



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
BAJA CALIFORNIA**

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**"EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LAS RESERVAS
ENERGETICAS DEL MITILIDO *Modiolus capax*
CONRAD (1837)
(BIVALVIA: MYTILIDAE)".**



TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA:
MARIA LETICIA MONROY LARA

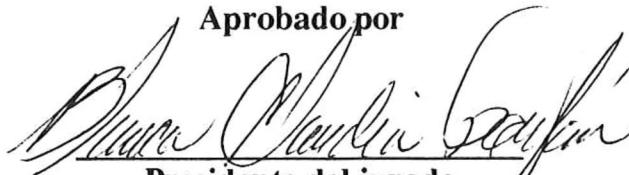
ENSENADA, B.C.

MARZO DE 1994.

**"EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LAS RESERVAS ENERGETICAS
DEL MITILIDO *Modiolus capax* CONRAD (1837)
(BIVALVIA:MYTILIDAE)"**

**T E S I S
QUE PRESENTA
MARIA LETICIA MONROY LARA**


Aprobado por



**Presidente del jurado
M.C. Blanca Claudia Farfán**



**M.C. Antonio Silva Loera
Sinodal Propietario**



**Oc. Eliseo Almanza Heredia
Sinodal Propietario**

Ensenada, Baja California a Marzo de 1994

RESUMEN

En el intervalo de exposición térmica de 1440-1854 días grado se evaluó el efecto de la temperatura en la composición proximal del músculo aductor, manto y tejido somático remanente de adultos totalmente desovados del mitílido *Modiolus capax* Conrad y se probó si un suministro de alimento suficiente para cubrir los requerimientos metabólicos, las reservas existentes podían soportar la producción de gametas maduras. En general, la composición proximal de organismos total (base seca) se ubicó en el intervalo de valores reportados en otros mitílidos. Este fue: proteína 48-58%; carbohidratos 5-18% y lípidos 2-11%. La concentración media de proteínas en carne y músculo fue mayor que en el manto. El porcentaje medio de lípidos fue diferente en los tres tejidos mientras que el de carbohidratos fue semejante. La fluctuación en los porcentajes de proteínas y carbohidratos no estuvo asociada con la temperatura experimental, pero la concentración de lípidos, especialmente en el manto, registró positivo con los días grado de exposición. Los cambios en la razón proteína/carbohidratos y proteína/lípidos de los organismos experimentales y del medio natural sugiere que *Modiolus capax* tiende a acumular mas lípidos que carbohidratos. Al término del período experimental los organismos de prueba y un grupo extraído del medio natural fueron inducidos al desove; invariablemente los organismos respondieron al estímulo secretando mucus y generando corrientes, respuesta típica de una estimulación efectiva, pero en ningun caso ocurrió expulsión de gametos.

DEDICATORIA:

A mis padres Miguel y Luz porque gracias a ellos he llegado a ser lo que soy. Además por darme la vida. Los quiero mucho.

A mis hermanos Santiago, Alejandra y Carmen. Por todo el apoyo que he obtenido de ustedes GRACIAS.

A lety porque me ha tenido confianza y ha creído en mí. Te quiero mucho "BEBITA".

A gabriel por su comprensión y compañía estos últimos cinco años. Además por ser él. GRACIAS TE QUIERO.

AGRADECIMIENTOS

A la M.C. Blanca Claudia Farfán por su confianza y apoyo en la realización de este trabajo.

Al M.C. Antonio Silva Loera y al Oc. Eliseo Almanza por aceptar ser mis sinodales.

Al Oc. Gabriel Correa Reyes por su ayuda incondicional en la terminación de este trabajo.

A Mariela Aide Cuadras, Jorge Lucero y Alejandra Hernandez por su colaboración en el procesamiento y análisis de muestras.

Al Dr. Domenico Voltolina y Biologo Norberto Flores por su ayuda en el mantenimiento de los cultivos de microalgas.

A la Facultad de Ciencias Marinas por enseñarme lo que ahora se. Al CICESE por darme la oportunidad de realizar este trabajo en su institución.

Al Biologo Luz Elena Antillón por su amistad y los momentos tristes y alegres que hemos pasado juntas.

Al Oc. Ernesto Garcia y Elda Mtz. por su amistad incondicional y los momentos que hemos pasado durante toda mi carrera.

A la generación XXXIV "GEBOS" especialmente a los del area de biología "Gabriel, Arturo, Janet, Benjamin, Pablo, Zandra, Guillermo". Por los momentos tan agradables que pasamos en las salidas de campo y también en la escuela.

A todas aquellas personas que aunque no las menciono no dejan de ser importante en mi vida.

INDICE

I.INTRODUCCION.....	1
I.1. OBJETIVO.....	5
II. MATERIALES Y METODOS.	6
II.1. Colecta y pretratamiento de organismos.....	6
II.2. Condiciones experimentales	7
II.3 Condición reproductiva	9
II.4. Análisis de muestras	10
II.5. Balance energético.....	11
II.6. Análisis Estadístico	11
III. RESULTADOS.....	12
III.1 Condiciones experimentales	12
III.2. Morfometría y Crecimiento	17
III.3. Composición Bioquímica	22
III.4. Inducción al desove	32
III.5. Balance energético	32
IV. DISCUSIONES.....	37
V. CONCLUSIONES	43
VI. LITERATURA CITADA	44

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Longitud y peso húmedo inicial de *Modiolus capax* en los tratamientos térmicos (I-IX) y en la muestra de organismos sacrificados al inicio del experimento (CI). a) Longitud en cm; b) Peso húmedo total en g..... 19
- Figura 2. Crecimiento relativo en longitud y peso húmedo total de *Modiolus capax* al término del experimento en los tratamientos térmicos (I-IX): a) Crecimiento relativo en longitud (%); b) Crecimiento relativo en peso húmedo total (%)..... 20
- Figura 3. Índices de condición general, gonadosómico, del manto y del músculo de *M. capax*. Tratamiento térmicos I-IX, muestra inicial (CI) y muestra final (CF). Valores porcentuales (%) se indica media y desviación estándar de: a). Índice de condición general; b) Índice gonadosómico; c) Índice del manto y d). Índice del músculo 23
- Figura 4. Razones de peso seco/ peso húmedo de los organismos experimentales y controles iniciales y finales por: a) Tratamiento; b) Tejido 25
- Figura 5. Variación en la concentración bioquímica de los tejidos (músculo, manto y carne) de *M. capax* a) proteínas; b) carbohidratos y c) lípidos 27

Figura 6. Variación de la constitución bioquímica (base seca) en *M. capax* sometido a nueve tratamientos térmicos (I-IX) y en los controles iniciales y finales (CI, CF). a) Carbohidratos; b) Proteínas en carne y músculo y c) Proteínas en manto30

Figura 7. Variación de la concentración de lípidos en los tres tejidos analizados de *M. capax* sometido a nueve tratamientos térmicos (I-IX) y en los controles inicial y final (CI, CF). a) Lípidos en carne; b) Lípidos en músculo y c) Lípidos en manto.....31

LISTA DE TABLAS

- Tabla I. Tratamientos térmicos a los cuales se sometieron los nueve grupos experimentales de *Modiolus capax*. Se indican los tiempos de exposición (en días) en cada temperatura, así como los días grado acumulados al término del experimento 8
- Tabla II. Calidad del agua en los estanques experimentales. Promedios, correspondientes desviaciones estándar ($\bar{x} \pm s$) de la temperatura (T), salinidad (S‰) y pH del agua antes y después de su renovación diaria (Ra, Rd, respectivamente, valor del estadígrafo de prueba (t) para detectar diferencias entre éstas y los promedios globales ($\bar{x} \pm s$) para cada período de exposición a 20, 24 y 27 °C. n= número de datos; significancia de t: p < 0.05 *, p < 0.01 **, p < 0.001 *** 13
- Tabla III. Días grado de exposición programados ($\sigma^2 = 0$) y los valores reales en los nueve tratamientos térmicos a los que fue sometido *M. capax* 15
- Tabla IV. Resumen de las raciones diarias de *Chaetoceros* sp suministrada a *M. capax* y el consumo total por organismo durante el período experimental en los nueve tratamientos térmicos. Raciones promedio ($\bar{x} \pm s$) en % del peso seco del tejido blando de los organismos. Consumo total en mg y Joules (J) 16

Tabla V. Análisis de varianza de dos vías por sexo y tratamiento para la longitud y peso húmedo total inicial de los especímenes de <i>M. capax</i> en los nueve tratamientos y en la muestra de organismos sacrificados al inicio del experimento (control inicial= CI). a) Longitud (cm); b) Peso húmedo total (g)	18
Tabla VI. Análisis de varianza (una vía) para el crecimiento relativo en longitud y peso húmedo total de <i>M. capax</i> al término del período experimental en los nueve tratamientos térmicos. a) Crecimiento relativo en longitud (%); b) Crecimiento relativo en peso húmedo (%)	21
Tabla VII. Análisis de varianza de tres vías por tratamiento, sexo y tejido para la razón peso seco/ peso húmedo de los especímenes experimentales de <i>M. capax</i> y los controles iniciales y finales	24
Tabla VIII. Análisis de varianza de tres vías por tratamiento, sexo y tejido para la concentración de los constituyentes bioquímicos: a) Proteínas; b) Carbohidratos y c) Lípidos	29
Tabla IX. Contenidos energéticos en Kj de <i>Modiolus capax</i> por tejido y tratamiento experimental (I-IX) y en los controles iniciales y finales (CI, CF)	33
Tabla X. Eficiencia de asimilación del alimento (%), suministrado a <i>Modiolus capax</i> . Cepa <i>Chaetoceros</i> sp.....	34

Tabla XI. Contenidos energéticos en Kj medidos y estimados para *M. capax* con la ecuación de balance energético. Donde ASIM: asimilado; R: Respiración; U: excreción amoniacal; Exc: alimento excedente; CEF: contenido energético final (Kj); PF: peso final (g) y DIF: diferencia entre CEF calculado y CEF medido36

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LAS RESERVAS
ENERGETICAS DEL MITILIDO *Modiolus capax* CONRAD (1837)
(BIVALVIA:MYTILIDAE)”**

I. INTRODUCCION:

En moluscos bivalvos el factor ambiental que más frecuentemente se vincula a los ciclos gametogénicos es la temperatura del agua. Esto es especialmente notable en especies boreo-templadas de amplia distribución geográfica donde el ciclo reproductivo de poblaciones latitudinalmente separadas es predeciblemente diferente, ya que generalmente las poblaciones de aguas más sureñas y cálidas desovan antes que las poblaciones norteñas de aguas más frías (Giese y Pearse, 1974).

Por otra parte aunque la correlación entre ciclos gametogénicos, latitud geográfica y temperatura del agua está ampliamente documentada en una variedad de especies, es difícil demostrar que existe una relación causal simple, ya que junto con el incremento de la temperatura existe una mayor disponibilidad de luz que conduce al incremento en el crecimiento del fitoplancton y consecuentemente a una mayor disponibilidad de alimento en el medio.

Las diferencias temporales en los ciclos reproductivos de poblaciones adyacentes de mitílidos (Newell et al., 1982), así como de fecundidad (Thompson, 1979) y calidad de gametos (Griffits, 1980) han conducido a inferir que éstas son debidas a diferencias en la disponibilidad temporal y calidad del alimento. Estudios recientes donde se han determinado simultáneamente los ciclos reproductivos y de reservas energéticas (proteínas, lípidos y carbohidratos) así como la producción primaria del medio, han podido demostrar que

efectivamente el inicio y duración de la gametogénesis es función de la temperatura del agua siempre que exista una amplia disponibilidad de alimento o de reservas energéticas en el organismo (Emmett *et al.*, 1987).

La interacción entre esos factores exógenos (temperatura y alimento en el medio) y los factores endógenos (reserva de nutrientes, ciclo hormonal y genotipo), variables que determinan la iniciación y duración de las diferentes fases del ciclo aún no está totalmente dilucidada. La mayor parte de la información disponible sobre este tópico es en relación al metabolismo reproductivo. En este tipo de estudios es común encontrar que las especies cuyo ciclo reproductivo es discreto tienen acoplado un ciclo de síntesis, almacenamiento y utilización de reservas energéticas en el tejido somático. En *Mytilus edulis*, *Mytilus galloprovinciales*, *Placopecten magellanicus* y *Pecten maximus*, por ejemplo, la iniciación de la gametogénesis generalmente está precedido por un período de acumulación de reservas, aunque se han encontrado poblaciones en las cuales ambos procesos proceden simultáneamente; (Comely, 1974; Taylor y Venn, 1979; Newell *et al.*, 1982; Thompson y McDonald, 1990).

Los cambios temporales en la constitución bioquímica en los tejidos somático total y gonadal se han estudiado extensamente en poblaciones naturales de pectínidos y mitílidos, aunque estudios detallados de la composición bioquímica y sus cambios en los diferentes tejidos son más escasos. En estos últimos se ha encontrado que en pectínidos el principal sitio de reserva es el músculo aductor mientras que en mitílidos es el manto. En ambos casos el constituyente de reserva es el glucógeno pero también ocurre un importante incremento de lípidos y proteínas. Estos últimos suelen acumularse más

intensamente en la glándula digestiva. A medida que el desarrollo gonadal procede las reservas somáticas decrecen continuamente; en la gametogénesis temprana el glucógeno decae rápidamente y durante vitelogenesis lípidos y proteínas. Estos cambios siempre están acompañados de un continuo incremento de lípidos y proteínas en la gónada (principales constituyentes de los productos sexuales) lo cual indica una importante movilización y transformación de los recursos energéticos (Bayne, 1976; Barber y Blake, 1990). Los estudios en compartimentalización energética con radio trazadores realizados por Sastry y Blake (1971) y por Barber y Blake (1985) en *Argopecten irradians* y de Bayne, Gabbott y Widdows (1973) en *Mytilus edulis* han confirmado lo anterior.

Son muy pocos los estudios que en condiciones controladas han evaluado el efecto de la temperatura y la disponibilidad del alimento sobre la gametogénesis. Los estudios más exhaustivos se han realizado en *Argopecten irradians* (Sastry, 1966, 1968, 1970) y en *Mytilus edulis* (Bayne y Thompson, 1970; Bayne, 1973; Gabbott y Bayne, 1973). En el primer caso el autor colectó escalopas en diferentes épocas del año y los sometió a 15, 20, 25 y 30 °C con y sin suministro de alimento, encontrando que la diferenciación de gametos solo puede iniciarse a temperaturas mayores a 20 °C, siempre que haya disponibilidad de alimento en el medio, de lo contrario las células gaméticas se reabsorven. Por otra parte, si la gametogénesis ya está en proceso ésta continúa hasta la maduración incluso en condiciones de inanición siendo la tasa de maduración función de la temperatura de exposición. Esta situación, concluye, obedece a que la gametogénesis solo puede iniciarse al existir un umbral de reservas energéticas en el organismo, mismos que le permiten continuar el proceso en condiciones adversas. Los estudios en *M. edulis* se realizaron en un marco experimental

semejante y sus resultados concuerdan con los reportados para *A. irradians*.

Los resultados anteriores tienen importantes connotaciones para las operaciones de cultivo ya que si la gametogénesis se desea inducir en organismos provenientes del medio natural, es prerequisite la existencia de un umbral de reservas, mismo que en condiciones naturales puede requerir de varios meses, especialmente en ambientes donde la temperatura y la concentración de alimento decae ostensiblemente después de ocurrido el desove.

Esta pudiera ser la condición de las poblaciones del mitílido *Modiolus capax* del norte de California ya que su desove principal ocurre a fines del verano cuando la temperatura del agua y la concentración de alimento empieza a decrecer (Serrano-Guzman, 1992). Garza-Aguirre (1987) reporta que los índices de condición gonadosómicos se mantienen bajos durante otoño y la mayor parte del invierno, iniciándose su recuperación hasta fines de febrero cuando los procesos gametogénicos también se aceleran. Aunque en ese estudio se encontró que después del desove principal la gametogénesis se reinicia rápidamente y los organismos continúan desovando, aunque con baja intensidad, en un estudio posterior Espinoza-Peralta (1987) no encontró evidencia histológica de re-desarrollo gónadico. Esta discrepancia se atribuyó a posibles diferencias interanuales en la disponibilidad de alimento.

I.1. OBJETIVOS

- Definir si en el intervalo térmico de 1400 a 1854 días grado y con alimento equivalente a los requerimientos metabólicos del mitílido, las reservas existentes en organismos totalmente desovados pueden soportar la producción de gametos maduros.
- Determinar el efecto de la temperatura en la composición proximal del músculo aductor, manto y tejido somático remanente.

II. MATERIALES Y METODOS

II.1. Colecta y pretratamiento de organismos:

Se colectaron 360 organismos adultos de la población natural de *Modiolus capax* de Bahía de los Angeles, Baja California (28 53'33" N, 113 31'30" W) durante el verano, período en que la madurez sexual de la especie es máxima (Garza-Aguirre, 1987). Los especímenes fueron transportados en sacos de ixtle húmedos al laboratorio de Acuicultura del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior (CICESE).

Posterior a la remoción de epibiontes y marcado individual de los organismos (pintura plástica o grabado), éstos se colocaron en un estanque de fibra de vidrio de 600 l con flujo abierto de agua (20 °C, 33‰) permitiendo un período de 48 horas para su recuperación. Una vez concluido éste, los organismos fueron alimentados en la modalidad de flujo continuo con la microalga *Chaetoceros* sp en raciones diarias (peso seco) de 50 mg organismo⁻¹. Las condiciones de mantenimiento fueron además flujo cerrado de agua con cambios y limpieza del estanque diarios, 20 °C y aireación continua.

Antes de dar inicio al experimento todos los organismos fueron inducidos al desove. Esta operación se realizó de acuerdo a la metodología descrita para la especie por Orduña Rojas y Farfán (1991). Los desoves se realizaron en grupos de 20-25 organismos verificándose que éste, de ocurrir, fuera total, e identificándose el sexo de cada espécimen. En total se desovaron 320 organismos, 138 desovaron, 63 fueron hembras y 75 machos.

Una vez concluida la inducción al desove, los organismos fueron trasladados a acuarios de 30 l (flujo abierto de agua y sin alimento) donde permanecieron por un período de 48 horas para su recuperación. Posteriormente y

hasta el inicio del experimento se colocaron en un estanque de 600 l aplicando las condiciones de mantenimiento descritas con anterioridad.

II.2. Condiciones experimentales

De acuerdo a los objetivos planteados, se formaron nueve grupos experimentales con 20 organismos cada uno. En todos los grupos se incluyó un mínimo de 5 hembras y 5 machos, los cuales fueron tomados en forma aleatoria del conjunto de organismos sexados durante la inducción al desove. La veintena de organismos por grupo se completó con los organismos que no respondieran al estímulo; la inclusión de éstos también fue aleatoria.

El tratamiento térmico al cual fue sometido cada grupo experimental se consigna en la tabla I. De acuerdo a ésta, tres grupos se mantuvieron durante todo o la mayor parte del período experimental (70 días) a una única temperatura (20, 24, ó 27 °C). Los seis grupos restantes fueron expuestos a dichas temperaturas en forma secuencial y por un período limitado. En la tabla I se definen los tiempos de exposición a cada temperatura y el número de días grado acumulados al término del período experimental. Solo en dos tratamientos el número total de días grado fue semejante (1679-1680; grupos IV y VI); para el resto la diferencia mínima fue de 30 días grado.

Para alojar a los grupos experimentales, se utilizaron tres estanques de fibra de vidrio de 600 l de capacidad. Los regímenes térmicos de 24 y 27 ± 1 °C se controlaron utilizando calentadores de inmersión. El regimen de 20 °C corresponde a la temperatura ambiente en el laboratorio. Cada grupo experimental se colocó en una canasta Nestlier etiquetada. Los tres estanques estaban provistos con aireación continua y flujo cerrado de agua. La renovación de ésta y limpieza de los estanques se realizó diariamente.

Tabla I.- Tratamientos térmicos a los cuales se sometieron los nueve grupos experimentales de *Modiolus capax*. Se indican los tiempos de exposición (en días) en cada temperatura, así como los días grado acumulados al término del experimento.

GRUPOS EXPERIMENTALES	REGIMENES TERMICOS			DIAS GRADOS
	20 °C	24 °C	27°C	
I	1-70			1400
II	1-36	36-70		1536
III	1-36	36-48	48-70	1602
IV	1-22	22-41	41-70	1679
V	1-22	22-32	32-70	1712
VI		1-70		1680
VII		1-36	36-70	1782
VIII		1-22	22-70	1824
IX		1-12	12-70	1854

Como medida de control de la calidad del agua en los estanques, diariamente se midió la temperatura con un termómetro de cubeta, la salinidad con un refractómetro y el pH con el potenciómetro digital (precisiones ± 0.1 °C, $\pm 2\%$, 0.01 unidades de pH). El control de las variables se realizó antes y después de renovar el agua.

La ración alimenticia diaria a suministrar fué el equivalente al 3.5 ± 0.5 % del peso seco del tejido blando de los organismos. Este valor correspondió al peso seco promedio de la carne de 10 mejillones ($1520 \text{ mg organismo}^{-1}$). El secado de las muestra se hizo a 60 °C por 24 horas. Únicamente se proporcionó la microalga *Chaetoceros* sp. Esta cepa es la que se cultiva rutinariamente en el laboratorio de Acuicultura del CICESE. La cepa es resistente a temperaturas altas y las técnicas para su cultivo masivo están definidas así como sus características bioquímicas. El peso seco de la cepa fue de $54.13 \mu\text{g} \times 10^6$ células y los porcentajes de

carbohidrato, proteínas y lípidos en base seca reportados por López-Elias y Voltolina (1993) son 9.5, 35.9 y 14.1 %, respectivamente.

Debido a la cantidad tan alta de alimento a suministrar a los estanques experimentales ésta se proporcionó en flujo continuo; para ello se colocó sobre los estanques reservorios de alimento provistos con una llave de paso para regular el flujo. Para estimar la cantidad de alimento consumida, antes de renovar el agua de los estanques se registró el volumen de agua y se tomó una muestra para determinar su concentración celular. También se midió el volumen y densidad celular del alimento remanente en los reservorios. Las concentraciones celulares se midieron indirectamente; densidades superiores a $400 \times 10^3 \text{ cel ml}^{-1}$ se determinaron espectrofotométricamente, densidades menores por fluorescencia. Las densidades celulares estimadas con las curvas de calibración. (transmitancia o fluorescencia vs concentración celular) ocasionalmente se verificaron mediante conteos directos de las muestras en hematocitómetro. Invariablemente los resultados fueron semejante.

II.3. Condición reproductiva.

Como medida de control de la condición reproductiva de los organismos al inicio del experimento, del conjunto de organismos inducidos al desove se tomaron 20 especímenes, y se congelaron para su posterior análisis. También como punto de referencia de la condición reproductiva de *M. capax* en el medio natural, al término del período experimental (70 días) se colectaron 40 organismos en San Felipe B. C., las cuales al igual que los organismos de los nueve grupos experimentales fueron inducidos al desove.

II.4. Análisis de muestras.

Al iniciar y finalizar el experimento los especímenes de cada grupo fueron medidos y pesados; las dimensiones de la concha (alto, ancho y largo) se midieron con un vernier de precisión ± 0.1 mm, y el peso húmedo total se determinó en una balanza con precisión ± 0.001 g.

Al concluir el experimento y después de realizar la inducción al desove de los organismos, éstos se sacrificaron disectándose gónada, manto, músculo aductor y tejido blando remanente. Estos elementos fueron pesados (± 0.001 g) individualmente. Con el fin de reducir el número de muestras a analizar, de cada grupo experimental y de los grupos controles se prepararon muestras compuestas (1 a 3 organismos) por cada sexo y tipo de tejido. Las muestras compuestas una vez maceradas con un homogenizador de aspas marca VIRTIS "45", fueron subdivididas para determinar el peso seco, peso orgánico seco por diferencia gravimétrica después de la incineración (470 °C por 12 horas) y constituyentes proximales.

Para el análisis de los constituyentes proximales se utilizaron los siguientes métodos: proteínas y carbohidratos de acuerdo a Lowry *et al* (1951) y Dubois *et al* (1956), respectivamente, ambos con las modificaciones mencionadas en Cordero Esquivel *et al.* (1994); los lípidos se extrajeron y midieron según se describe en Bligh y Dryer (1959).

El contenido energético total de los organismos (Kj) se estimó apartir de los valores promedio de la constitución bioquímica de cada tejido utilizando los factores de conversión de Parsons *et al* (1984) (17.5 Kjg⁻¹ carbohidratos, 23.9 Kjg⁻¹ proteína y 39.5 Kjg⁻¹ lípidos).

II.5. Balance Energético

Para cada tratamiento se estimó el presupuesto energético o EPC en Kj utilizando la ecuación básica de balance energético:

$$EPC = (C*A)-R-U$$

donde C corresponde al consumo de alimento registrado en cada tratamiento, A es la eficiencia de asimilación del alimento suministrado la cual en este trabajo fue medida semanalmente según la técnica de Conover (1966), R es la respiración y U la excreción amoniacal. Los valores de U y R se tomaron de Rico-Mora (1987) quien determinó el efecto de la temperatura sobre las tasas fisiológicas de *M. capax*.

II.6. Análisis Estadístico

La principal herramienta estadística fue el análisis de varianza multiple (Soakal y Rohlf, 1981). El procesamiento de los datos se hizo con el paquete estadístico STATGRAPHICS versión 4 para microcomputadora.

III. RESULTADOS

III.1. Condiciones experimentales

Las fluctuaciones de la calidad del agua en términos de temperatura, salinidad y pH en los estanques de experimentación se resumen en la Tabla II. Para cada período de exposición térmica (20, 24 y 27 °C) y según el régimen pre-establecido para cada grupo o tratamiento experimental (Tabla I), la Tabla II consigna los promedios y correspondientes desviaciones estándar de dichas variables antes y después de los cambios diarios de agua. También contiene el valor del parámetro "t" de la prueba T Student (Sokal y Rollf, 1981) que define si éstos fueron estadísticamente diferentes. Como puede apreciarse, las variaciones en salinidad y pH antes y después de los cambios de agua fueron mínimas, no detectándose diferencias significativas entre éstas en ninguno de los tratamientos, más aún, a lo largo de los 70 días de experimentación en los nueve tratamientos éstas se mantuvieron en $33 \pm 1\%$ y 7 ± 1.0 unidades de pH.

La Tabla II también muestra que se mantuvo un estricto control en la temperatura del agua en los regímenes de 24 y 27 °C. El precalentamiento del agua y uso continuo de calentadores de inmersión permitieron mantener una variabilidad mínima (± 1 °C). A 20 °C ó temperatura ambiental del laboratorio, como era de esperarse el control fue menos estricto. Las fuentes de variación fueron los cambios de agua (veáse pruebas t student) la época del año y el volumen de agua en el estanque. Con respecto a estas dos ultimas fuentes, en las series de tiempo (no incluídas) las fluctuaciones mas importantes en la temperatura del agua coinciden con el traslado de los organismos a estanques de 60 l a partir del día 43 de experimentación, y el descenso en la temperatura ambiente típica de mediados de noviembre, mes en que se realizó esta operación.

Tabla II. Calidad del agua en los estanques experimentales. Promedios, correspondientes desviaciones estándar ($\bar{x} \pm s$) de la temperatura (T), salinidad (S‰) y pH del agua antes y después de su renovación diaria (Ra, Rd, respectivamente, valor del estadígrafo de prueba (t) para detectar diferencias entre éstas y los promedios globales ($\bar{\chi} \pm s$) para cada período de exposición a 20, 24 y 27 °C. n= número de datos; significancia de t: p < 0.05 *, p < 0.01 ** y p < 0.001 ***.

Trat.	TEMPERATURA 20 °C				TEMPERATURA 24 °C				TEMPERATURA 27 °C				
		$\bar{\chi} \pm s$	t	$\bar{\chi} \pm s$	n	$\bar{\chi} \pm s$	t	$\bar{\chi} \pm s$	n	$\bar{\chi} \pm s$	t	$\bar{\chi} \pm s$	n
I	Ra T	21.784 ± 1.05			70								
	Rd T	19.343 ± 0.77	-15.119 ***	20.573 ± 0.92									
	Ra S‰	32.846 ± 1.19											
	Rd S‰	32.956 ± 1.29	0.508	32.902 ± 1.24									
	Ra pH	7.833 ± 0.28											
	Rd pH	7.713 ± 0.32	-2.258 *	7.773 ± 0.30									
II	Ra T	22.340 ± 0.58			36	23.842 ± 0.48			34				
	Rd T	19.914 ± 0.28	22.012 ***	21.144 ± 0.46		23.748 ± 0.95	-0.487	23.795 ± 0.75					
	Ra S‰	33.014 ± 1.19				32.600 ± 1.16							
	Rd S‰	33.270 ± 1.16	0.9005	33.140 ± 1.18		32.383 ± 1.26	-0.693	32.492 ± 1.21					
	Ra pH	7.840 ± 0.28				7.783 ± 0.31							
	Rd pH	7.747 ± 0.32	-1.276	7.794 ± 0.30		7.736 ± 0.30	-0.572	7.759 ± 0.31					
III	Ra T	22.367 ± 0.56			36	23.780 ± 0.49			12	26.766 ± 0.37			22
	Rd T	19.912 ± 0.28	22.651 ***	21.139 ± 0.45		23.430 ± 0.96	-1.018	23.605 ± 0.77		27.119 ± 1.07	1.423	26.9 ± 0.80	
	Ra S‰	33.014 ± 1.21				32.700 ± 1.31				32.675 ± 1.18			
	Rd S‰	33.270 ± 1.16	0.885	33.148 ± 1.19		32.050 ± 0.98	-1.250	32.375 ± 1.16		32.775 ± 1.38	0.245	32.725 ± 1.28	
	Ra pH	7.855 ± 0.27				7.770 ± 0.25				7.795 ± 0.37			
	Rd pH	7.747 ± 0.32	-1.509	7.801 ± 0.29		7.600 ± 0.29	-1.403	7.685 ± 0.271		7.580 ± 0.29	-2.030 *	7.687 ± 0.33	
IV	Ra T	22.357 ± 0.71			22	23.794 ± 0.31			19	26.760 ± 0.35			29
	Rd T	20.004 ± 0.29	13.916 ***	21.181 ± 0.54		23.811 ± 0.79	0.080	23.803 ± 0.61		27.007 ± 0.99	1.174	26.886 ± 0.75	
	Ra S‰	33.166 ± 1.43				32.736 ± 0.85				33.660 ± 1.22			
	Rd S‰	33.0390 ± 1.26	0.535	33.278 ± 1.35		32.578 ± 1.09	-0.494	32.657 ± 0.98		32.740 ± 1.24	0.229	32.700 ± 1.23	
	Ra pH	7.842 ± 0.32				7.626 ± 0.28				7.776 ± 0.34			
	Rd pH	7.947 ± 0.21	1.264	7.895 ± 0.27		7.710 ± 0.29	0.888	7.668 ± 0.29		7.592 ± 0.28	-2.069 *	7.684 ± 0.31	
V	Ra T	23.357 ± 0.75			22	23.780 ± 0.23			10	26.770 ± 0.35			38
	Rd T	20.004 ± 0.29	13.916 ***	21.181 ± 0.54		24.230 ± 0.17	-1.9727	24.005 ± 0.20		26.880 ± 0.96	-0.596	26.832 ± 0.72	
	Ra S‰	33.166 ± 1.43				32.750 ± 0.82				32.545 ± 1.16			
	Rd S‰	33.0390 ± 1.26	0.535	33.278 ± 1.35		33.000 ± 0.85	-0.667	32.815 ± 0.84		32.681 ± 1.17	0.217	32.613 ± 1.17	
	Ra pH	7.842 ± 0.32				7.640 ± 0.24				7.771 ± 0.6			
	Rd pH	7.947 ± 0.21	1.264	7.895 ± 0.27		7.640 ± 0.23	0	7.640 ± 0.23		7.565 ± 0.28	2.580	7.668 ± 0.31	

CONTINUACION TABLA II

Trat.	TEMPERATURA 20 °C				TEMPERATURA 24 °C				TEMPERATURA 27 °C			
	$\bar{x} \pm s$	t	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	t	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	t	$\bar{x} \pm s$	n
VI	Ra T				23.823 ± 0.42			70				
	Rd T				23.866 ± 0.88	0.3596	23.845 ± 0.69					
	Ra S‰				32.630 ± 1.15							
	Rd S‰				32.777 ± 1.22	-0.259	32.804 ± 1.18					
	Ra pH				7.833 ± 0.33							
	Rd pH				7.772 ± 0.33	-1.043	7.802 ± 0.33					
VII	Ra T				23.800 ± 0.42			36	26.810 ± 0.34			34
	Rd T				23.960 ± 0.81	1.0252	23.880 ± 0.65		27.003 ± 1.00	0.9658	26.911 ± 0.76	
	Ra S‰				33.020 ± 1.12				32.650 ± 1.21			
	Rd S‰				33.110 ± 1.08	0.3255	33.070 ± 1.10		32.510 ± 1.29	-0.4128	32.583 ± 1.25	
	Ra pH				7.848 ± 0.28				7.790 ± 0.33			
	Rd pH				7.794 ± 0.36	-0.7005	7.821 ± 0.32		7.590 ± 0.26	-2.547 **	7.692 ± 0.29	
VIII	Ra T				23.840 ± 0.48			22	26.821 ± 0.35			48
	Rd T				23.852 ± 1.02	0.049	23.846 ± 0.81		26.998 ± 0.88	1.2217	26.911 ± 0.68	
	Ra S‰				33.190 ± 1.31				32.693 ± 1.07			
	Rd S‰				33.214 ± 1.24	0.0602	33.202 ± 1.28		32.681 ± 1.32	-0.0444	32.687 ± 1.19	
	Ra pH				7.966 ± 0.19				7.738 ± 0.33			
	Rd pH				7.942 ± 0.31	-0.2992	7.954 ± 0.26		7.600 ± 0.27	-2.1611 *	7.669 ± 0.30	
IX	Ra T				23.833 ± 0.39			12	26.845 ± 0.33			58
	Rd T				23.708 ± 1.33	-0.3110	23.771 ± 0.94		27.132 ± 1.02	1.892	26.993 ± 0.77	
	Ra S‰				33.166 ± 0.81				32.774 ± 1.14			
	Rd S‰				33.375 ± 1.05	0.5458	33.271 ± 0.93		32.715 ± 1.30	-0.2424	32.745 ± 1.22	
	Ra pH				7.975 ± 0.24				7.764 ± 0.32			
	Rd pH				8.008 ± 0.35	0.2741	7.991 ± 0.29		7.609 ± 0.29	-2.596 **	7.686 ± 0.30	

Como consecuencia de las variaciones en la temperatura del agua, el número efectivo de días grado de exposición de los grupos experimentales se modificó ligeramente con respecto a los días grado pre-estimados con $\sigma^2 = 0$ (Tabla III).

Tabla III.- Días grado de exposición programados ($\sigma^2 = 0$) y los valores reales en los nueve tratamientos térmicos a los que fué sometido *Modiolus capax*.

Tratamiento	Días grado programados	Días grado experimentación
I	1400	1440
II	1536	1570
III	1602	1637
IV	1679	1710
V	1712	1745
VI	1680	1669
VII	1782	1774
VIII	1824	1816
IX	1854	1850

En la Tabla IV se resume la información de las raciones alimenticias proporcionadas y el consumo de alimento estimado en cada tratamiento a lo largo del período experimental. En promedio, las raciones diarias suministradas (% de peso seco del tejido blando de los organismos) fluctuaron de 2.57 a 3.70 %; solo en los tratamientos VI, VIII y IX la ración suministrada fue menor a la pre-fijada (3.5 ± 0.5 %). Las raciones diarias suministradas a cada tratamiento puede considerarse fueron consumidas en su totalidad ya que el alimento sobrante

generalmente fue igual o menor al 1 % del alimento suministrado. El consumo de alimento mínimo y máximo a lo largo del período experimental fue 3123.72 y 3958.43 mg. organismo⁻¹ (grupos IX y V, respectivamente), es decir consumieron entre 2.0 y 2.5 veces su propio peso seco (en promedio 1520 mg).

Tabla IV.- Resumen de las raciones diarias de *Chaetoceros* sp suministrada a *M capax* y el consumo total por organismo durante el período experimental en los nueve tratamientos térmicos. Raciones promedio ($\bar{x} \pm S$) en % del peso seco del tejido blando de los organismos. Consumo total en mg y Joules (J).

Tratamiento	Racion % $\bar{X} \pm S$	Consumo total mg/org	Consumo total joules/org.
I	3.71 ± 0.96	3516.00	55.13
II	3.40 ± 0.92	3741.92	58.67
III	3.38 ± 0.93	3714.93	58.25
IV	3.19 ± 0.89	3633.28	56.97
V	3.15 ± 0.86	3958.43	62.07
VI	2.88 ± 1.04	3296.66	51.69
VII	2.98 ± 0.85	3680.58	57.71
VIII	2.67 ± 0.92	3309.03	51.88
IX	2.57 ± 0.89	3123.72	48.98

III.2. Morfometria y Crecimiento

La longitud promedio de los organismos en los grupos experimentales y en el grupo control (organismos sacrificados al inicio del experimento) se ubicaron entre 5.61 y 6.86 cm. El análisis de varianza realizada (Tabla Va) no detectó diferencias en longitud asociadas al sexo de los organismos (hembras y machos) pero reportó diferencias significativas entre tratamientos. En la figura 1a se puede apreciar que la longitud media en el grupo II fue significativamente mayor que en los otros tratamientos y que las longitudes medias de los grupos VI, VIII y IX fueron menores a las del grupo control. En términos del peso húmedo total inicial tampoco se encontraron diferencias asociadas al sexo de los especímenes y entre tratamientos se observa una tendencia similar a la de las longitudes (Tabla Vb, Fig. 1b).

Al término de los 70 días de experimentación en todos los tratamientos se registró crecimiento en longitud (0.11 - 0.27 mm) y en peso húmedo total (3.86 - 5.17 g). Debido a la inhomogeneidad en longitud y peso inicial de los organismos entre tratamientos el crecimiento se estandarizó (incremento en peso o longitud sobre peso o longitud inicial). Así con respecto al tamaño inicial los incrementos en longitud variaron de 1.55 a 5.08 %, mientras que el incremento relativo en peso húmedo total fue de 13.07 a 22.40 %. Los análisis de varianza correspondientes (Tabla VIa y b; Fig. 2a y b) detectaron diferencias significativas debidas al tratamiento en ambas variables. El crecimiento relativo en longitud mostró cierta tendencia a incrementarse con el número de días grado de exposición efectiva; la correlación lineal entre estas variables fue alta ($r^2= 0.77$). El crecimiento relativo en peso húmedo total solo fue significativamente diferente (menor) entre los tratamientos I y III y entre los grupos VI y VIII.

Tabla V.- Análisis de varianza de dos vías por sexo y tratamiento para la longitud y peso húmedo total inicial de los especímenes de *M. capax* en los nueve tratamientos y en la muestra de organismos sacrificados al inicio del experimento (control inicial=CI). a) Longitud (cm); b) Peso húmedo total (g).

a) Longitud (cm)

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l.	Cuadrado medio	F	Nivel sign.
Efectos principales	22.8547	11	2.0737	13.183	0.0000
Sexo	0.0937	1	0.2528	0.161	0.4459
Tratamiento	22.8547	9	2.5306	16.088	0.0000
Interacción 2-Factor					
Sexo vs Tratamiento	1.7054	9	0.1894	1.223	0.2823
Residuo	32.0722	207	0.1549		
TOTAL	56.6324	226			

b) Peso Humedo (g)

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l.	Cuadrado medio	F	Nivel sign.
Efectos principales	3905.7642	11	390.5764	13.0734	0.0000
Sexo	30.2854	1	30.2454	1.065	0.3033
Tratamiento	3895.8382	9	432.8709	15.221	0.0000
Interacción 2-factor					
Sexo vs Tratamiento	277.4955	9	30.8328	1.084	0.3759
Residuo	5744.8137	202	28.4396		
TOTAL	9928.0735	221			

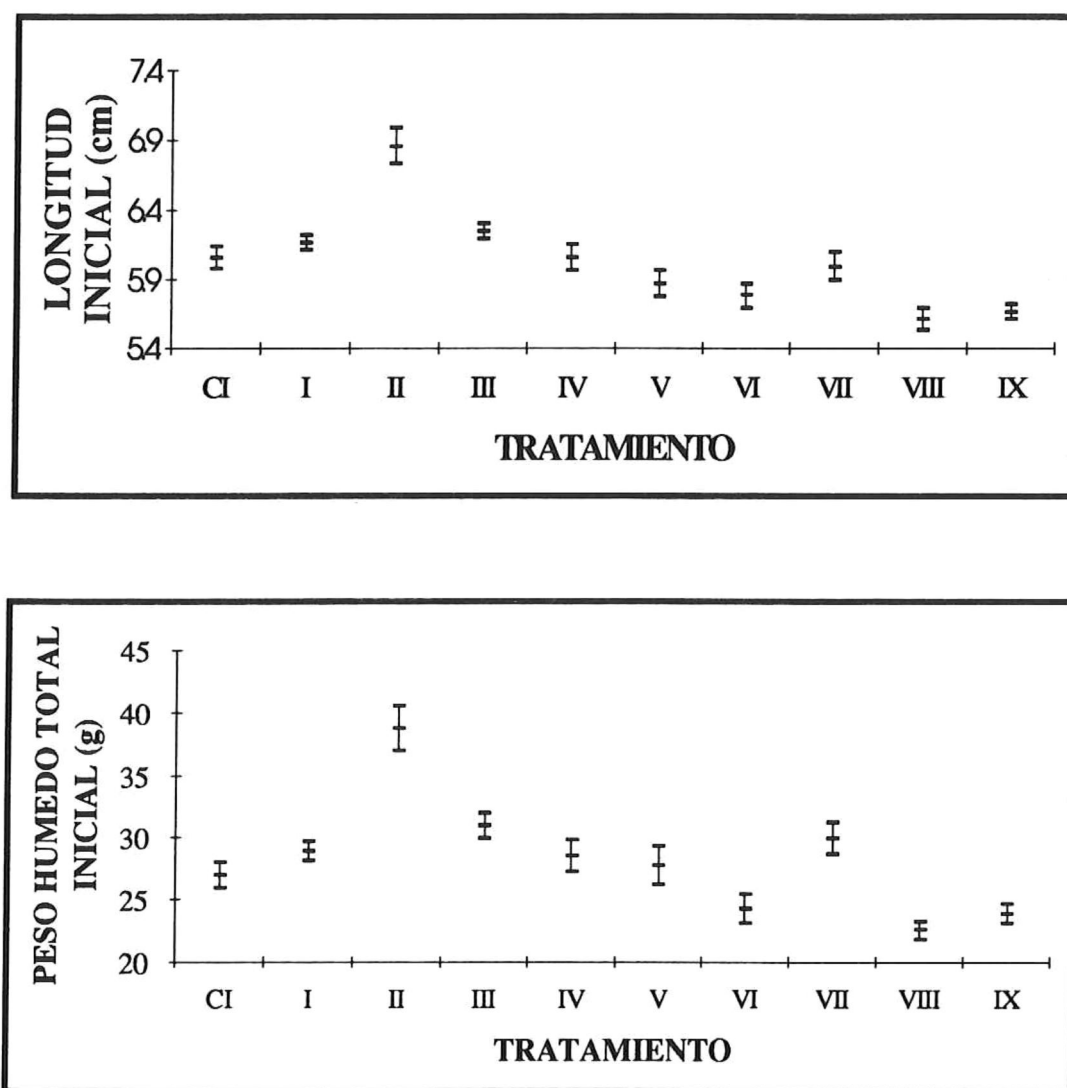


Figura 1. Longitud y peso húmedo inicial de *M. capax* en los tratamientos térmicos (I-IX) y en la muestra de organismos sacrificados al inicio del experimento (CI). a) Longitud en cm; b) peso húmedo total en g.

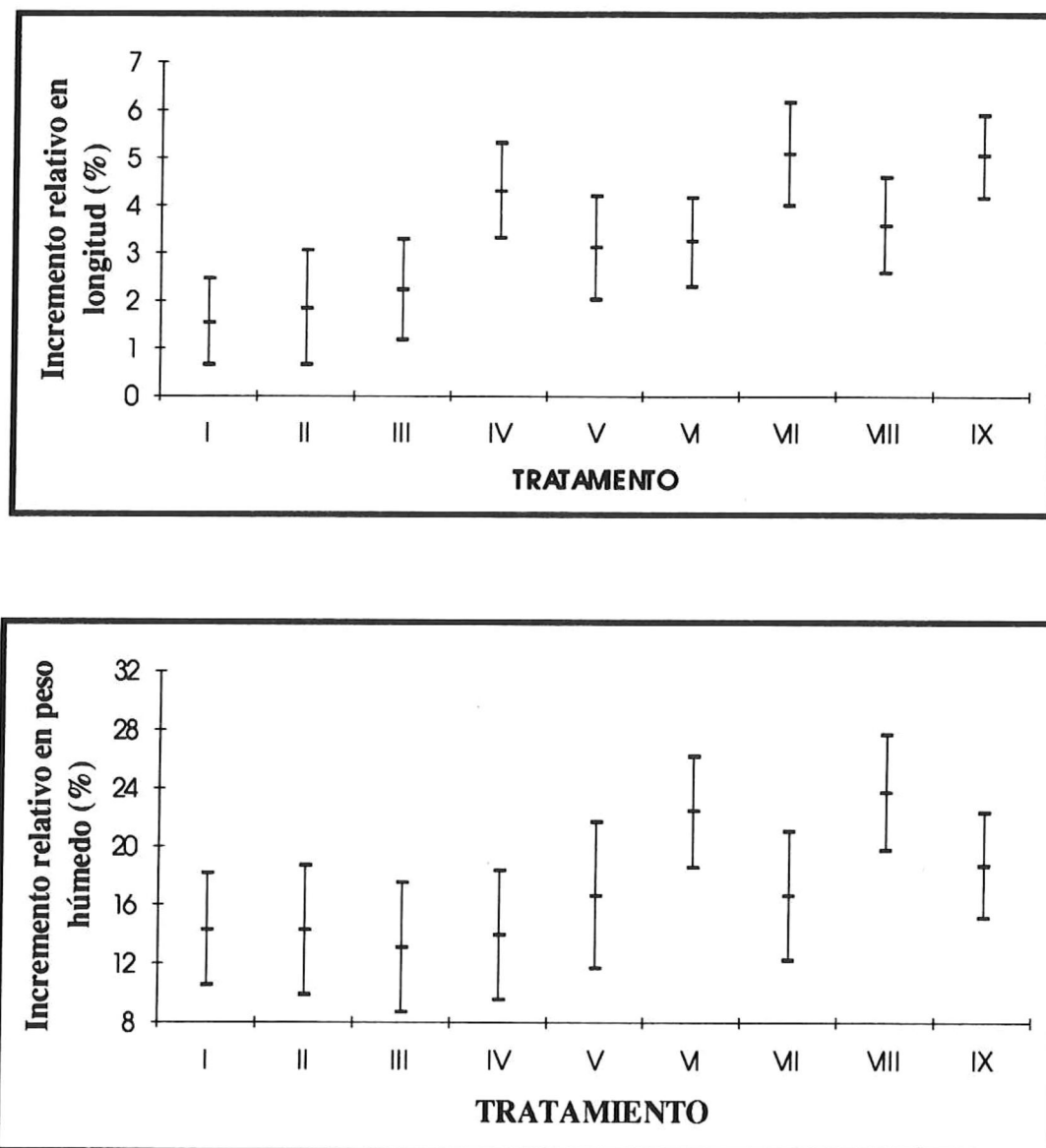


Figura 2.- Crecimiento relativo en longitud y peso húmedo total de *M. capax* al término del experimento en los tratamientos térmicos (I-IX). a) crecimiento relativo en longitud (%); b) crecimiento relativo en peso húmedo total (%).

Tabla VI.- Análisis de varianza (una vía) para el crecimiento relativo en longitud y peso húmedo total de *M. capax* al término del período experimental en los nueve tratamientos térmicos. a) Crecimiento relativo en longitud (%); b) Crecimiento relativo en peso húmedo (%).

a). Crecimiento relativo en longitud (%).

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l.	Cuad. medio	F	Nivel Sign.
Entre grupos	277.6714	8	34.7089	6.780	0.0000
Dentro grupos	870.2344	170	5.1190		
TOTAL	1147.9059	178			

b).- Crecimiento relativo en peso húmedo total (%).

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l.	Cuad. medio	F	Nivel sign.
Entre grupos	2515.3090	8	314.4135	3.509	0.0009
Dentro grupos	15590.9880	174	89.6033		
TOTAL	18106.2970	182			

En pruebas realizadas con los pesos húmedos absolutos finales del tejido blando y sus componentes (músculo, mesosoma, manto y tejido blando remanente o carne) no se detectaron diferencias asociadas al sexo de los organismos, pero entre tratamientos invariablemente los grupos experimentales II y IX registraron los pesos máximo y mínimo (análisis no incluidos). Debido a que estos resultados pudieron estar vinculados al tamaño de los organismos, se optó por estimar el peso relativo de los diferentes tejidos con respecto al peso húmedo total del tejido blando. A estos valores se les denominó índice gonadosómico, índice del manto e índice del músculo. También se estimó un índice de condición general basado en la razón del peso húmedo del tejido blando total y la longitud del organismo.

Los análisis de varianza por sexo y tratamiento realizados con esos índices en ningún caso detectaron diferencias por el sexo de los individuos o por la interacción de los efectos principales. En cuanto a las diferencias debidas al tratamiento, el índice de condición volvió a presentar el patrón encontrado con los pesos húmedos absolutos, es decir, valores máximos y mínimos en los grupos II y IX, respectivamente, y entre éstos un gradiente negativo de valores medios con respecto a la muestra inicial (Fig. 3a), sin embargo, solo el grupo IX fue significativamente diferente (menor). El índice de condición del control final (organismos colectados del medio natural al final del experimento) fue significativamente mayor.

El índice gonadosómico (Fig. 3b) fue en general bajo (promedios ≤ 4.0 %); con respecto a la muestra inicial solo los tratamientos II, III, IV y VII mostraron una mejora significativa. Los índices gonadosómicos menores fueron los de los tratamientos extremos (I y IX). El índice del manto (Fig. 3c) fue en todos los tratamientos y control final significativamente mayor que en la muestra inicial. Para el índice del músculo (Fig. 3d) no se tienen los datos de control inicial; con respecto al control final no hubo diferencias significativas.

III.3. Composición bioquímica

La razón peso seco/peso húmedo de las muestras utilizadas en los análisis proximales (% peso seco) registró diferencias significativas debidas al tipo de tejido y tratamiento (Tabla VII). En el manto dicha razón fue mayor que en el músculo o la carne. Con respecto a los tratamientos, en ambos controles y en el

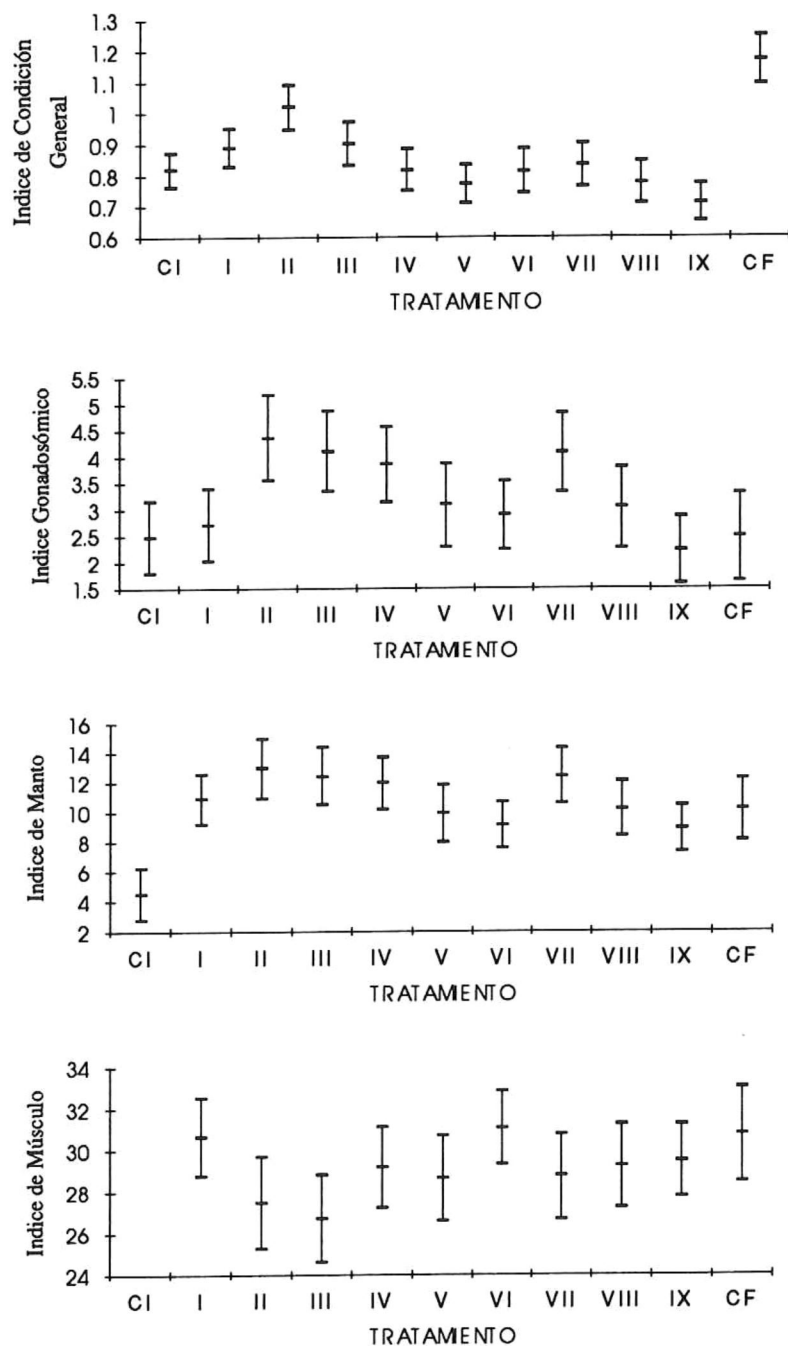


Figura 3.- Índices de condición general, gonadosómico, del manto y del músculo de *M. capax*. Tratamientos térmicos I - IX, muestra inicial (CI) y muestra final (CF). Valores porcentuales (%) se indica media y desviación estándar de: a) Índice de condición general; b) Índice gonadosómico; c) Índice del manto y d) Índice del músculo.

tratamiento I los porcentajes fueron significativamente mayores (Fig. 4a y b). Esto obedeció a que dichas muestras, así como las muestras de manto y músculo del tratamiento IX, se analizaron varios meses después, consecuentemente durante el prolongado congelamiento perdieron significativas cantidades de humedad.

Tabla VII. Análisis de varianza de tres vías por tratamiento, sexo y tejido para la razón peso seco/peso húmedo de los especímenes experimentales de *Modiolus capax* y los controles iniciales y finales.

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l.	Media cuad.	F	Nivel sign.
Efectos principales	7.3594	12	0.6132	33.007	0.0000
Tratamiento	4.7479	9	0.5275	28.392	0.0000
Sexo	0.0032	1	0.0032	0.174	0.6815
Tejido	1.9617	2	0.9808	52.789	0.0000
Residuo	3.4931	188	0.0185		
Total	10.8526	200			

Debido a lo antes expuesto, en estos casos los pesos secos totales de los diferentes tejidos, valores que posteriormente se utilizaron en los cálculos del contenido energético, se estimaron con el promedio global (por tejido) de la razón peso seco/peso húmedo medido en los tratamientos restantes. Es importante destacar que dichas razones se ubican en el intervalo reportado en otros estudios reproductivos y fisiológicos en *M. capax* (Garza-Aguirre, 1987; Rico-Mora, 1987; Espinoza-Peralta, 1989).

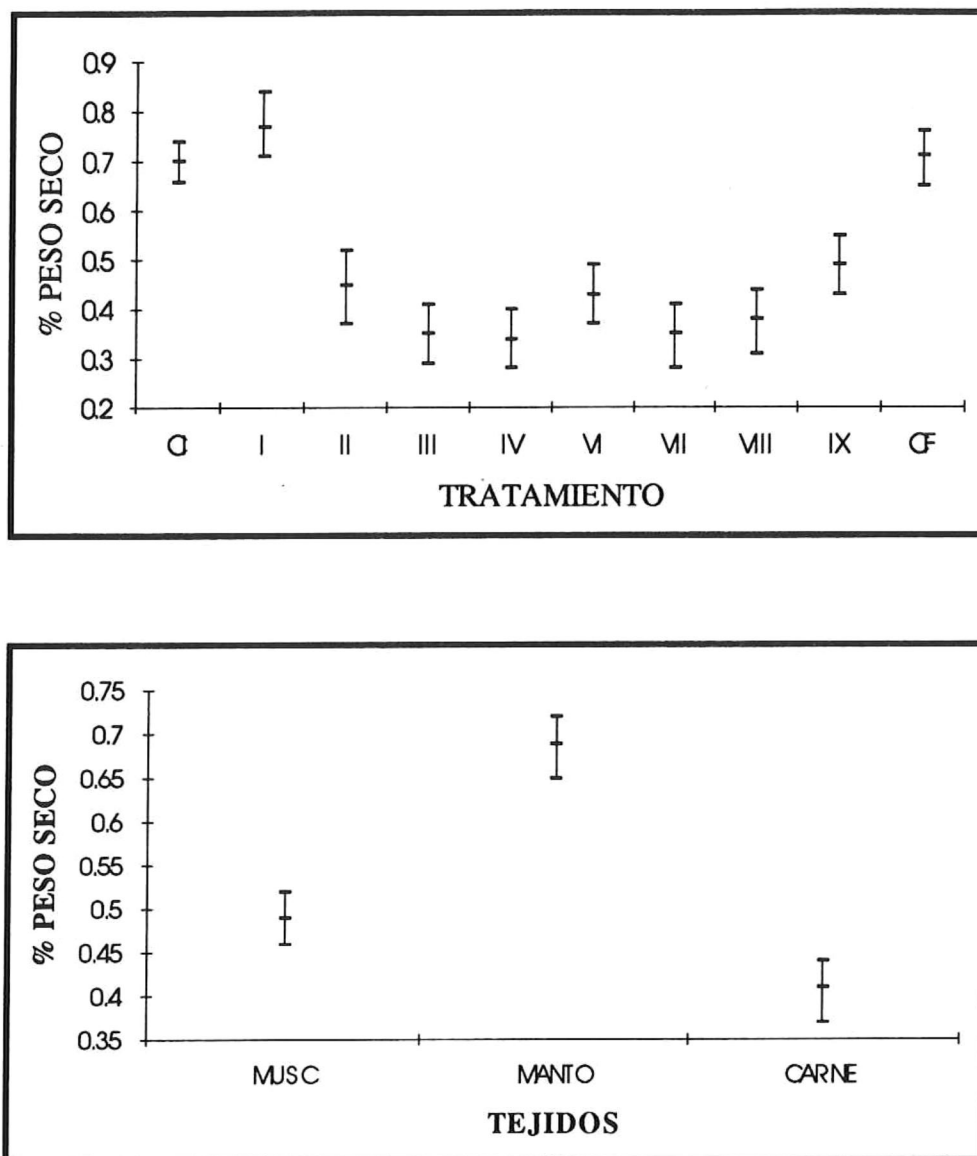


Figura 4.- Razones de peso seco/ peso húmedo de los organismos experimentales y controles iniciales y finales por a) Tratamiento; b) Tejido.

Como recomienda Thompson y MacDonald (1990) el análisis estadístico de los porcentajes secos de los constituyentes (p) se transformaron a arc seno, \sqrt{p} , pero dado que los resultados de los datos crudos fueron similares a los de los datos transformados, se optó por presentar la información de los primeros.

El análisis de varianza multiple del total de los constituyentes recuperados en base seca (suma de lípidos, proteínas, carbohidratos y ceniza) no detectó diferencias debidas al sexo, tejido o tratamiento ($F_{(1,68)} = 1.297$, $F_{(2,68)} = 0.210$ y $F_{(7,68)} = 0.845$). La recuperación media fue de 81.3 %, valor que se utilizó para estimar, por diferencia, el porcentaje de alguno de los constituyentes cuando el valor medido era espúreo (generalmente proteínas) o cuando estaba faltante.

Los análisis de varianza de cada constituyente no detectaron diferencias debidas al sexo, pero si por tejido (a excepción de carbohidratos) y tratamiento (Tabla VIII a-c). Con respecto al tejido (Fig. 5 a y c). El porcentaje de lípidos en los tres tejidos fue diferente; en el manto fue de 14.45 mientras que en carne y músculo los promedios estimados fueron 6.49 y 3.18, respectivamente. La concentración de proteínas en carne y músculo fue semejante (55 y 53%) pero significativamente mayor que en el manto. Con base en los resultados anteriores el efecto del tratamiento experimental en el porcentaje de lípidos se analizó por separado en los tres tejidos (anovas de una vía) y para los porcentajes de proteínas los análisis se hicieron en el conjunto carne y músculo y en forma separada en el manto.

El porcentaje de carbohidratos de los tres tejidos no fue diferente entre tratamientos aunque fue significativamente menor que en los controles (Fig. 6a). El porcentaje de proteínas en músculo mas carne tampoco fue diferente entre tratamientos pero los tratamientos IV, VII y VIII presentaron porcentajes mayores

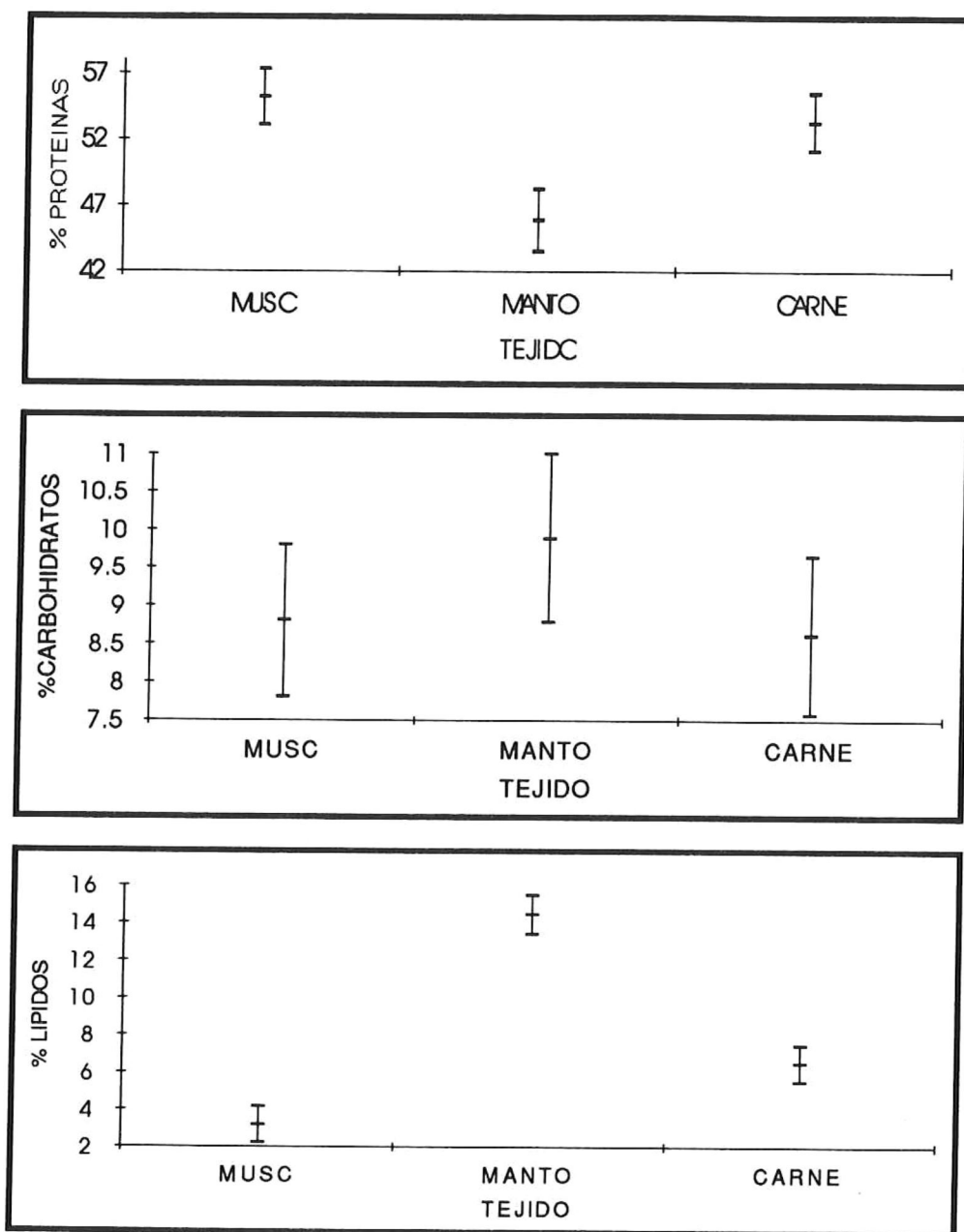


Figura 5.- Variación en la concentración bioquímica de los tejidos *capax* (músculo, manto y carne) de *Modiolus capax*. a) Proteínas; b) Carbohidratos y c) Lípidos.

que los controles (Fig. 6b); en el manto el porcentaje medio mas alto se registró en el control inicial y el mas bajo en el tratamiento I (Fig. 6c). El porcentaje de lípidos en el manto fue semejante en los tratamientos y significativamente mayor que en los controles (Fig. 7c). En carne el porcentaje de lípidos en los organismos experimentales (excepto tratamiento III) fue también mayor que el de los controles, mientras que en el músculo solo los tratamientos I y VIII registraron porcentajes mayores que los controles (Fig. 7a y b).

Los contenidos energéticos por tejido y totales en los organismos de cada tratamiento se estimaron a partir de valores promedio en peso húmedo, peso seco y constitución bioquímica. Debido a que la longitud de los organismos de los grupos VI, VIII y IX fue significativamente menor a la del control inicial y en ausencia de una curva de calibración talla o peso húmedo total vs peso seco total, los contenidos y equivalentes energéticos solo se computaron para los organismos cuya longitud fue homogénea. Esta operación no alteró las tendencias previamente descritas debido a que el número de organismos eliminado fue mínimo (2-5). El grupo II no se incluyó en este análisis debido a que la mayor parte de los organismos era de longitud significativamente mayor que en el control inicial. Los contenidos en gónada se calcularon asumiendo una constitución bioquímica semejante a la del manto, situación coherente con los resultados parciales de un estudio del ciclo reproductivo anual y composición proximal de *M. capax* en el medio natural (Farfán, com. pers.).

Tabla VIII. Análisis de varianza de tres vías por tratamiento, sexo y tejido para la concentración de los constituyentes bioquímicos: a) proteínas; b) carbohidratos y c) lípidos.

a) Proteínas

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l	Media cuad.	F	nivel sign
Efectos principales					
Tratamiento	1690.19	9	187.80	2.641	0.0069
Sexo	2.90	1	2.90	0.041	0.8423
Tejido	2748.47	2	1374.24	19.326	0.0000
Residuo	12159.44	171	71.11		
Total	17434.59	183			

b) Carbohidratos

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l	Media cuad.	F	nivel sign
Efectos principales					
Tratamiento	3315.81	9	368.42	22.746	0.0000
Sexo	0.48	1	0.48	0.030	0.8655
Tejido	53.49	2	26.74	1.651	0.1948
Residuo	2834.49	175	16.19		
Total	6259.64	187			

c) Lípidos

Fuente de variación	Suma de cuad.	g.l	Media cuad.	F	nivel sign
Efectos principales					
Tratamiento	1497.72	9	166.41	11.510	0.0000
Sexo	0.0015	1	0.0015	0.000	9919
Tejido	3873.99	2	1936.99	133.97	0.0000
Residuo	2501.17	173	14.46		
Total	7764.31	185			

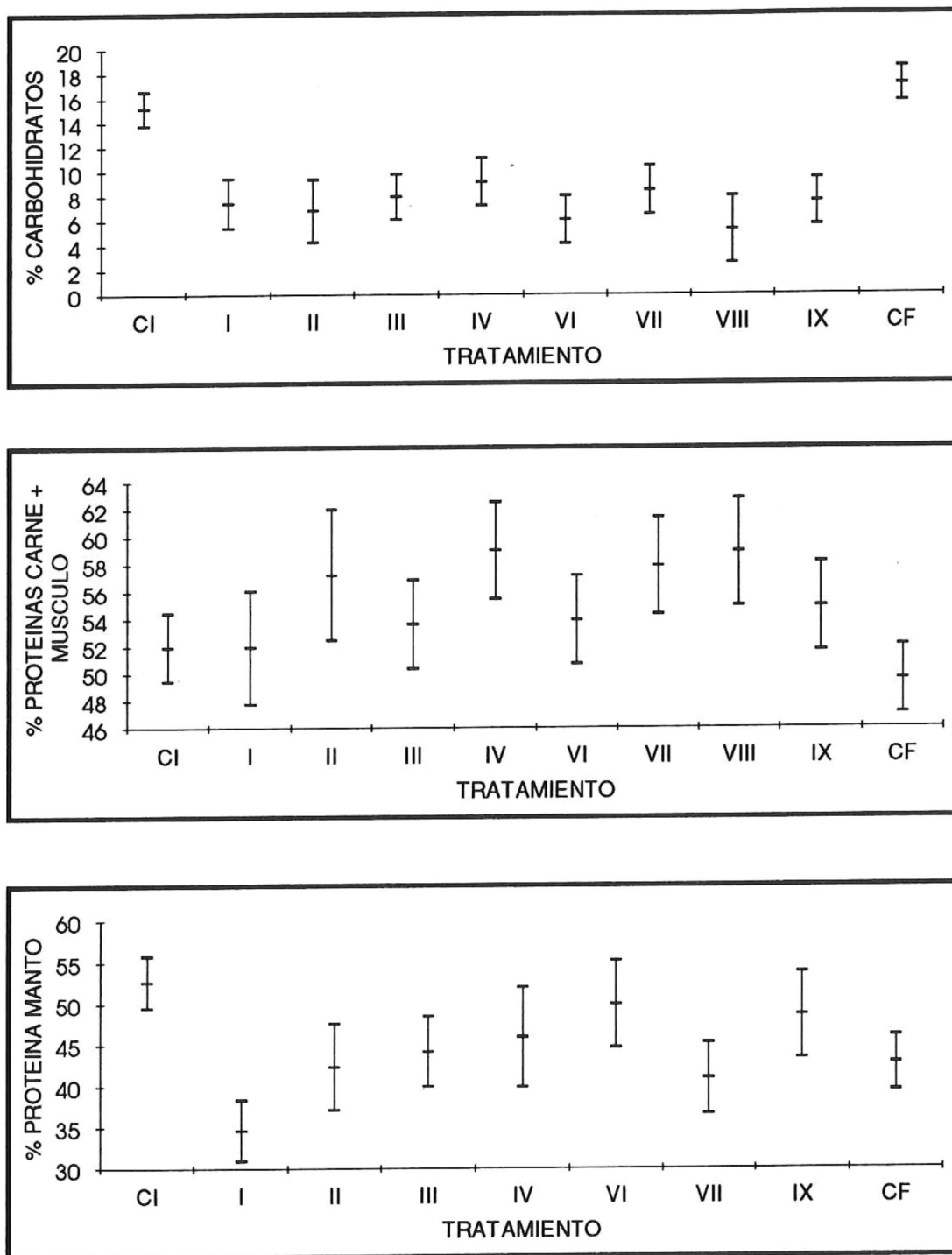


Figura 6.- Variación de la constitución bioquímica (base seca) en *M. capax* sometido a nueve tratamientos térmicos (I-IX) y en los controles iniciales y finales (CI, CF). a) Carbohidratos; b) Proteínas en carne y músculo y c) Proteínas en manto.

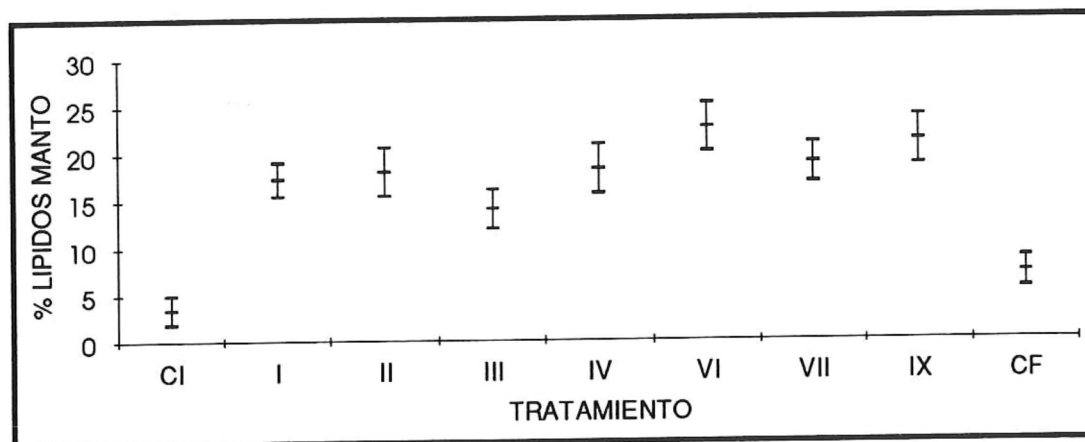
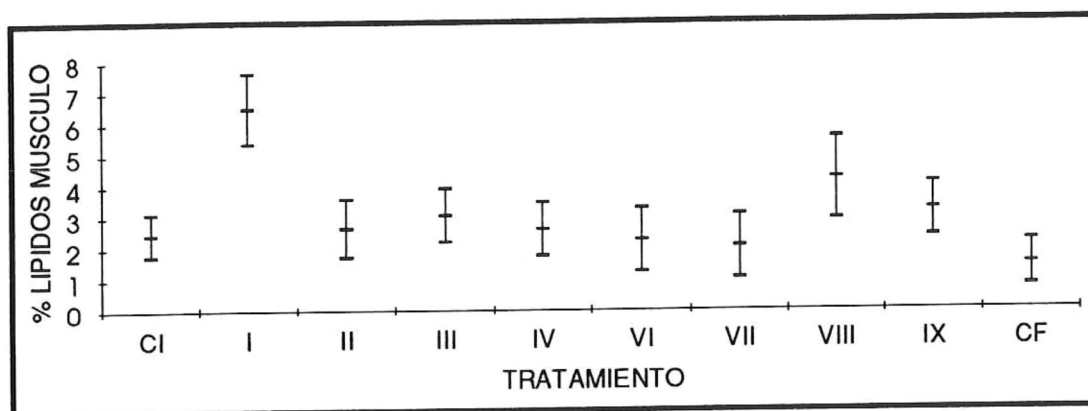
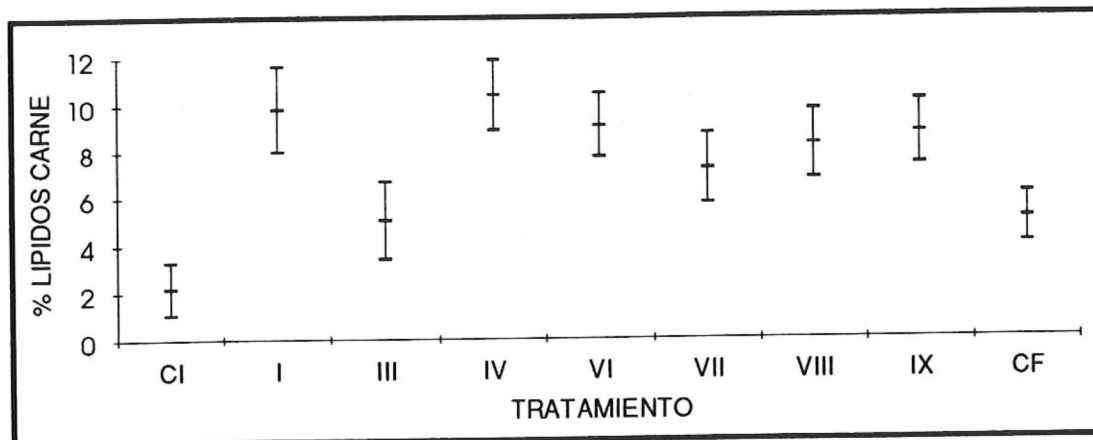


Figura 7.- Variación de la concentración de lípidos en los tres tejidos analizados de *M. capax* sometido a nueve tratamientos térmicos (I-IX) y en los controles inicial y final (CI, CF). a) Lípidos en carne; b) Lípidos en músculo y c) Lípidos en manto.

La Tabla IX muestra que el contenido energético (Kj) en forma de proteínas en músculo y carne de los organismos sometidos a los diferentes regímenes térmicos se mantuvo estable con respecto al control inicial pero fue ligeramente menor en el control final. En el manto el contenido proteico se incrementó en todos los tratamientos, hasta un 34 %, pero fue menor que en el control final. Todos los tejidos registraron un decremento en el contenido de carbohidratos, mientras que su contenido de lípidos se incrementó, siendo mayor en el manto y con una tendencia a incrementarse con el aumento de temperatura. Los organismos extratraídos del medio natural al final del experimento (CF) registraron contenidos mayores de proteínas, carbohidratos y lípidos con respecto al control inicial (CI).

III.4. Inducción al desove

Al concluir el período experimental cada uno de los organismos experimentales y del control final fueron sometidos al desove. En todos los casos los organismos respondieron al estímulo secretando mucus y generando corrientes, respuesta típica de una estimulación efectiva, pero en ningún caso ocurrió expulsión de gametos.

III.5. Balance energético

Las eficiencias de asimilación del alimento proporcionado, variable que se midió semanalmente a partir del día 11 de experimentación, no mostró una tendencia definida de incremento o decremento en el tiempo o asociada a la temperatura del agua (Tabla X), consecuentemente en el cálculo del balance energético (EPC) se usó como valor único la gran media de las mediciones realizadas (63 %).

Tabla IX. Contenidos energéticos en Kj de *Modiolus capax* por tejido y tratamiento experimental (I-IX) y en los controles iniciales y finales (CI, CF).

TRAT.	TEJIDO	PROTEINAS (Kj)	CARBOHIDRATOS (Kj)	LIPIDOS (Kj)
CI	CARNE	18.10	3.39	1.26
	MUSC			
	MANTO	2.42	0.64	0.25
	GONADA	0.97	0.26	0.04
	TOTAL	21.49	4.29	1.55
I	CARNE	12.67	0.81	4.10
	MUSC	5.85	0.37	1.23
	MANTO	2.32	0.49	1.94
	GONADA	0.58	0.12	0.49
	TOTAL	21.42	1.79	7.76
III	CARNE	12.72	1.22	1.98
	MUSC	5.26	0.51	0.50
	MANTO	3.24	0.45	1.71
	GONADA	1.33	0.19	0.85
	TOTAL	22.55	2.37	5.04
IV	CARNE	12.49	1.32	3.67
	MUSC	6.81	0.72	0.52
	MANTO	2.72	0.41	1.71
	GONADA	0.87	0.13	0.54
	TOTAL	22.89	2.58	6.44
VI	CARNE	11.39	0.87	3.21
	MUSC	5.08	0.39	0.45
	MANTO	2.63	0.27	2.00
	GONADA	0.81	0.08	0.62
	TOTAL	19.91	1.61	6.28
VII	CARNE	9.86	1.11	2.07
	MUSC	5.47	0.61	0.32
	MANTO	3.06	0.43	2.37
	GONADA	1.00	0.14	0.78
	TOTAL	19.39	2.29	5.54
VIII	CARNE	13.91	0.85	3.36
	MUSC	5.65	0.34	0.73
	TOTAL	19.56	1.19	4.09
IX	CARNE	9.88	0.92	2.63
	MUSC	4.61	0.43	0.45
	MANTO	2.69	0.33	2.00
	GONADA	0.57	0.07	0.42
	TOTAL	17.75	1.75	5.5
CF	CARNE	13.59	3.73	2.27
	MUSC	9.51	2.61	0.55
	MANTO	4.34	1.02	1.26
	GONADA	1.05	0.25	0.31
	TOTAL	28.49	7.61	4.39

Tabla X. Eficiencia de asimilación del alimento suministrado a *Modiolus capax*. Cepa *Chaetoceros* sp.

Día de experimentación	Temperatura			
	20 °C	24 °C	27 °C	
11	69.63	66.64	61.32	
20	67.45	69.30	46.18	
27	73.23	72.60	78.35	
			68.41	
34	74.35	68.87	66.02	
			46.89	
40	42.10		70.96	
47	65.53	75.10	57.77	
54	65.83	75.76	62.42	
	64.03	59.25	57.87	
63	52.91	66.90	54.34	
	70.73	67.51	55.93	
	33.29	63.39		
	\bar{X}	61.73	68.53	60.54
	S	13.33	5.08	9.48

Para todos los tratamientos el peso y contenido energético inicial utilizado para el cálculo de la EPC y cambio temporal de esas variables fueron los determinados en la muestra sacrificada al iniciar el experimento (CI). Los cálculos se hicieron en base seca, de manera tal que los pesos y contenidos energéticos se actualizaban diariamente y consecuentemente los gastos por excreción amoniaca y respiración.

La tasa de excreción amoniaca utilizada fue $0.1842 \text{ jh}^{-1}\text{g}^{-1}$ peso seco. Las

tasa de respiración a 20, 24 y 27 °C fueron 7.17, 9.43 y 12.09 $\text{jh}^{-1}\text{g}^{-1}$ peso seco, respectivamente. Estas tasas son valores promedio de los obtenidos por Rico-Mora (1987) utilizando como fuente de alimento las microalgas *Pavlova lutheri* y *Tetraselmis suecica*.

La Tabla XI consigna los pesos secos y contenidos energéticos en los organismos experimentales y controles (CI y CF) así como los valores calculados con la ecuación de balance energético. Los contenidos energéticos medidos muestran que con respecto al CI, en la mayoría de los tratamientos hubo ganancia, excepto en los tratamientos VII y IX donde se midió una pérdida en contenido energético de aproximadamente 10 %; en el CF el contenido energético medido fue mayor que en los tratamientos. Los calculos de balance energético indican que en todos los tratamientos el alimento suministrado debio ser suficiente para generar un campo de crecimiento positivo. En general las discrepancias entre los pesos y contenidos energéticos medidos y estimados con la ecuación de balance energético fueran relativamente pequeños (+2.73 a -5.18 Kj); en los tratamientos I, III VI y VII la diferencia fue negativa, mientras que en los tratamientos restantes los contenidos medidos fueron mayores. Tanto en los valores calculados como en los medidos se observa una tendencia del contenido energético a decrecer conforme aumentan los días grado de exposición.

Tabla XI. Contenidos energeticos en Kj medidos y estimados para *Modiolus capax* con la ecuación de balance energético. donde ASIM: Asimilado, R: Respiración, U: excreción amoniaca, Exc: alimento excedente, CEF: contenido energético final (Kj), PF: peso final (g), DIF: diferencia entre CEF calculado y CEF medido.

TRAT.	ALIMENTO SUM.(Kj)	ASIM (Kj)	CALCULAD O					MEDIDO		
			R (Kj)	U (Kj)	EXC. (Kj)	CEF (Kj)	PF (g)	CEF (Kj)	PF (g)	DIF (Kj)
CI								27.61	1.59	
I	55.13	34.73	23.06	0.59	11.08	34.91	2.22	30.99	1.88	-3.92
III	58.25	36.70	28.59	0.56	7.55	31.18	1.98	27.99	1.85	-3.19
IV	56.97	35.89	29.8	0.55	5.54	29.19	1.86	31.92	1.69	2.73
V	62.07	39.10	29.26	0.52	9.32	26.23	1.67			
VI	51.69	32.56	29.4	0.57	2.59	32.97	2.1	27.79	1.59	-5.18
VII	57.71	36.36	31.57	0.54	4.25	28.06	1.78	27.23	1.55	-0.83
VIII	51.88	32.68	30.92	0.51	1.25	25.11	1.6		1.75	
IX	48.98	30.86	29.66	0.47	0.73	24.42	1.55	25.01	1.41	0.59
CF								40.49	2.48	

IV. DISCUSION

El incremento en el crecimiento en longitud de *Modiolus capax* con el aumento en la temperatura del agua sugiere que esta variable estimula el crecimiento de la concha. En un estudio sobre la estructura de longitudes y crecimiento de las poblaciones naturales de Bahía de los Angeles, B.C., las mayores tasas de incremento mensual en longitud de los organismos se observó en los meses más cálidos (Garza-Aguirre; 1989). Sin embargo, dado que en ese período la disponibilidad de alimento es también mayor (Serrano-Guzmán; 1990), el crecimiento observado pudo obedecer al efecto de ambas variables. En este trabajo la asociación inversa entre la temperatura de exposición y el alimento proporcionado indican que la temperatura tiene un efecto positivo e independiente en el crecimiento de la concha.

La falta de asociación entre el crecimiento relativo en peso húmedo total y el crecimiento relativo en longitud, así como su asociación negativa con el índice de condición general, indican que el crecimiento en el peso húmedo total obedeció principalmente a una mayor retención de agua extracelular. El descenso del índice de condición general se debió a la pérdida en peso de carne y músculo ya que el manto y la gónada mostraron una mejora más o menos generalizada. Los cambios en estos cuatro elementos del tejido blando estuvieron afectados en forma conjunta por la temperatura y el alimento proporcionado.

Como es común en los estudios de composición bioquímica, la recuperación media de los constituyentes bioquímicos fue menor al cien por ciento (81.3%). Pieters (1980) señala que la diferencia entre la composición proximal y el peso seco total se debe a que compuestos orgánicos disueltos tales como aminoácidos libres, azúcares, betainas y otras sustancias de concentración

menor pueden constituir de 7 al 12% del peso seco total.

En mitílidos los tejidos cuya composición proximal se suele analizar son el complejo gónada-manto y el tejido somático remanente y en casos excepcionales el complejo gónada-manto, la glándula digestiva y el tejido somático remanente, consecuentemente la composición bioquímica del manto, músculo y carne o tejido somático remanente determinada en este estudio no es fácil de contrastar. A pesar de ésto, si consideramos que en este trabajo la carne contiene la glándula digestiva, la cual contribuye significativamente a la masa total de este tejido, y que el músculo a su vez es la fracción más importante del tejido somático remanente en los estudios antes mencionados, los resultados obtenidos son comparables a lo reportado por esos autores. Por ejemplo, en un estudio sobre la variabilidad temporal de la composición bioquímica de una población de *Mytilus edulis* del noreste de Canadá, Thompson (1984) reporta valores porcentuales en base seca de lípidos en la glándula digestiva, gónada y tejido somático remanente de 5-10%, 5-15% y 4-8%, respectivamente, lo cual se contrasta favorablemente con los niveles de lípidos de la carne, manto y músculo de este estudio (2-10%, 3-14% y 2-6%, respectivamente).

Es también importante hacer notar que al estimar la constitución proximal del organismo total, la composición porcentual en base seca (48-58% proteínas, 5-18% carbohidratos y 2-11% lípidos) se ubica en el intervalo de valores reportado en otros mitílidos. Así, en *M. galloprovincialis* del Adriático norte, Bressan y Marin (1985) encuentran porcentajes de proteínas, carbohidratos y lípidos de 30-52%, 2-32% y 2-11%, respectivamente, mientras que en las poblaciones de *M. edulis* del Norte de Gales las variaciones encontradas por Dare y Edwards (1975) fueron de 46-73% de proteínas, 4-37% carbohidratos y de 4-

10% de lípidos. Para el género *Modiolus* el único trabajo publicado es sobre las poblaciones de *Modiolus modiolus* de Irlanda del Norte donde Brown y Seed (1977) encontraron fluctuaciones de 30-58% en proteínas, 2-6% en carbohidratos y 2-9% en lípidos; la baja variabilidad de estos últimos dos constituyentes se atribuyó a que esa población se reproduce continuamente.

Por otra parte, los cambios en las razones proteínas/carbohidratos y proteínas/lípidos estimados en los organismos de prueba y colectados del medio natural al término del experimento (CF) mostraron una mayor tendencia a acumular lípidos que carbohidratos, condición que en *Mytilus* sp. se observa en organismos con procesos gametogénicos activos (Gabbot, 1976) y no en regresión o inactividad sexual, aunque Bressan y Marin (1985) hacen notar que algunas poblaciones de mitílidos se ha reportado un patrón inverso situación que puede estar asociada a las características ecológicas del sitio de estudio. Desafortunadamente no se hizo el análisis histológico de las gónadas, sin embargo los niveles bajos del índice gonadosómico (2.2-4.7%) y sobretudo la respuesta negativa a la estimulación al desove realizado al término del experimento, no son indicativos de que el desarrollo gonadal, de haber ocurrido, haya sido significativo, en ninguno de los tratamientos experimentales o en el medio natural. Es importante destacar también que aunque Gabbot (1976) en su revisión sobre el metabolismo energético de moluscos concluye que en bivalvos el glicógeno es el principal constituyente de almacenamiento, Wenne y Polak (1989) rechazan esta generalización ya que *Macoma balthica*, *Donax trunculus*, *Pecten yessoensis* y *P. jacobus* acumulan lípidos, considerando lo anterior no es improbable que la mayor acumulación de lípidos observada en este experimento sea la condición natural de *M. capax*.

Con respecto al efecto de la temperatura en la constitución proximal, la concentración de lípidos fue la que mostró los mayores cambios observándose en el manto un efecto positivo e inverso en la carne. La concentración de proteínas en carne y músculo permaneció relativamente estable pero en el manto aunque decreció con respecto al control inicial éste fue mayor a altas temperaturas. En los tres tejidos la concentración de carbohidratos fue semejante (8.80 ± 0.50 para músculo; 9.89 ± 0.56 manto y 8.61 ± 0.52 carne) y no mostró asociación con los días grado de exposición.

Una de las desventajas de expresar la composición bioquímica en términos porcentuales es que los cambios en un componente necesariamente se van a reflejar en cambios recíprocos en los constituyentes restantes. Es por esta razón que en estudios de variabilidad anual y otros donde se tiene una composición bioquímica de referencia se recomienda expresar también los resultados en términos de contenidos para un organismo de talla estándar. En estos términos nuevamente se aprecia que con respecto al nivel original (CI) en los organismos experimentales las proteínas permanecieron relativamente estables, los contenidos de carbohidratos se redujeron a la mitad mientras que los contenidos de lípidos se incrementaron de dos a cinco veces. En el control final (CF) los contenidos de los tres constituyentes se incrementaron, las proteínas en un 33% y los carbohidratos en 77% mientras que los contenidos de lípidos casi se duplicaron.

Estos resultados indican que con respecto al medio natural las condiciones experimentales fueron sub-óptimas. Es importante mencionar que generalmente en los estudios de crecimiento en condiciones controladas, aún cuando las raciones alimenticias y su concentración en el medio sean óptimas, los crecimientos son menores que en el medio natural debido a la mayor diversidad

de partículas alimenticias y a la presencia de sedimento que eleva la eficiencia de asimilación del material en suspensión (Risgard, 1991; Griffiths y Griffiths, 1987).

Por otra parte, los cálculos de balance energético muestran que en efecto las raciones alimenticias suministradas (48-62 kJ) solo fueron ligeramente superiores a los requerimientos metabólicos del organismo, éste a pesar de que las raciones alimenticias proporcionadas fueron superiores al 3 % del peso del tejido blando del organismo. Para adultos de *Mytilus edulis* Bayne (1975) recomienda raciones equivalentes del 1.5 % del peso seco por día para mantenimiento. Sin embargo la microalga suministrada en ese experimento tenía una eficiencia de asimilación del 86 % mientras que en este trabajo la cepa utilizada (*Chaetoceros* sp) solo fue asimilada en un 63 %, de manera tal que las raciones alimenticias efectivas fueron del 1.61 al 2.32% del peso seco del organismo. Aún así, el balance energético indica que en todos los tratamientos térmicos las raciones suministradas fueron suficientes para generar un campo de crecimiento positivo.

Las diferencias entre los contenidos energéticos calculados con la ecuación de balance energético y los medidos al final del experimento fue en general bajo y pudo obedecer a varios factores. Por ejemplo, en todos los tratamientos una fracción del excedente energético necesariamente se canalizó al crecimiento en concha el cual estuvo positivamente asociado con la temperatura del agua; esto obviamente no se refleja en los contenidos energéticos medidos. Otro elemento que posiblemente contribuyó a dicha discrepancia fue la no inclusión del gasto energético asociado a la filtración de partículas alimenticias, ya que las tasas respiratorias utilizadas (Rico-Mora, 1987) no incluyen ese factor. También es posible que la síntesis de lípidos haya requerido un cierto gasto energético,

reduciendo aún mas la energía disponible para el crecimiento somático. Con la información disponible no es posible calcular los costos energéticos individuales o totales asociados a estos factores.

Una desventaja del protocolo experimental fue el no haber compensado las raciones alimenticias proporcionadas por la temperatura de exposición, consecuentemente se tiene una correlación negativa entre la temperatura del agua y el excedente energético, sin embargo debido a esta condición el incremento de lípidos en el manto y su asociación positiva con los días grado de exposición es indicativo de que la temperatura favorece el almacenamiento de este constituyente. Por otra parte, la respuesta negativa a la inducción al desove realizado al término del período experimental no es indicativa de que el desarrollo gónadico, de haber ocurrido, haya sido significativo en ninguno de los tratamientos térmicos o en el medio natural.

V. CONCLUSIONES

1. La temperatura tuvo un efecto positivo e independiente del alimento proporcionado en el crecimiento de la concha.

2. La composición proximal del organismo total (base seca) se ubicó en el intervalo de valores reportados en otros mitílidos. Este fue: proteínas 48-58%; carbohidratos 5-18% y lípidos 2-11%.

3. La concentración media de proteínas en carne y músculo fue mas alta que en manto (53-56 y 46%, respectivamente). La concentración media de lípidos fue diferente en los tres tejidos, 14% manto, 7% en carne y 3% músculo. En los tres tejidos somáticos los porcentajes de carbohidratos fue similar (5-18%).

4. La fluctuación en los porcentajes de proteínas y carbohidratos no estuvo asociada con la temperatura experimental, pero la concentración de lípidos, especialmente en el manto, registró una relación positivo con los días grado de exposición.

5. Los cambios en la razón proteínas/ carbohidratos y proteínas/lípidos de los organismos experimentales y del medio natural sugiere que *M. capax* tiende a acumular mas lípidos que carbohidratos.

6. Las raciones alimenticias suministradas ($3.5 \pm 0.5\%$ del peso seco del tejido blando) fueron suficientes para generar un campo de crecimiento positivo en todo el intervalo térmico experimental (1440-1854 días grado). Los contenidos energéticos calculados con la ecuación de balance energético y los medidos al final del experimento fueron semejantes.

7. El desarrollo gónadico, de haber ocurrido, no fue significativo en ninguno de los tratamientos térmicos o en el medio natural.

VI. LITERATURA CITADA

- Barber, B. J. y N. J. Blake. 1985. Intra-organ biochemical transformations associated with oogenesis in the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus*, as indicated by ¹⁴C incorporation. Biol. Bull. (Woods Hole), 168:39-49.
- Barber, B. J. y N. J. Blake. 1990. **The scallops; The Biology, Ecology and Aquaculture.**
- Bayne, B.L. y R. J. Thompson. 1970. Some physiological consequences of keeping *Mytilus edulis* in the laboratory. Helgolander. Wiss. Meeres 20:526-552.
- Bayne, B. L. 1973. Physiological changes in *Mytilus edulis* L. induced by temperature and nutritive stress. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 53:39-58.
- Bayne, B. L. 1975. Reproduction of bivalve molluscs under environmental stress. En "physiological ecology of estuarine organisms" (F. J. Vernberg, ed), pp. 259-277. University of South Carolina, Press, Columbia.
- Bayne, B. L., P. A. Gabbott y J. Widdows. 1973. Some effects of stress in the adult on the eggs and larvae of *Mytilus edulis* L. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 55:675-689.

- Bayne, B. L. 1976. **Aspects of reproduction in bivalve mollusc.** En: **Estuarine processes. Vol 1 Uses, stresses and adaptation to the estuary.** Academic press, New York.
- Bligh, E. G. y W. J. Dyer. 1959. **A rapid method of total lipid extraction and purification.** *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911-917.
- Bressan M. y G. Marín 1985. **Seasonal variation in biochemical composition and condition index of cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) in the lagoon of Venice (North Adriatic).** *Aquaculture*, 48 13-21.
- Brown R. A y R. Seed. 1977 ***Modiolus modiolus* (L). An Autoecological Study.** Deepartments of zoology, Queen's University, Belfast, Northern Ireland and Univ. College of North Wales, Bangor Wales.
- Comely, C. A., 1974. **Seasonal variations in the flesh weights and biochemical content of the scallop *Pecten maximus* (L.) in the Clyde Sea Area.** *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 35:281-295.
- Cordero-Esquivel, B., D. Voltolina y F. Correa-Sandoval. 1994. **The biochemical composition of two diatoms after different preservation techniques.** *Comp. Biochem. Physiol. B.* (in press).

- Dare P. J. y D. B. Edwards. 1975. **Seasonal changes in flesh weight and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L) in the conwy estuary, North Wales.** J. exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 18 pp 89-97.
- Dubois M., Gilles K., Hamilton J., Rebers P. y Smith F. 1956. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances.** Analyt. Chem. 28:350-356.
- Emmett, B., K., Thompson y J. D. Popham. 1987. **The reproductive and energy storage cycles of two populations of *Mytilus edulis* (L.) from British Columbia.** Journal of Shellfish research, Vol. 6, No.1:29-36.
- Espinoza P.A. 1989. **Dilación del desove de *Modiolus capax* Conrad (Bivalvia:Mytilidae) en condiciones controladas de temperatura y alimentación.** Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. UABC. Ensenada, B. C. 106 pp.
- Gabbott, P. A. 1976. **Energy metabolism.** En: Bayne B. L. Marine mussels.
- Gabbott, P. A. y B. L. Bayne. 1973. **Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis* (L.).** J. Mar. Biol. Ass. U. K. 53:269-286.

- Garza- Aguirre, M. del Carmen. 1987. **Ciclo reproductivo, estructura de la población y crecimiento del mejillón *Modiolus capax* (Conrad, 1837) (Bivalvia:Mytilidae) en la Bahía de los Angeles. Ensenada, B. C. Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada (C.I.C.E.S.E.), 1987: Tesis de Maestría. 95pp.**
- Giese, A. C. y J. S. Pearse. 1974. **Reproductive of marine Invertebrates.** Academic press, New York. 546 pp.
- Griffiths, R. J. 1980 **Natural food availability and assimilation in the bivalve *Chromytilus meridionalis*.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 3:151-156.
- Griffiths, C. L. y R. J. Griffiths 1987. **Animal Energetics. Volumen 2 Bivalvia Through Reptilia .** Academic Press, Inc.
- López-Elias y D. Voltolina. 1993. **Cultivos semicontínuos de cuatro especies de microalgas con un medio no convencional.** Ciencias Marinas. 19(2): 169-180.
- Lowry O., Rosebrough N., Farr A. y Randall R. 1951. **Protein measurement with the Folin phenol reagent.** J. biol. Chem. 193:265-275.

- Newell, R. E. I., T. J. Hilbish, R. K. Koehn y C. J. Newell. 1982. **Temporal variation in the reproductive cycle of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia, Mytilidae) from localities on the east coast of the United States.** Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole 162:299-310.
- Orduña R. y C. Farfán. 1991. **Induced spawning and ontogeny of *Modiolus capax* Conrad (Bivalvia: Mytilidae).** The Veliger 34:302-308.
- Parsons, T. R., M. Takahashi y B. Hargrave. 1984. **Biological Oceanographic Processes.** 3ra. Edición, Pergamon Press.
- Pieters H. 1980. **Tissue composition and reproduction of *Mytilus edulis*, in relation to food availability.** Netherlands Journal of Sea Research. 14(3/4): 349-361.
- Rico-Mora, R. 1987. **Efecto interactivo de la temperatura y de la concentración de microalgas en la fisiología alimenticia y la energía potencial para el crecimiento de *Modiolus capax* (Conrad) (Bivalvia: Mytilidae).** Tesis de maestría, Centro de Inv. Cient. Educ. Sup. Eda. 91 pp.
- Risgard, H. O. 1991. **Filtration rate and growth in the blue mussel, *Mytilus edulis*, 1958: Dependence on algal concentration.** J. Shell fish Res. 10: 29-35.

- Sastry, A. N. 1966. **Temperature effects in the reproduction of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck.** Biol. Bull. (Woods Hole), 130:118-134.
- Sastry, A. N. 1968. **The relationships among food, temperature, and gonad development of the scallop *Aequipecten irradians* Lamarck.** Physiol. Zool., 41:44-53.
- Sastry, A. N. 1970. **Reproductive physiological variation in latitudinally separated population of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck.** Biol. Bull. (Woods Hole), 138:56-65.
- Sastry, A. N. y N. J. Blake. 1971. **Regulation of gonad development in the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck.** Biol. Bull. (Woods Hole), 140:274-282.
- Serrano-Guzman, J. S. 1992. **Dispersión de larvas de bivalvos y seston por corrientes costeras, dentro del sistema Bahía de los Angeles, Baja California, México.** Tesis de maestría, Centro de Inv. Cient. Educ. Sup. Eda. 169 pp.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1981. **Biometry.** W. H. Freeman and Co. San Francisco, Ca. EUA. 859 pp.

- Taylor, A. C. y T. J. Venn. 1979. **Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissue of the queen scallop, *Chlamys opercularis*, from the Clyde Sea Area.** J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 59:605-621.
- Thompson, R. J. 1979. **Fecundity and reproductive effect in the blue mussel (*Mytilus edulis*), the sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), and the snow crab (*Chionoecetes opilio*) from population in Nova Scotia and Newfoundland.** J. Fish. Res. Board Can. 36:955-964.
- Thompson, R. J. 1984. **The reproductive cycle and physiological ecology of mussels *Mytilus edulis* in a subarctic, non-estuarine environment.** Marine Biology 79, 277-288.
- Thompson, R. J. y B. A. MacDonald. 1989. **The role of environmental conditions in the seasonal synthesis and utilisation of biochemical energy reserves in the giant scallop, *Placopecten magellanicus*.** Mar. Sciences Res. Lab. Canadian J. of Zool. 68:750-756.
- Wenne R. y L. Polak†. 1989. **Lipid composition and Storage in the tissues of the bivalve, *Macoma balthica*.** Biochemical systematics and Ecology Vol. 7/8 pp 583-587.