cultivado con éxito en diversas regiones del mundo (Kaufmann, 1994). En México este organismo fue introducido a Bahía San Quintín B.C. en 1973 (Islas- Olivares, 1975) y es la especie que más éxito acuacultural ha tenido en la región. Este organismo se caracteriza por tener rápido crecimiento, resistencia a condiciones adversas y adaptabilidad al sistema de cultivo (Islas-Olivares, 1975).

El cultivo del ostión en Bahía San Quintín, B.C. (BSQ) hasta la fecha se realiza de una manera artesanal, iniciando con la fijación de larva pedivelígera sobre conchas de ostión o de escalopa, lo cual se lleva a cabo en piletas exteriores de concreto. Posteriormente, la postlarva se transfiere a balsas de pre-engorda y por último, una vez que alcanzan una talla aproximada de 5 mm (ostrilla), se coloca en los estantes de engorda donde permanecen hasta que crecen a la talla comercial (Gonzalez-Gómez, 1997).

Aunque el ostricultivo en BSQ ha sido una actividad desarrollada desde hace más de tres décadas, aún no se han realizado estudios de carácter cuantitativo acerca de la calidad bioquímica en el cultivo comercial, esto es determinar las variaciones de los sustratos energéticos. Dichas evaluaciones permitirían identificar los patrones bioquímicos de organismos cultivados *in situ* lo que ayudaría a definir su valor nutricional para consumo humano y conocer las adaptaciones energéticas de los

organismos con respecto a los cambios ambientales o ciclos reproductivos. El estrés ambiental que presenten los organismos es un factor limitante que puede desembocar en una menor eficiencia del cultivo representada como un retardo y menor crecimiento o bien una mayor mortalidad.

Conocer la calidad del ostión durante su desarrollo en las diferentes zonas de cultivo reviste mayor importancia si consideramos que actualmente en BSQ sólo se utiliza aproximadamente el 15% del area concesionada y permitisionada para ostricultivo, misma que ha tenido una producción anual superior a las 2000 tons. y con una clara tendencia a incrementarse en los próximos años (García-Esquivel, Z.; com pers. I.I.O.-U.A.B.C).

Se han reportado varias especies de moluscos bivalvos como capaces de almacenar reservas nutritivas en sus diferentes tejidos corporales durante períodos de alto abastecimiento de alimento y después, movilizarlo en épocas de escasez de alimento y/o en períodos de alta demanda de energía (Gabbott, 1983). Las variaciones de los factores ambientales como la temperatura, salinidad, y disponibilidad de alimento inducen a los moluscos bivalvos a presentar cambios en su composición bioquímica y en su metabolismo (Ahmad y Chaplin,1977). Los cambios temporales en el peso y constitución química de los diferentes tejidos del ostión son útiles para determinar las etapas críticas del desarrollo (Gonzalez-Gómez,1997). Un aumento en el peso del tejido indica crecimiento somático o gametogénesis, mientras que una disminución es indicativo de catabolismo o desove (Barber y Blake, 1981).

Los principales compuestos químicos que utilizan los bivalvos como fuentes de energía, son glucógeno, lípidos y proteínas. Estos tienen variaciones cuantitativas y de localización en los diferentes tejidos en función de los parámetros ambientales y ciclos reproductivos (Gabbott, 1983).

BSQ presenta diferentes microambientes; se han reportado diferencias claras en la temperatura del agua y tiempos de exposición al aire en los ostiones cultivados en distintas partes de la bahía (González-Gómez, 1997). Además, existen variaciones de productividad primaria dentro de las diferentes zonas de la laguna costera (Lara-Lara, 1979). Los ostiones cultivados en BSQ presentan desoves durante un tiempo significativo del año (Paniagua-Chávez 1988). Lo anterior, en conjunto, afecta en una forma desconocida hasta ahora, la variación espacio-temporal de la calidad bioquímica del ostión en Bahía San Quintín.

El presente trabajo es parte de un estudio general acerca del ostricultivo en Bahía San Quintín (Proyecto UABC 4078-4) y específicamente se enfoca a evaluar la variación de los principales componentes bioquímicos de ostiones (proteínas, lípidos, glucógeno y cenizas) y el peso de organismos a lo largo de un ciclo de engorda en cultivos comerciales ubicados en dos zonas con distintos microambientes.

ANTECEDENTES

Composición proximal

Los análisis proximales son técnicas estándar que se utilizan para determinar la proporción de los principales constituyentes bioquímicos (agua, proteínas, lípidos, carbohidratos y cenizas) en la materia orgánica. Estos compuestos definen el valor nutricional de los alimentos para consumo humano. Por ejemplo, los principales constituyentes de algunos moluscos bivalvos muestran valores 84% en humedad, 8.4% en proteínas, 1.8% en lípidos, 7% en minerales y 3.4% en carbohidratos (Charley, 1987). La fluctuación de los componentes antes mencionados en las distintas etapas de desarrollo se relaciona con la forma en que los organismos administran sus reservas energéticas durante su vida. La energía para todos los sistemas animales proviene del alimento ingerido, o en tiempos de ausencia del mismo, de los sustratos energéticos almacenados (Smith, 1989).

Los lípidos, glucógeno y en menor grado las proteínas son los sustratos energéticos empleados por los moluscos para llevar a cabo el mantenimiento de las funciones vitales básicas y el crecimiento (Gabbott, 1983). Los dos primeros se almacenan (reservas energéticas) para poder realizar funciones ligadas con el ciclo reproductivo o bien cuando existe estrés nutricional. Las proteínas son consideradas como compuestos estructurales y normalmente no son utilizados como reservas energéticas; pero en eventos extremos pueden ser aprovechados como tales.

En su desarrollo ontogenético los ostiones presentan un cambio en la proporción de sustratos corporales, lo cual ha sido asociado con cambios en el uso preferencial de reservas energéticas durante el desarrollo postlarval-juvenil (Holland y Hannant, 1974). Cuando los ostiones son larvas y durante los primeros meses después de la fijación, utilizan los lípidos y proteínas como principal sustrato energético (Holland y Hannant 1974; García-Esquivel y Bricelj 1995) y posteriormente, ya adultos, utilizan el glucógeno como principal reserva.

En moluscos bivalvos adultos en general se ha encontrado que la principal fuente de energía es el glucógeno (De Zwaan y Zandee, 1972; Barber y Blake, 1981). Gabbott (1975) reporta que en el mejillón *Mytilus edulis* y otros bivalvos marinos, el principal sustrato energético es el glucógeno y a expensas de él se da la formación de las gametas; posteriormente existe una conversión del glucógeno pre-almacenado hacia reservas de lípidos en los huevos que se están desarrollando. En contraste, Riley (1976), encontró en *Crassostrea gigas* que los lípidos son los principales contribuyentes energéticos (más que los carbohidratos). Lo anterior indicó centrar nuestra atención en los compuestos bioquímicos glucógeno y lípidos, como los principales sustratos energéticos.

En moluscos bivalvos existen citas que han descrito su composición proximal en diferentes tejidos, bajo diferentes condiciones ambientales, de alimentación y en distintas etapas del desarrollo (Ej. Arizpe, 1996; Epp y Malouf, 1988; Fu-Lin et al., 1990; Fidalgo et al., 1994; Holland y Hannant, 1974; Whyte et al., 1990). En ellos se encontró una variabilidad en cuanto a la descripción del sustrato utilizado como principal fuente

energética, inclusive en especies similares. Además, algunos trabajos acerca de las variaciones temporales de los sustratos energéticos y demás intermediarios metabólicos presentan limitaciones debido a que estudian solamente un órgano específico del molusco bivalvo; o están restringidos al estudio de un solo componente bioquímico como lo es el glucógeno (Ej. Bogumil e Islwyn, 1984; Kaufmann, 1994).

Zurburg et al., (1976) reportaron en *Mytilus edulis* adultos cambios estacionales que sitúan a las proteínas como los principales constituyentes con un 30-80%, seguidos del glucógeno con un 2-40% y finalmente lípidos con un 2-14%. Concidiendo con lo anterior, existen autores que describen a las proteínas como los principales constituyentes de las reservas energéticas en adultos de moluscos bivalvos (incluyendo el ostión japonés), seguidos del glucógeno y finalmente lípidos, todos en porcentajes similares a los mencionados anteriormente (Ej. Arizpe, 1996; Epp y Malouf, 1988; Holland y Hannant, 1974; Riley, 1976).

En el caso de las proteínas, estas normalmente sirven como compuestos estructurales principalmente y pueden ocasionalmente funcionar como compuestos energéticos (Whyte et al., 1990); en cambio los lípidos y glucógeno son más fácilmente utilizables como fuentes energéticas.

Tejidos de Almacenaje

Existen estudios orientados a identificar los principales tejidos que sirven como sitios de almacenamiento de los sustratos energéticos en las diferentes etapas de desarrollo en moluscos.

Fu-Lin et al., (1990) encontraron que en el ostión *Crassostrea virginica* las variaciones en la cantidad de lípidos en la masa visceral están íntimamente relacionadas con el ciclo reproductivo.

Riley (1976) describió los cambios en la cantidad de lípidos, carbohidratos, proteínas y además de aminoácidos libres extracelulares en adultos del ostión japonés (*Crassostrea gigas*) durante inanición. Determinó que los lípidos fueron la fuente más importante de reservas energéticas y que las zonas primarias de almacenamiento de dichas reservas fueron el tejido correspondiente a la glándula digestiva y el manto. Encontró además que el tejido del músculo aductor fue la menor fuente de reservas energéticas. En contraste, Epp y Malouf (1988) determinaron que a diferencia de los ostiones y mejillones, la utilización de los sustratos energéticos en la escalopa *Argopecten irradians* se basa mayormente en las proteínas y secundariamente en los lípidos; además determinan que el músculo aductor juega un papel importante en el almacenamiento de dichas reservas. Por otro lado, Barber y Blake (1981) reportaron que la formación de gametas en la misma escalopa (*Argopecten irradians*) toma lugar a expensas de las reservas energéticas almacenadas en diferentes tejidos: en el músculo aductor como glucógeno y en la glándula digestiva como lípidos. Estos resultados coinciden con Gabbott (1983), quien realizó una revisión de trabajos acerca de bivalvos y encontró que el músculo aductor y la glándula digestiva son, efectivamente, los principales órganos responsables del almacenamiento de sustratos energéticos.

Influencia de las Condiciones Ambientales en el Ostión

La variación bioquímica en los productos pesqueros se asocia a variables como son: la diferencia entre especies, variación individual, variación anatómica, factores fisiológicos, diferencias entre sexos y cambios estacionales (Durazo-Beltrán, 1995). En el caso de moluscos bivalvos las variables ambientales juegan un papel importante, ya que ellos dictan el crecimiento, sobrevivencia, reproducción y otras características reelevantes en su desarrollo.

Bahía San Quintín, B.C. (BSQ) es una laguna costera considerada como una de las más productivas del mundo (Lara-Lara, 1979), con condiciones propicias para el crecimiento del ostión japonés (Islas, 1976). Sin embargo se registran dentro de ella diferentes microambientes, regidos por corrientes y mareas, evaporación, precipitación, surgencias, etc. Estas diferencias pueden llevar a que los organismos cultivados en la misma Bahía presenten características distintas por zona. Factores de importancia en el desarrollo del ostión son la temperatura y la disponibilidad de alimento. Bougrier et al., (1995), determinaron el comportamiento de las tasas de consumo de oxígeno y captación de partículas (clareo) para ostiones (*Crassostrea gigas*) en diferentes temperaturas; encontrando que la tasa de clareo se comporta de una manera unimodal teniendo su máximo a los 19°C y la tasa de consumo de oxígeno se comportó de una manera casi lineal; a mayor temperatura y peso de los organismos, mayor consumo de oxígeno, teniendo un límite máximo a los 32°C, el cual se consideró como cercano a su límite

superior termal.

Gonzalez-Gómez (1997) en su estudio en BSQ determinó que existe un mayor crecimiento en el ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado en la región de la boca que en la cabeza del brazo Bahía Falsa; pero que la mortalidad es mayor en esta última. Por otro lado, cita la posibilidad de que la variabilidad en los componentes bioquímicos de los ostiones no sea dependiente de la edad, sino de la talla. Cabe mencionar que el estudio realizado por este autor forma parte del mismo proyecto que el presente trabajo.

Kauffmann (1994) determinó que no existen diferencias significativas en sobrevivencia, crecimiento y contenido de glucógeno en ostiones (*Crassostrea gigas*) cultivados en una isla del Atlántico subtropical a diferentes profundidades, sin embargo cita la posibilidad de que estos resultados sean diferentes en otras regiones.

OBJETIVOS

1. Comparar la variación en la proporción de proteínas, lípidos y carbohidratos del músculo aductor y el resto visceral del ostión *Crassostrea gigas*, durante su desarrollo juvenil-adulto.
2. Determinar la influencia del sitio de cultivo sobre el crecimiento, contenido de glucógeno, lípidos totales, proteínas totales y cenizas, en ostiones cultivados comercialmente en dos localidades de Bahía San Quintín, B.C.

METODOLOGIA

Descripción del area de estudio

La Bahía de San Quintín, B.C. es una laguna costera localizada en la región noroccidental de Baja California entre los 30°24' N y 30°30' N; y los 115°57' W y 116°01'W (figura 1). Tiene un área aproximada de 3200 hectáreas y se encuentra permanentemente comunicada con el mar. La Bahía esta dividida en dos brazos, al brazo Oeste se le denomina Bahía Falsa y al brazo Este se le denomina propiamente Bahía San Quintín. Con excepción de los canales estrechos de hasta 7 metros de profundidad, la mayor parte de la Bahía tiene menos de 2 metros de profundidad y durante baja mar queda el 40% descubierta (Lara-Lara; 1975). Ambos brazos presentan una gran proporción de fondos lodosos, con abundancia de especies fanerógamas (pastos marinos) los cuales tienen una función importante en la distribución de la materia orgánica que entra del mar abierto adyacente (Lara-Lara, 1975).

La zona donde se realizó el presente estudio se localiza dentro del area de cultivo del ostión, en el brazo en Bahía Falsa. Ahí se fijaron dos localidades experimentales denominadas boca y cabeza, que corresponden a las zona mas cercana y alejada (respectivamente) del estrecho que comunica con el mar abierto (Fig. 1).

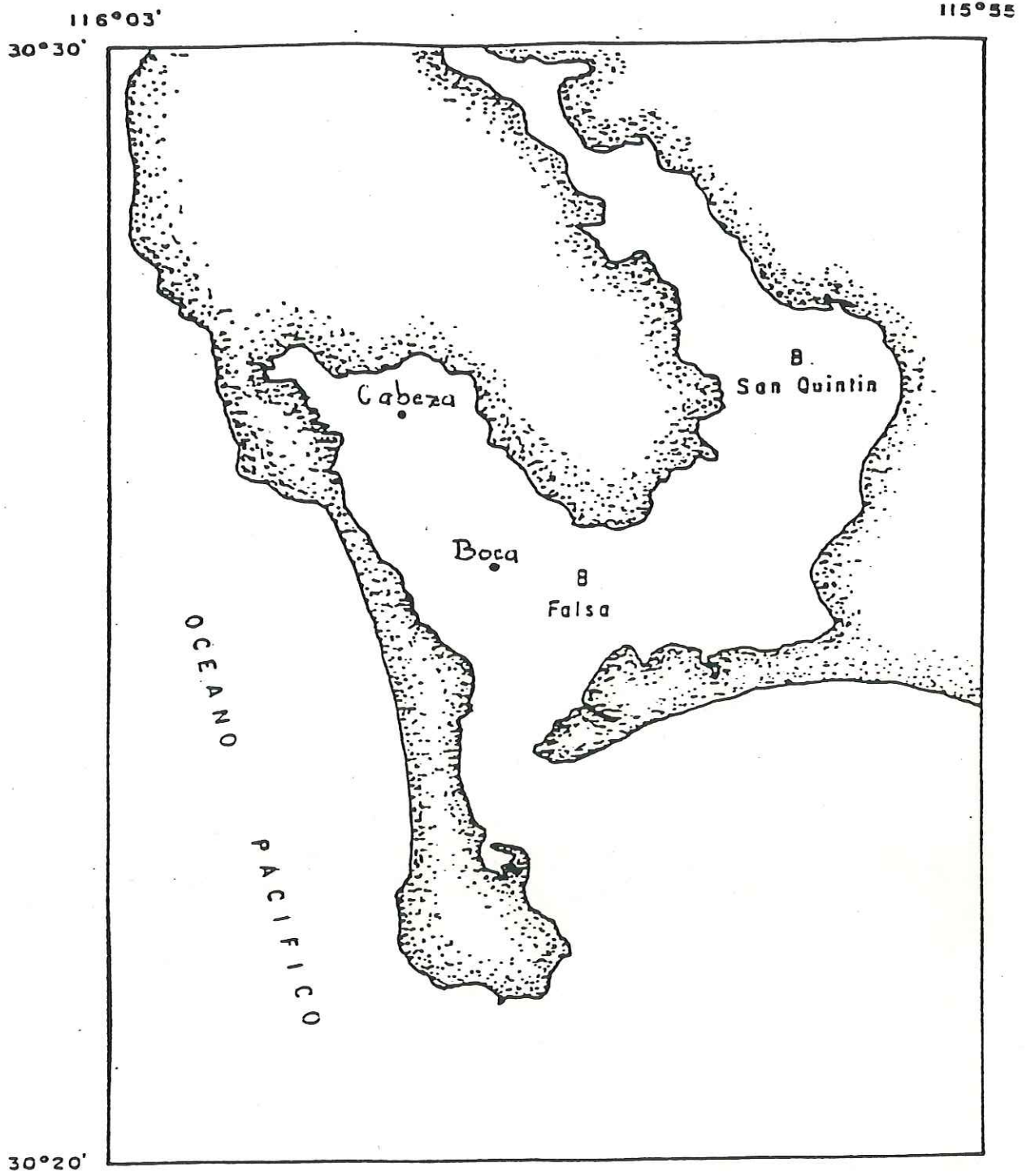


Fig 1: Localización del area de estudio en Bahía San Quintín, B.C.

Diseño y colecta de muestras en Campo

Para llevar a cabo el experimento se eligió una camada de larvas de ostión fijadas por los ostricultores el día 22 abril de 1995 (González Gómez, 1997). Al final del período de preengorda, después de un mes (talla aproximada de 5 mm), se eligieron al azar “conchas madre” con postlarvas previamente adheridas durante la etapa de fijación. Se fabricó un total de 120 sartas con las conchas madre y una vez listas se colocaron en las dos distintas localidades de engorda, mencionadas anteriormente. Se eligieron un total de 5 estantes por sitio de cultivo y en cada estante se colocaron 12 sartas. Las sartas fueron intermezcladas con el resto de las sartas fabricadas por los ostricultores de manera comercial, de esta forma la única diferencia entre ambas fué la etiqueta de identificación. Lo anterior reviste importancia ya que de esta manera el experimento fué congruente con la realidad y por lo tanto los resultados obtenidos son representativos.

Se esperó un tiempo aproximado en el que los ostiones alcanzaron una talla mínima que pudiera disectarse, dicha fecha se estimó a los 130 días después de la fijación (29 agosto). Contando esta fecha se realizarón 4 muestreos: a los 130, 158, 208 y 274 días después de la fijación (edad postfijación).

De cada estación y en cada fecha se colectaron entre 3 y 6 sartas elegidas aleatoriamente de los estantes. Los ostiones se almacenaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para su posterior procesamiento.

Procesamiento en el Laboratorio

En el laboratorio se desprendieron un total de 6 ostiones por sarta para los muestreos de noviembre y enero; cada sarta se consideró como replica, teniendo un total de 3 replicas por fecha de muestreo. Para los muestreos de agosto y septiembre se desprendieron cantidades de ostiones diferentes que fluctuaron entre los 10 a 35 ostiones por sarta; además, en la localidad cabeza se utilizaron los ostiones de hasta 2 sartas por replica; lo anterior se realizó debido a que se necesitó una cantidad mínima de 200 mg de tejido seco para realizar los análisis.

Los ostiones obtenidos se disectaron, separando dos tipos de tejidos: el músculo aductor y la porción restante, denominada vísceras o resto visceral. Posterior a esta separación se realizó una liofilización de los tejidos con el fin de obtener su peso seco sin afectar la composición química de los ostiones. Los tejidos liofilizados individuales, provenientes de cada sarta se mezclaron. Este tejido liofilizado se almacenó en recipientes herméticos conteniendo dióxido de carbono a -20°C , hasta el momento en que se realizó su correspondiente análisis.

Las evaluaciones bioquímicas se realizaron de la siguiente manera:

Los lípidos fueron extraídos mediante la técnica de metanol:cloroformo (Bligh y Dyer, 1959) y cuantificados gravimétricamente (Gonzalez-Gómez, 1997). El glucógeno fue extraído mediante precipitación con etanol, seguida de hidrólisis ácida para conversión a glucosa, y cuantificación posterior mediante reacciones enzimáticas en serie (Pfleiderer, 1993). Las proteínas se determinaron a partir del nitrógeno total por

medio del método microKjeldahl (A.O.A.C, 1990). Las cenizas se cuantificaron gravimétricamente mediante calcinación del tejido seco a 450 °C durante 24 hrs (Gonzalez-Gómez,1997).

Los resultados obtenidos de los análisis bioquímicos se expresaron de dos formas: 1.-Contenido bioquímico por unidad de peso, expresados en miligramos de proteínas, lípidos, glucógeno o cenizas por gramo de tejido seco. 2.- Contenido bioquímico por individuo, expresa la cantidad (en promedio) de miligramos de compuesto bioquímico que existen en un ostión. Para esta última se multiplicó la cantidad porcentual de compuesto bioquímico obtenido de los análisis proximales, por el peso correspondiente del musculo y las vísceras de los ostiones para cada localidad y fecha de muestreo, posteriormente se obtuvo un promedio de estos valores.

Análisis estadístico

Previo al uso de estadística paramétrica, en todos los casos se corrieron pruebas de normalidad de Kolmogrov-Smirnov y la prueba de Bartlett para homogeneidad de varianzas. En los casos en que hubo violación de las pruebas se aplicó una transformación de los datos.

Las tasas de crecimiento en tejido entre localidades se compararon mediante regresiones lineales del peso en función del tiempo. Las pendientes resultantes para cada localidad (tasa de crecimiento bruto) se compararon mediante pruebas t de Student (Zar,1984). Las tasas de acumulación de los diferentes componentes bioquímicos por

organismo en el tejido muscular y visceral se calcularon mediante regresiones lineales y las pendientes resultantes se compararon con el estadístico t de student, para organismos pertenecientes a una misma localidad (Zar,1984); esto debido a que se encontraron diferencias marcadas entre localidades.

Se realizó una transformación arcoseno para los datos de contenido bioquímico por unidad de peso (Zar,1984) y posteriormente se utilizaron análisis de varianza (ANDEVA) de 2 vías para comparar la proporción de componentes bioquímicos en ostiones de una misma localidad, teniendo como factores el tiempo (muestreos) y el tipo de tejido (vísceras y músculo). Con excepción de la comparación de pendientes, el resto de las pruebas estadísticas se llevaron a cabo utilizando el programa Sigma Stat 4.2 para Windows.

RESULTADOS

CRECIMIENTO

Previo al mes de septiembre hubo un período de crecimiento positivo, pero lento, en los ostiones de la boca y cabeza de Bahía falsa (BF). Posteriormente se observó un crecimiento acelerado del ostión en la localidad de la boca que se mantuvo hasta el final del experimento. En contraste, los organismos cultivados en la cabeza de BF solo tuvieron una fase de crecimiento acelerado durante los meses de septiembre-noviembre, y posteriormente se observó un decremento en el peso del tejido seco.

El crecimiento en peso de tejido seco de los ostiones de la boca siguió patrones claros, aumentando linealmente desde 175 mg en agosto hasta 2070 mg en noviembre (Fig. 2). En el primer muestreo (agosto) las vísceras comprendían aproximadamente el 82 % del peso seco y el músculo el 18 %. La contribución de las vísceras se comportó de una manera constante conforme aumentaba la edad y talla de los ostiones, variando su aportación en porcentaje entre un 18 y un 25% del peso del tejido seco total. Los ostiones de la cabeza siguieron el mismo patrón descrito arriba, excepto por dos diferencias: a) los valores absolutos de peso fueron hasta 80% menores que los observados en la boca durante el mismo período y b) los ostiones de la cabeza ya no crecieron significativamente a partir de noviembre (Fig. 2). Esta disminución en peso se observó básicamente en el tejido de las vísceras, ya que el peso del músculo permaneció casi constante, con un incremento poco significativo en el tiempo. Las principales

pérdidas o ganancias de tejido se debieron a cambios en el peso de las vísceras, en ambas localidades (Tabla I). Al final del experimento el peso de los ostiones fue hasta 5 veces mayor en la boca que en la cabeza de BF.

TABLA I: Tasas de crecimiento bruto del tejido del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado en dos zonas de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. Los valores (mg de tejido seco/día) también representan la pendiente de ajuste lineal entre el peso del tejido y el tiempo. Los números de la derecha indican el coeficiente de determinación de la línea de ajuste (r^2). na = no aplica.

PERIODO	EDAD (días)	LOCALIDAD	MUSCULO	VISCERAS	AMBOS
AGO-ENE	130-274	BOCA	3.3 0.98	10.4 0.98	13.7 0.99
AGO-ENE	130-274	CABEZA	0.37 0.72	1.6 0.62	1.9 0.64
NOV-ENE	208-274	CABEZA	-0.1 na	-1 na	-1.1 na

Las vísceras se desarrollaron mas rápidamente en la boca 10.5 mg/día que en la cabeza 1.6 mg/día. Lo mismo ocurrió con el músculo aductor los cuales tuvieron valores de 3.3 y 0.37 mg/día, boca y cabeza respectivamente . Además, en la cabeza se observó crecimiento positivo únicamente durante el período agosto-noviembre

Las tasas de crecimiento bruto calculadas a partir de las pendientes obtenidas por regresion lineal entre el peso seco del tejido y el tiempo, indicaron que existen diferencias significativas entre estaciones (Tabla II).

Los datos de tamaño (longitud de la concha) de los organismos, para cada localidad y fecha de muestreo fueron obtenidos de Gonzalez-Gómez (1997); y se muestran en el Anexo I.

TABLA II: Comparación de pendientes de crecimiento (mg de tejido seco/día) entre ostiones (*Crassostrea gigas*) cultivados en la boca y cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. El valor de t representa el estadístico de prueba (t student). ns = no significativo. * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Grados de libertad = 4.

LOCALIDAD	ECUACION DE AJUSTE	r^2	t Observada	DECISION
BOCA	mg = 13.7 (día) - 1691.4	0.99	4.78	*
CABEZA	mg = 1.9 (día) - 139.47	0.64		

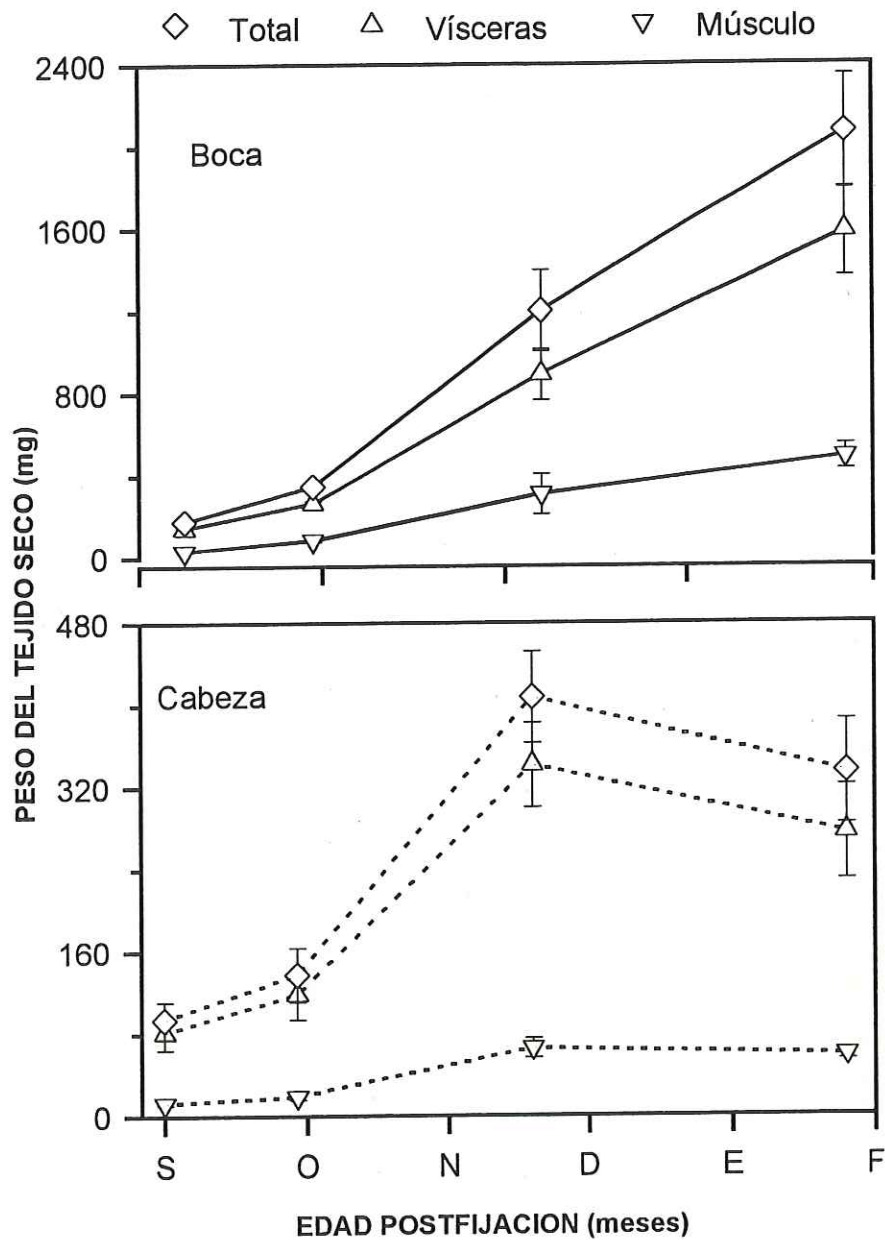


Fig. 2: Crecimiento del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado en dos localidades de Bahía Falsa, Bahía San Quintín B.C. durante la fase de engorda. Peso expresado en miligramos de tejido seco. El primer punto representa 130 días edad postfijación. Las barras representan el error estándar de la media.

COMPOSICION BIOQUIMICA

Boca de Bahía Falsa

La proporción (mg/g de tejido seco) de proteínas totales, lípidos y glucógeno siguieron un patrón similar al descrito para el peso, con una menor cantidad en el músculo que en las vísceras (Fig 3). Las cantidad de proteínas por individuo alcanzaron valores finales de 320 mg para el músculo y 780 mg para las vísceras (Fig 4).

Es importante notar que en el caso de las cenizas se incurrió en un error (no cuantificado) en ambas localidades, ya que en algunas de las muestras se pesaron, junto con el tejido, diminutos fragmentos de concha que alteraron los valores reales de cenizas totales; por esta razón los valores obtenidos de cenizas tienen un error estandar alto, y es necesario utilizar con precaución dichos resultados. Las muestras que tuvieron error son las correspondientes a la localidad cabeza y la primera fecha de muestreo de la localidad boca, unicamente en el tejido muscular .Debido también a el error encontrado no se realizó un análisis estadístico de las cenizas.

Durante el período noviembre-enero, el contenido total de lípidos y glucógeno del músculo disminuyeron en un 10 y 47 % respectivamente, mientras que en las vísceras los lípidos aumentaron hasta 1.5 veces más. El glucógeno disminuyó en vísceras significativamente durante el mismo período. Asimismo, el contenido de glucógeno superó al de lípidos a partir del mes de septiembre en ambos tejidos (Fig. 3).

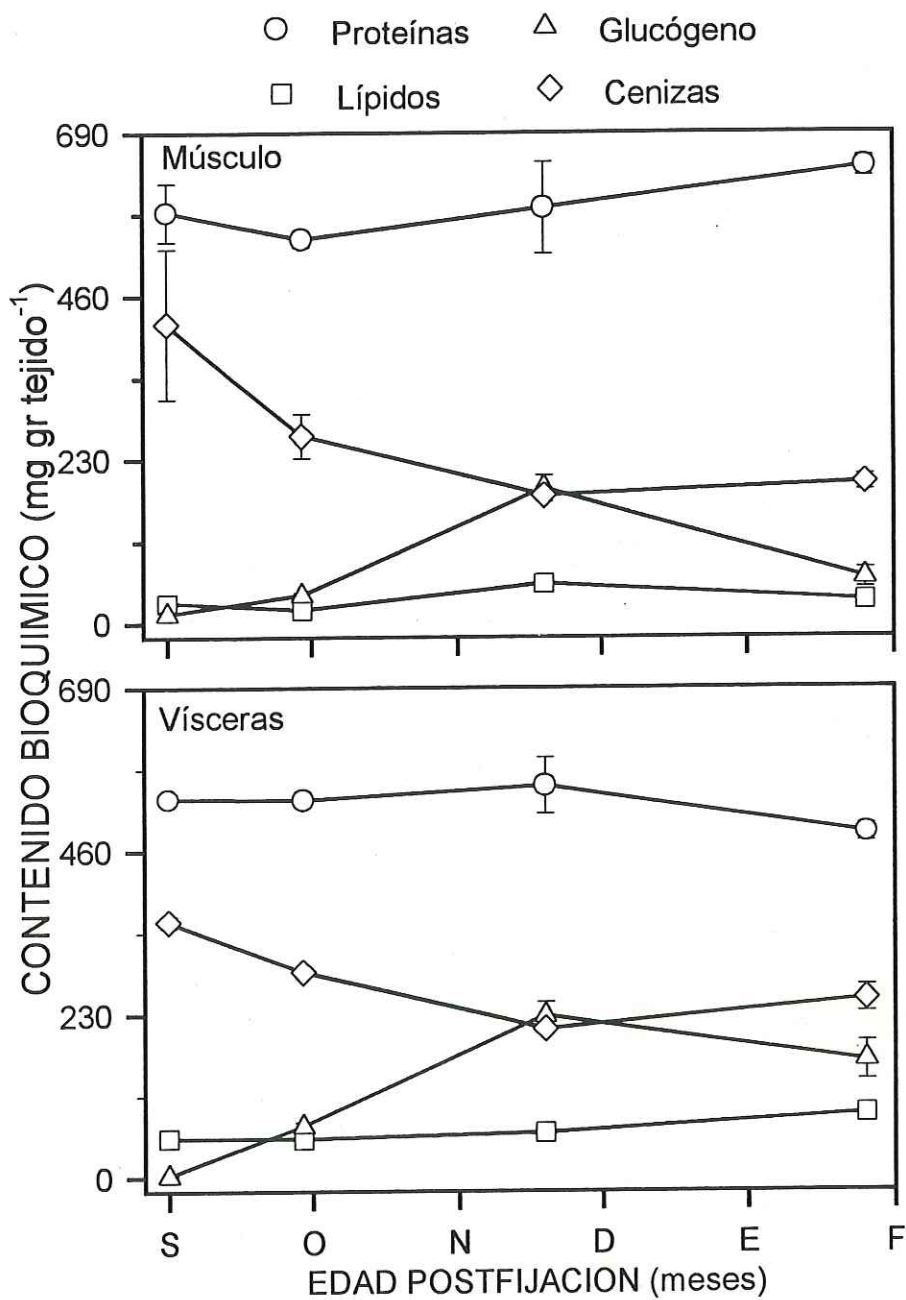


Fig. 3.- Variación temporal del contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés *Crassostrea gigas*, cultivado en la boca de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. Las barras representan el error estandar de la media.

El contenido bioquímico por unidad de peso (Fig 3) indicó que las proteínas y cenizas fueron los componentes principales de las vísceras durante agosto-septiembre, alcanzando valores entre 550-480 mg/g y 360-210 mg/g respectivamente. No obstante, las cenizas compitieron con el glucógeno como el segundo componente más abundante a partir del mes de noviembre, llegando este último a alcanzar valores cercanos a los 227 mg/g en vísceras.

En la localidad boca las proteínas presentaron diferencias significativas entre tipo de tejidos pero no presentaron diferencias significativas con relación a el tiempo; en contraste el glucógeno presentó diferencias significativas entre tejidos y también tiempo (Tabla III) Los lípidos se comportaron de una manera no paramétrica presentando diferencias entre tejidos pero no entre localidades.

TABLA III: Análisis de variancia de dos vías para el contenido bioquímico (mg/g de tejido seco) en las vísceras y el músculo del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado durante la fase de engorda en la localidad Boca de Bahía Falsa en Bahía San Quintín; tomando como factores el tipo de tejido y el tiempo. ns = no significativo y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. MS = media cuadrática; GL = grados de libertad; F = estadístico de prueba.

FUENTE DE VARIACION	MS	GL	F	DESICION
PROTEINAS				
TIEMPO	0.00132	3	0.417	ns
TEJIDO	0.02265	1	7.165	*
TIEMPOXTEJID	0.00667	3	2.111	ns
ERROR	0.00316			
LIPIDOS				
TIEMPO	0.00008	3	0.721	ns
TEJIDO	0.03676	1	290.4	*
TIEMPOXTEJID	0.00329	3	----	----
ERROR	0.00012			
GLUCOGENO				
TIEMPO	0.16603	3	116.85	*
TEJIDO	0.01850	1	13.02	*
TIEMPOXTEJID	0.01357	3	9.55	*
ERROR	0.00142			

La comparación de las pendientes de aumento de compuesto bioquímico por individuo (TABLA IV) indicaron que no existieron diferencias significativas entre el tejido muscular y las vísceras para todos los compuestos bioquímicos.

TABLA IV: Comparación de pendientes de la tasa de cambio de los componentes bioquímicos (mg/día), entre las vísceras y el músculo del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado en la boca de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. El valor de t representa el estadístico de prueba (t student). ns = no significativo. y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Grados de libertad = 4.

TEJIDO	ECUACION DE AJUSTE	r^2	t (Observada)	DECISION
PROTEINAS				
Músculo	mg = 8.62 (día) + 270	0.91	-1.94	ns
Vísceras	mg = 0.0071 (día) + 1.02	0.93		
LIPIDOS				
Músculo	mg = 0.0093 (día) - 1.152	0.79	-2.11	ns
Vísceras	mg = 0.0090 (día) - .244	0.98		
GLUCOGENO				
Músculo	mg = 0.0132 (días) - 1.69	0.70	-2.07	ns
Vísceras	mg = 0.0187 (día) - 2.24	0.74		

Durante la última fase del estudio (noviembre-enero) se observó lo siguiente:

1. La proporción proteínas del músculo en último muestreo aumentó de 580 a 640 mg/g (9% aproximadamente), mientras que el mismo componente disminuyó en las vísceras en un 12 %.
2. La proporción de lípidos en el músculo disminuyó hasta un 44%, mientras que en vísceras aumentó un 29 %.
3. El glucógeno disminuyó drásticamente tanto en músculo (190 a 60 mg/g) como en vísceras (230 a 160 mg/g) aproximadamente.
4. Las cenizas disminuyeron significativamente en ambos tejidos.

A pesar de que los valores absolutos de proteínas y cenizas (Fig. 4) fueron muy parecidos a lo largo del período de estudio, la proporción de estos por unidad de peso tuvo una tendencia a variar de manera inversa, tanto en músculo como en vísceras (Fig. 3). En ostiones cultivados en la localidad boca no se observaron diferencias estadísticas significativas en las pendientes de aumento de compuesto bioquímico entre tejidos; en contraste en la cabeza si existieron en todos los componentes exceptuando en el glucógeno.

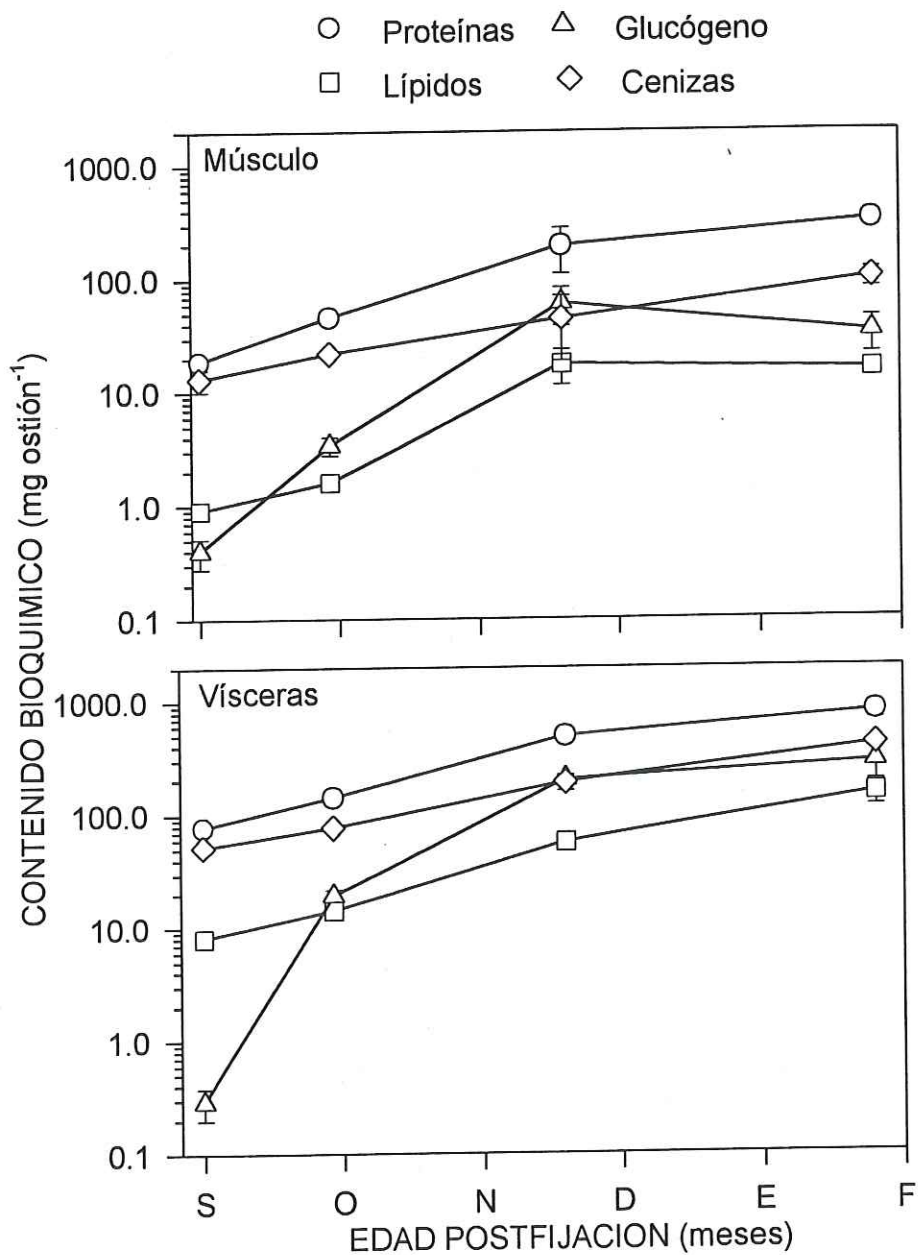


Fig. 4: Variación temporal del contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) para dos tipos de tejidos del ostión japonés *Crassostrea gigas*, cultivado durante su fase de engorda en la boca de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. Las barras representan el error estandar de la media.

Cabeza de Bahía Falsa

La cantidad de compuesto por unidad peso, expresados en mg/g de tejido seco, (Fig. 5) indicó que los componentes bioquímicos glucógeno y lípidos mantuvieron la misma proporción a través del tiempo; para lípidos entre los 26 y 55 mg/g y para glucógeno se encontraron entre 2.6 y 88mg/g. Las proteínas totales y cenizas son los componentes que ocuparon la mayor proporción del total, teniendo valores entre los 420-660 mg/g y los 480-240 mg/g (aprox.) respectivamente

El análisis estadístico del contenido porcentual de compuesto bioquímico (Tabla V) en ostiones cultivados en la cabeza indicó que para los valores de proteínas existen diferencias significativas entre el tipo de tejido y el tiempo. Para lípidos sólo existieron diferencias significativas en relación a el tipo de tejido (músculo o vísceras), pero no son dependientes del tiempo; en contraste el glucógeno presentó valores estadísticamente diferentes en relación a el tiempo, pero no entre tejidos.

Parecido al comportamiento de la boca; los componentes que forman el grueso del total, fueron las proteínas totales y las cenizas (420-665 mg/g y 240-480 mg/g respectivamente), mientras que los valores para el glucógeno y lípidos se encontraron aproximadamente un orden de magnitud por debajo de ellos.

TABLA V: Análisis de variancia de dos vías para el contenido bioquímico (mg/g de tejido seco) en las vísceras y el músculo del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado durante la fase de engorda en la localidad cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín; tomando como factores el tipo de tejido y el tiempo. ns = no significativo y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. MS = media cuadrática; GL = grados de libertad; F = estadístico de prueba.

FUENTE DE VARIACION	MS	GL	F	DESICION
PROTEINAS				
TIEMPO	0.01265	3	9.70	*
TEJIDO	0.02590	1	19.86	*
TIEMPOXTEJID	0.01245	3	9.55	*
ERROR	0.00130			
LIPIDOS				
TIEMPO	0.00007	3	0.486	ns
TEJIDO	0.02120	1	138.4	*
TIEMPOXTEJID	0.00031	3	2.06	ns
ERROR	0.00015			
GLUCOGENO				
TIEMPO	0.04615	3	23.74	*
TEJIDO	0.00066	1	0.341	ns
TIEMPOXTEJID	0.00354	3	1.822	ns
ERROR	0.00194			

Se observan las siguientes movilizaciones de los sustratos energéticos en los dos tejidos:

1. Las proteínas en la porción muscular aumentaron a partir del muestreo en septiembre

de 520 a 665 mg/g, un 21%, mientras que en las vísceras disminuyó en este mismo período de 562 a 492 mg/g (12.4%).

2. Las cenizas en la porción muscular durante el mismo período disminuyeron 470 a 240 mg/g mientras que las vísceras aumentó en el período septiembre enero de 310 a 370 mg/g.
3. El glucógeno aumentó drásticamente en el muestro de noviembre de un 8.1 a 45 mg/g, incluso sobrepasó los valores de los lípidos. En el período de noviembre a enero disminuyó significativamente en ambos tejidos.

Similar al comportamiento observado en la boca, se distinguió un patrón de comportamiento inverso entre los componentes proteínas y cenizas (Fig. 5).

La cantidad de compuesto por individuo (Fig 6) indicó que existieron patrones de crecimiento acelerado en los cuatro componentes bioquímicos y en los dos tipos de tejido durante el período de agosto a noviembre. Posterior a este aumento existió una utilización de los componentes, la cual fue más significativa en el glucógeno de las vísceras, tomando el valor mas alto como un 100% se tiene que disminuyeron de un 8.8 a un 1.3 %.

Se observó que las cantidades de compuesto por individuo en los ostiones de la cabeza fueron aproximadamente un orden de magnitud menor con relación a los ostiones de la localidad boca.

Contrastando con la localidad boca, se observaron diferencias estadísticas significativas en las pendientes de aumento de compuesto bioquímico entre tejidos; con

excepción del componente bioquímico glucógeno (TABLA VI).

TABLA VI: Comparación de pendientes de la tasa de cambio de los componentes bioquímicos (mg/día), entre las vísceras y el músculo del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado en la Cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín. El valor de t representa el estadístico de prueba (t student). ns = no significativo. y * = significativo al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Grados de libertad = 4.

TEJIDO	ECUACION DE AJUSTE	r^2	t (Observada)	DECISION
PROTEINAS				
Músculo	mg = 0.0057 (día) + 0.128	0.839	-3.02	*
Vísceras	mg = 0.0041 (día) + 0.142	0.666		
LIPIDOS				
Músculo	mg = 0.00516 (día) - 1.028	0.805	-3.74	*
Vísceras	mg = 0.0041 (día) + 0.169	0.703		
GLUCOGENO				
Músculo	mg = 0.01 (día) - 2.33	0.626	-0.919	ns
Vísceras	mg = 0.0092 (día) - 1.49	0.392		

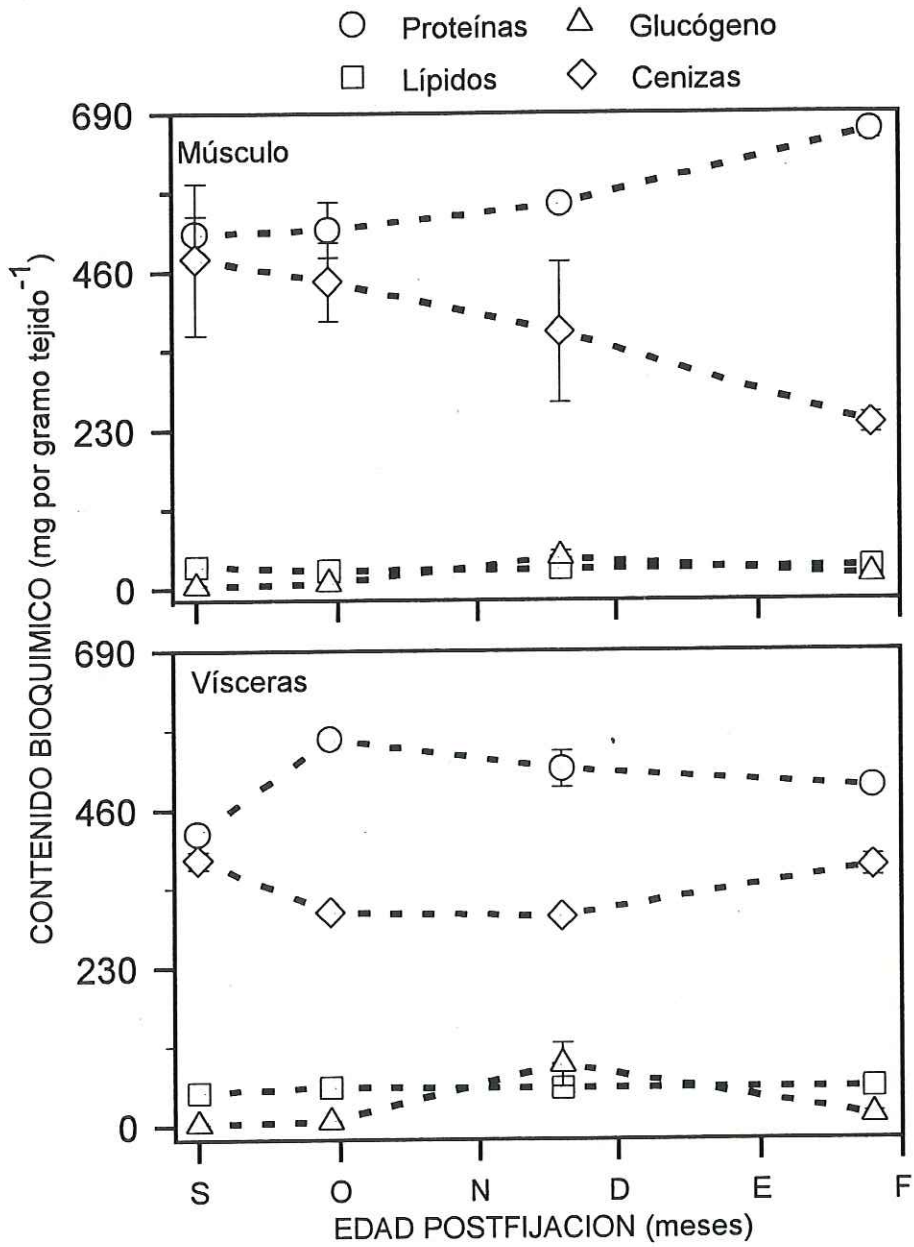


Fig. 5: Variación temporal del contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés *Crassostrea gigas*, cultivado en la cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. Las barras representan el error estandar de la media.

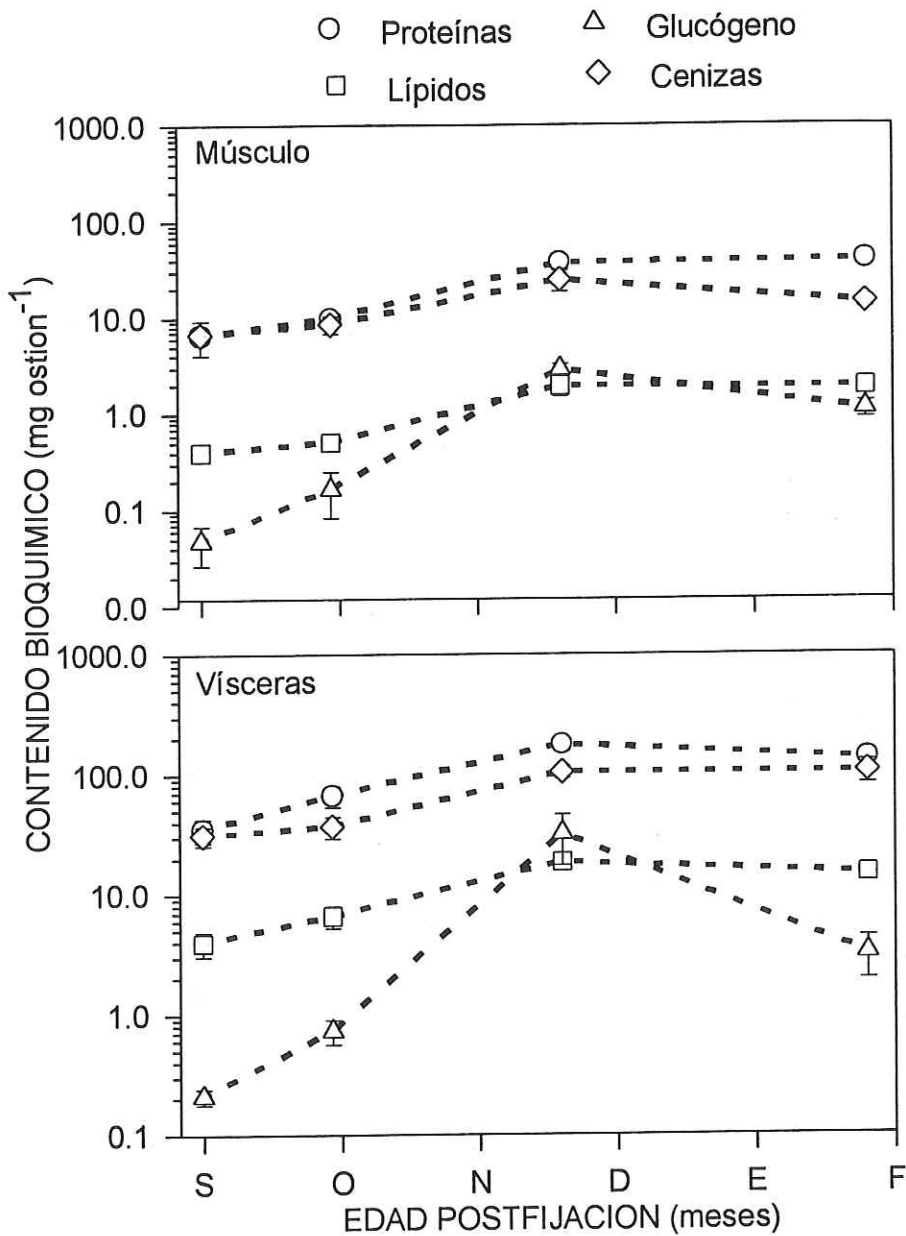


Fig. 6.- Variación temporal del contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) para dos tipos de tejidos del ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado durante su fase de engorda en la cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. Los valores iniciales representa a los 130 días edad postfijación. Las barras representan el error estandar de la media.

DISCUSION

Crecimiento

Combinando las mediciones ambientales con los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible sugerir que el retardo en el crecimiento del ostión (antes de septiembre) fue consecuencia de las altas temperaturas, mientras que las diferencias de crecimiento entre localidades podrían deberse a dos posibles causas: a) que la productividad es menor en la región de la cabeza (Lara-Lara, 1979) y b) diferencias en la profundidad de la columna de agua, lo que traería como consecuencia un mayor tiempo de exposición al aire en los ostiones cultivados en la cabeza de Bahía Falsa (BF).

A pesar de que no se monitorearon en su totalidad las características físico-químicas y biológicas del agua durante el período de estudio, existen datos reportados de temperatura correspondientes al período julio-septiembre, así como datos de concentración de partículas (seston) para todo el período de estudio (Gonzalez-Gomez 1997). La temperatura promedio en el fondo de los estantes aumentó desde aproximadamente 20 °C en julio hasta cerca de 25 °C en septiembre, con una diferencia promedio de 1 °C entre localidades (Gonzalez Gomez 1997), por lo que se pueden sugerir diferencias microambientales entre la boca y la cabeza de Bahía Falsa. Esas temperaturas corresponden también a los períodos más calurosos del año en Bahía San Quintín, B.C. (Alvarez-Borrego y Alvarez-Borrego, 1982).

Se sabe que el ostión japonés (*Crassostrea gigas*) es capaz de tolerar

temperaturas tan altas como 30°C y su tasa metabólica (gasto energético) aumenta en función de ese parámetro hasta alcanzar niveles letales a los 32° C (Bougrier et al., 1995). Las tasas de captación de partículas (clareo) por parte de *C. gigas* se comportan de una manera unimodal con un máximo a los 19 °C y disminuyen hacia ambos extremos (Bougrier et al., 1995); además la temperatura es considerada como un factor limitante en los bivalvos afectando su nivel y balance de energía; a mayor temperatura existe mayor utilización de los sustratos energéticos (Sobral y Widdows, 1997). En Bahía San Quintín, B.C. (BSQ) las temperaturas promedio durante noviembre-enero han oscilado alrededor de 14 a 18°C en la cabeza y entre 13 y 16°C en la boca de BF (Alvarez-Borrego y Alvarez-Borrego 1982), por lo que con excepción del verano, este parámetro no debería estar limitando el crecimiento del ostión durante el resto del período de estudio. En general, la variabilidad de los distintos parámetros fisicoquímicos de BSQ esta intimamente ligada con el tiempo de residencia del agua y los ciclos de mareas (Alvarez-Borrego y Alvarez Borrego, 1982). Lo anterior nos indica que la marea es un factor importante, ya que regula las condiciones de desarrollo del ostión en BF.

Por otra parte, las concentraciones de seston total reportadas por González-Gómez (1997) para las localidades de estudio fueron ligeramente mayores para la cabeza de BF que para la boca, y tendieron a aumentar paulatinamente desde aproximadamente 5 mg/l en junio hasta alrededor de 10 mg/l en agosto. La fracción orgánica del seston superficial fue un componente principal en los meses de verano (julio-agosto) llegando a ocupar entre el 40 y 70 % del seston total en ese período, pero a partir de septiembre el

contenido orgánico del seston se mantuvo entre el 20 y 30 %.

Los ostiones cultivados en la localidad cabeza de BF se encontraban en un área más somera y estuvieron aproximadamente un 17 % más tiempo fuera del agua que los ostiones de la localidad boca (Gonzalez-Gomez, 1997), y durante invierno las diferencias se hicieron mayores. Las diferencias de profundidad entre los dos sitios de estudio traería como consecuencias: primero, que los ostiones fueran metabólicamente exigidos y dejaran de percibir alimento durante el tiempo de exposición al aire y segundo, tener un metabolismo anaerobio en el que utilizan sus reservas para mantener las funciones vitales sin generar crecimiento.

Fuera de BSQ los eventos de surgencia fueron hasta dos ordenes de magnitud más débiles en invierno que en el verano, mientras que los valores de productividad son generalmente más elevados en la boca que en la cabeza de BF (Lara-Lara en 1979). En la boca de BSQ se han reportado hasta 3 veces mayor concentración de clorofilas totales, 10 veces mayor abundancia de fitoplancton (1800 cel/ml) y 3 veces mayor productividad (Clorofilas totales: a 37.9; b 3.8; c 16.1 µg/l) que en la cabeza de BF y BSQ (Millan-Nuñez et al., 1982). Lara-Lara (1979) obtuvo valores que corroboran que en BF existe una mayor abundancia de los principales grupos taxonómicos de fitoplancton en la parte de la boca que en la cabeza.

En relación al crecimiento negativo de los ostiones cultivados en la cabeza, este es probablemente debido a que los factores antes mencionados indican una menor productividad y por ende menos alimento disponible, lo que conllevaría a que el ostión

utilizara sus reservas provocando una disminución en peso.

Por otra parte, si bien existen diferentes microambientes entre la cabeza y la boca de BF, sobre todo en relación a productividad primaria (Lara-Lara, 1979; Millan-Núñez et al., 1982 y Alvarez-Borrego y Alvarez Borrego, 1982), se tienen reportes (Bayne y Hawkins;1990) indicando que los moluscos bivalvos tienen una marcada capacidad de compensación en respuesta al cambio de la calidad de la dieta, mediante el aumento de la tasa de ingestión, reducción de la tasa metabólica e incremento en la eficiencia de absorción cuando el alimento es pobre en contenido orgánico. Lo anterior nos lleva a suponer que el menor crecimiento de los ostiones en la cabeza en todos los muestreos es debido principalmente al mayor grado de exposición al aire por efecto de la profundidad.

Composición Bioquímica

En el presente estudio se observó que en los ostiones cultivados en la estación Boca la proporción de glucógeno sobrepasó a los lípidos a partir de agosto. Este patrón coincide con datos reportados por Holland y Hannant (1974) los cuales indican un período de transición del estadio larval a semilla; en el que de larvas y “juveniles” utilizan los lípidos y de adultos el glucógeno como principal fuente de reserva. El mismo autor atribuye el hecho a que las larvas utilizan los lípidos puesto que les confieren mayor energía por unidad de peso y además les ayuda a la flotabilidad, debido a la densidad de los mismos. Cuando los ostiones son adultos, cambian de sustrato energético a glucógeno, debido a que es más fácilmente de utilizar durante los períodos de exposición

a mareas en los que los organismos presentan metabolismo anaerobio (Holland y Hannant,1974). Lo anterior explicaría entonces los resultados de los ostiones de la localidad cabeza en los cuales se observa un patrón similar al de la localidad boca, con la diferencia que en el primer caso el glucógeno sobrepasó a los lípidos únicamente en el muestreo de noviembre. Este desfase entre los ostiones de la boca y la cabeza confirma, por una parte el retraso en el desarrollo del ostión con respecto a los organismos de la boca, y por otra el hecho de que el cambio de sustrato ocurre cuando el ostión alcanza un peso aproximado de entre 400 y 500 mg de tejido seco.

El desarrollo del ostión japonés es similar al del ostión europeo (*Ostrea edulis*), en el cual el ciclo reproductivo anual y el ciclo de almacenamiento del glucógeno no están claramente separados. En BSQ el ostión presenta un período de inactividad durante el invierno y el desarrollo gonadal comienza en primavera y culmina en verano y otoño, con desoves parciales en marzo, abril, octubre y noviembre; y desoves normales de mayo a septiembre (Paniagua-Chávez 1988). Gabbott (1975) atribuye este fenómeno generalizando a que durante la primavera, los organismos tienen disponibilidad de abundante comida y el crecimiento y la gametogénesis ocurren en el mismo tiempo; además algunos autores citan que la acumulación y el almacenamiento de glucógeno preceden al desarrollo gonadal (Ej. Holland y Hannant,1974; Whyte et al, 1990). En el presente trabajo el cambio del almacenamiento de lípidos a glucógeno no pareció estar asociado a la maduración sexual, ya que en ambas localidades, no se alcanzaron a detectar organismos maduros durante el período de estudio y este fue independiente del

tamaño y tasa de crecimiento.

En el caso de las cenizas, se tiene que Fidalgo et al., (1994) encontraron en el bivalvo *Mytilus galloprovincialis* estas no tienen relación con el crecimiento, cantidad de lípidos o glucógeno, pero que si están relacionadas con la cantidad de materia orgánica del alimento ingerido. Las cenizas aunque no son sustratos energéticos, si tienen funciones en los bivalvos. La cantidad de cenizas insolubles presentes esta relacionada con la formación de las concha y la proporción de cenizas solubles esta relacionada con el balance iónico de las células, esto debido a la cantidad de sales de cloruros que contienen (Whyte et al, 1990). En el presente estudio no se hizo una distinción entre ambas categorías, pero la cantidad de cenizas contribuyó significativamente al peso del tejido seco a lo largo del período de estudio.

Referente a los patrones bioquímicos, se ha reportado que los moluscos bivalvos son capaces de almacenar reservas nutritivas en sus diferentes tejidos corporales durante períodos de alto abastecimiento de alimento, y movilizarlo en épocas de escasez de alimento y/o en períodos de alta demanda de energía (Gabbott, 1983). En mejillones el glucógeno es principalmente almacenado en el tejido del manto (Gabbott y Bayne, 1973, Bogumil y Islwyn, 1984). En ostiones se tienen estudios que indican existe una menor movilización de las reservas de sustratos energético en el músculo aductor que en el resto del cuerpo (Riley, 1976; Whyte et al., 1990). En contraste estudios con ciertas escalopas (pectínidos), muestran al músculo aductor como el principal sitio de almacenamiento de sustratos energéticos, principalmente en forma de proteínas (Epp y

Malouf 1988). A su vez Barber y Blake (1981) en *Argopecten irradians Concentricus* atribuyen que la formación de gametas toma lugar a expensas de las reservas energéticas almacenadas en el músculo aductor como glucógeno y en la glándula digestiva como lípidos. En el presente estudio los cambios más significativos de los sustratos energéticos ocurrieron en las vísceras, coincidiendo con lo reportado por Riley (1976) para ostiones adultos; y a diferencia de los resultados encontrados para escalopas por Epp y Malouf (1988) y Barber y Blake (1981).

En ambos tejidos (músculo y vísceras) se observó que las proteínas y las cenizas son los compuestos con mayor abundancia (de 400 a 600 mg por gramo de tejido aproximadamente) sin embargo no tienen fluctuaciones tan grandes como los otros compuestos analizados y además se distingue una relación inversa entre ellos. Los cambios en las proporciones de proteínas sugerirían que existe acumulación de ellas en el músculo a expensas de las vísceras. Esto es falso, ya que este fenómeno no es un aumento de las proteínas, sino mas bien, una disminución de los otros componentes, principalmente glucógeno. Esto indica una utilización de estos últimos, y es más notorio en el caso del tejido visceral. Esta observación se refuerza con claridad en las gráficas de compuesto bioquímico por individuo.

CONCLUSIONES

El ostión japonés *Crassostrea gigas* cultivado durante el período de engorda en Bahía San Quintín en 1995-6 presentó mayor crecimiento en la boca que en la cabeza del brazo Bahía Falsa.

La proporción de proteínas, lípidos y carbohidratos en el ostión cultivado en la boca de Bahía Falsa, Bahía San Quintín varía entre 48-64%; 2-9% y 1 a 22% respectivamente.

La proporción de proteínas, lípidos y carbohidratos en el ostión cultivado en la cabeza de Bahía Falsa, Bahía San Quintín varía entre 42-66%; 2-5% y 1 a 9% respectivamente.

La principal fuente de reserva energética en ostiones menores de 400-500 mg fueron los lípidos, pero en organismos mayores fué el glucógeno.

Durante el período de estudio no se detectaron movilizaciones de sustratos energéticos entre los tejidos del ostión *C. gigas* cultivado en Bahía San Quintín.

En Bahía Falsa, Bahía San Quintín en el invierno hay una disminución en la cantidad de sustratos energéticos del ostión, asociada a las condiciones ambientales.

LITERATURA CITADA

- Ahmad T.A. and A.E Chaplin. 1977. The intermediary metabolism of *Mytilus edulis* (L.) and *Cerastoderma edule* (L.) during exposure to the atmosphere. Bioch.Soc. Trans. 5:1320 pp.
- Alvarez-Borrego, J. and S. Alvarez-Borrego. 1982. Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons, CalCOFI Rep. 23:188-197.
- Arizpe C. Oscar. 1996. Secondary production, growth and survival of the pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) in tropical waters, Bahía de la Paz, México. J. shellfish research. 15(3):601-607.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. K. Helrich (ed.). pp 74. Association of Official Analytical Chemist. Arlington, Virginia, USA.
- Bayne B.L. and A.J.S. Hawkins. 1990. Filter feeding in Bivalve Molluscs: Control on Energy Balance. Comp. Physiol, Karger. 5:70-83.
- Barber B. J. and N.J. Blake. 1981. Energy storage and utilization in relation to gametogenesis in *Argopecten irradians Concentricus* (Say) J. exp. mar. Biol. Ecol. 52:121-134.
- Bligh E.G. and W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37:911-917
- Bogumil N. Zaba and J Islwyn. 1984. Glycogen metabolism and glucose utilization in the

mantle tissue of *Mytilus edulis*. *Molecular Physiology*, 5:261-282.

- Bougrier S; P. Geairon; J.M. Deslous-Paoli; C. Bacher and G. Jonquieres. 1995. Allometric relationship and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Ed Elsevier Science B.V Aquaculture*, 134:143-154.
- Charley H. 1987. *Tecnología de Alimentos Marinos*. Editorial Limusa. Primera edición. Pp 489.
- De Zwan A. and D.I. Zandee. 1972. Body distribution and seasonal changes in the glycogen content of the common sea mussel *Mytilus edulis*. *Comp. Biochem. Physiol.* 43A:53-58.
- Duarte-Moreno H. y R. Andrade-Jimenez. 1987. Determinación del ciclo reproductivo del ostión europeo (*Ostrea edulis* L.) en Bahía San Quintín, B.C. y bajo condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. México.
- Epp, J., V.M. Bricelj and Robert R. Malouf. 1988. Seasonal partitioning and utilization of energy reserves in two ages of the bay Scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck). *J. Exp. Mar. Biol.* Vol 121 Elsevier 113-136 pp.
- Fidalgo J.P.; A. Cid; I. López-Muñoz; J. Abalde and C. Herrero. 1994. Growth and biochemical profile of juvenil mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) fed on different algal diets. *J. Shellfish Research*, 15(1):67-75.
- Fu-Lin E. Chu; K.L Webb and Jia Chen. 1990. Seasonal changes of lipids and fatty acid

- in oyster tissues (*Crassostrea virginica*) and estuarine particulate matter. Comp. Biochem. Physiol. 95A(3):185-391.
- Gabbott P.A. and B.L. Bayne. 1973. Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis* L. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 53:269-286.
- Gabbott, P.A. 1975. Storage cycles in marine Bivalve Mollusc: a hypothesis concerning the relationship between a glycogen metabolism and gametogenesis. 9th Europ. Mar. biol. Sym, Aberdeen University Press. 191-211pp.
- Gabbott, P.A. 1983. Developmental and seasonal metabolic activities in marine molluscs; En The mollusca, Vol 2.P.W. Hochachka (ed.)Editorial Academic Press, New York. 165-217pp.
- Garcia-Esquivel Z. and V.M. Bricelj. 1995. Ontogenetic changes in microhabitat distribution of juvenile bay scallops, *Argopecten irradians irradians* (L.) in eelgrass beds, and their potential significance to early recruitment. Biol. Bull. 185:42-55.
- Gonzales-Gómez M. 1997. Variación temporal de la calidad del ostión japonés (*Crassostrea gigas*, Thunberg) en cultivos comerciales de Bahía San Quintín, BC. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas-IIO. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. México.
- Holland D. and Hannant P. 1974. Biochemical changes during growth of the spat of the oyster, *Ostrea edulis*. Mar. Biol Ass. 54:1007-1016.
- Islas-Olivares, R. 1975. El ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en Baja California.

- Ciencias Marinas, 7(1):103-128.
- Islas-Olivares, R. 1976. Cultivo del ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en Bahía San Quintín, Baja California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. México.
- Kauffman, M.J. 1994. Survival, growth, and glycogen content of Pacific Oysters, *Crassostrea gigas* (Thunbergh, 1983), at Madeira Island (Subtropical Atlantic). J. Shellfish research, 13(2):503-505.
- Korringa, P.; 1976. Farming the cupped oyster from de genus *Crassostrea*. Developments in aquaculture and fishery sciences. Vol 2. Elsiever publishers C. Pp-224.
- Lara-Lara R. 1975. Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía San Quitín, BC. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. México.
- Lara-Lara, J.R. 1979. Variability and tidal exchange of ecological properties in a coastal lagoon. Tesis Maestría. Oregon State University, Corvaillis OR. 59 pp.
- Lopez-Alvarez Miguel, 1981. Mortalidad y crecimiento del ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en cinco localidades de Bahía Magdalena, Baja California sur. . Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. México.
- Millan Nuñez, R.; S. Alvarez Borrego and 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.
- Paniagua-Chávez C. 1988. Desarrollo gonadal de la especie *Crassostrea gigas* en Bahía San Quintín Baja California, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, BC. México.
- Pfleiderer, G. 1993. Glycogen, Determination as d-glucose with hexokinase, pyruvic kinase and lactic dehydrogenase. (En): Bergmeyer (ed) 3rd Ed. Pp 59-64. Methods of Enzymatic Analysis. H.U.
- Riley, R.T. 1976. Changes in total protein, lipid, carbohydrates and extracellular body fluid free aminoacids of the pacific oyster, *Crassostrea gigas*, during starvation. Proc: Nat. Shellfish Assoc. 65:84-90.
- Smith R. Robert. 1989. Fish nutrition. Academic press Inc. Second edition.
- Sobral P. and Widdows J.;1997. Effects of elevated temperature on the scope for growth and resistance to air exposure of the clam *Ruditapes decussatus* (L.); from southern Portugal. Sci. Mar. 61(1): 163-171.
- Whyte J.N.C., J.R. Englar and B.L. Carswell. 1990; Biochemical composition and energy reserves in *Crassostrea gigas* exposed to differents levels of nutrition. Aquaculture 90 Pp 157-172.
- Zar Jerrold H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice Hall editorial. Second edition.
- Zurburg W. et al. 1976. The influence of seasonal changes on energy metabolism in *Mytilus edulis* (L.). II. Organ specificity. Netherlands institute for fisheries investigation.

ANEXOS

ANEXO I.- Pesos promedio de tejido seco del ostión japonés *Cassostrea gigas* durante el período de engorda en dos zonas del brazo Bahía Falsa, Bahía San Quintín, B.C. El peso esta expresado en miligramos. El número de la derecha indica el error estandar de la media. Los datos de tamaño (longitud medida entre el UMBO y la parte más distal de la concha) fueron tomados de Gonzalez-Gómez(1997).

	EDAD (días)	TAMAÑO (mm)	MUSCULO	VISCERAS	AMBOS
--	----------------	----------------	---------	----------	-------

BOCA:

AGO	130	38	31.7 ±2.2	143.1 ±14.3	174.8 ±16.5
SEPT	158	55	84.5 ±8.5	263.2 ±13.3	347.8 ±148
NOV	208	71	309.4 ±97.7	890.5 ±123.6	1199.9 ±197.6
ENER	274	84	486.97 ±62.5	1581.2 ±216.1	2068.1 ±278.2

CABEZA:

AGO	130	31	12.5 ±1.5	81.1 ±16.4	93.6 ±17.7
SEPT	158	35	19.1 ±3.1	118.3 ±24.1	137.4 ±26.5
NOV	208	54	66.0 ±9.6	341.7 ±41.2	407.8 ±44.5
ENER	274	60	59.1 ±5.1	275.4 ±45.7	334.5 ±50.83

ANEXO II.- Contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés *Crassostrea gigas*, cultivado en la boca del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C.. Los números de la derecha representan el error estandar de la media.

PERIODO	EDAD	PROTEINA	LIPIDO	GLUCOGENO	CENIZAS
MUSCULO					
AGO	130	577.7 ± 40.9	28.3 ± 2.1	12.7 ± 4.3	420.9 ± 105
SEPT	158	539.3 ± 11.3	18.5 ± 1.2	39.1 ± 3.8	263.0 ± 31.2
NOV	208	583.6 ± 64.7	54.9 ± 1.5	189.0 ± 18.3	178.7 ± 2.5
ENER	274	641.1 ± 14.2	30.7 ± 0.3	62.2 ± 14	196.1 ± 11
VISCERAS					
AGO	130	533 ± 6.5	55.9 ± 0.6	2.1 ± 0.7	360.9 ± 8.1
SEPT	158	531.4 ± 5.6	54.2 ± 2.2	72.9 ± 5.3	290 ± 2.1
NOV	208	551.8 ± 39.8	63.1 ± 2.5	227.9 ± 19.1	209.1 ± 6.2
ENER	274	484.5 ± 12.4	89.5 ± 8.1	163.9 ± 27	251.1 ± 18.6

ANEXO III.- Contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés *Crassostrea gigas*, cultivado en la boca del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C. Los números de la derecha representan el error estandar de la media.

PERIODO	EDAD	PROTEINA	LIPIDO	GLUCOGENO	CENIZAS
MUSCULO					
AGO	130	18.4 ±2.5	0.9 ±0.1	0.4 ±0.1	12.9 ±2.81
SEPT	158	45.6 ±4.7	1.6 ±0.2	3.4 ±0.6	21.7 ±0.68
NOV	208	192.8 ±82.9	17.3 ±5.9	60.6 ±22.5	43.9 ±25.3
ENER	274	319.9 ±44.5	15.4 ±2.4	32.9 ±11.7	99.7 ±19.1
VISCERAS					
AGO	130	76.3 ±7.9	8.0 ±0.7	0.29 ±0.1	51.5 ±4.32
SEPT	158	139.9 ±7.3	14.2 ±0.5	19.3 ±2.3	76.36 ±4.10
NOV	208	481.6 ±38.1	56.0 ±7.5	198.3 ±14.3	187.3 ±29.7
ENER	274	786.3 ±121	149.9 ±36.1	278.9 ±88.2	399.4 ±35.6

ANEXO IV: Contenido bioquímico por unidad de peso (mg/g tejido seco) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés *Crassostrea gigas*, cultivado en la cabeza del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C. Los números de la derecha representan el error estandar de la media.

PERIODO	EDAD	PROTEINA	LIPIDOS	GLUCOGENO	CENIZAS
MUSCULO					
AGO	130	514.8 ±26.9	32.7 ±4.9	3.6 ±1.6	478.6 ±110
SEPT	158	520.7 ±40.1	26.3 ±0.9	8.1 ±3.5	445.5 ±57.5
NOV	208	557.8 ±4.0	28.5 ±2.4	45.0 ±10.0	371.9 ±102
ENER	274	664.1 ±13.2	31.9 ±0.8	18.2 ±2.4	238.1 ±14.7
VISCERAS					
AGO	130	424.5 ±8.4	48.3 ±1.9	2.6 ±0.2	386.5 ±12.6
SEPT	158	562.7 ±7.8	55.6 ±1.3	6.3 ±1.0	310.6 ±7.1
NOV	208	518.8 ±26.2	53.9 ±3.2	88.1 ±31.5	304.9 ±5.5
ENER	274	492.3 ±8.9	55.1 ±3.9	13.3 ±5.7	375.9 ±15.7

ANEXO V: Contenido bioquímico por individuo (mg/ostión) en el músculo aductor y el resto visceral del ostión japonés *Crassostrea gigas*, cultivado en la cabeza del brazo Bahía Falsa, en Bahía San Quintín, B.C. Los números de la derecha representan el error estandar de la media

PERIODO	EDAD	PROTEINA	LIPIDOS	GLUCOGENO	CENIZAS
MUSCULO					
AGOS	130	6.5 ±1.0	0.4 ±0.03	0.05 ±0.02	6.6 ±2.56
SEPT	158	9.7 ±1.1	0.5 ±0.09	0.16 ±0.08	8.46 ±1.73
NOV	208	36.7 ±5.0	1.9 ±0.4	2.8 ±0.4	24.2 ±6.04
ENER	274	39.2 ±2.9	1.9 ±0.1	1.1 ±0.2	14.1 ±1.81
VISCERAS					
AGOS	130	34.7 ±7.6	3.9 ±0.9	0.20 ±0.02	31.0 ±5.54
SEPT	158	66.3 ±12.8	6.6 ±1.4	0.73 ±0.16	36.8 ±7.49
NOV	208	177.1 ±22.2	18.5 ±2.7	31.7 ±14.3	103.5 ±11.3
ENER	274	134.9 ±20.4	14.8 ±1.3	3.2 ±1.2	104.9 ±22.1