



**Universidad Austral de Chile**

**Escuela de Acuicultura y Pesquerías**

**Balance energético para diferentes tallas de *Cancer (Metacarcinus)*  
*edwardsii* (Bell, 1835) (Decapoda: Brachyura: Cancridae) alimentada con  
distintos tamaños de *Mytilus chilensis* (Hupe, 1854)**

**Tesis para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura**

**Profesor Patrocinante: Dr. Richard Miranda T.**

**Profesor Co-Patrocinante: Dr. Kurt Paschke L.**

**Instituto de Acuicultura**

**SERGIO IGNACIO ALVAREZ ABURTO**

**PUERTO MONTT, CHILE**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Muchas gracias a mi familia por darme la oportunidad de estudiar, por apoyarme siempre, aguantar mi mal genio y soportar mi estrés. También a Karlita, sin tu apoyo y empuje quizás hasta cuando me iba a titular. Mención aparte para mi mami Norma, sin ti viejita no sirvo para nada.

Gracias a todo el equipo de trabajo del Dr. Richard Miranda por la oportunidad de hacer la tesis con ustedes y por todo lo compartido en más de un año juntos. También a la gente del LECOFIC, donde siempre encontré buena disposición y ayuda en cualquier problema.

A mis compañeros, colegas y amigos Cadagán y Tomas, por cuantas cosas que pasamos juntos en la U, cuantas risas y cuantos enojos, se le estima mucho cabros, solo iba a ser difícil seguir adelante con la tesis.

A mis hermanos de la vida, mis brother gostayla, nombrarlos uno por uno alargaría mucho el texto, pero ustedes saben los quiero para siempre y mil gracias por siempre estar ahí.

Por ultimo agradecer por el financiamiento al proyecto Fondecyt 11121219

# ÍNDICE

<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivo general .....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>2.- METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
2.1.- Diseño experimental.....	13
2.2.- Animales experimentales.....	14
2.3.- Aclimatación.....	14
2.4.- Cuantificación de la ingestión .....	15
2.5.- Recolección de la biodeposición. ....	16
2.6.- Consumo de oxígeno. ....	16
2.7.- Excreción de amonio.....	18
2.8.- Relación Oxígeno – Nitrógeno .....	19
2.9.- Potencial de Crecimiento (SFG).....	19
2.10.- Análisis de datos.....	20
<b>3.- RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
3.1.- Etapa experimental y aclimatación.....	21
3.2.- Tasa de ingestión.....	22
3.3.- Tasa de absorción. ....	24
3.4.- Tasa de respiración. ....	26
3.6.- Relación oxígeno/nitrógeno.....	30
3.7.- Potencial de crecimiento (SFG).....	32
3.8.- Eficiencia de producción (K1) .....	34
3.9.- Eficiencia de crecimiento (K2) .....	36
<b>4.- DISCUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>5.- CONCLUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>6.- BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>44</b>

## INDICE DE FIGURAS

**Figura 1:** Sistema de aclimatación y mantención de jaibas durante el experimento (acuarios plásticos 21 l)..... 14

**Figura 2:** Sensor óptico de Microx TX3 utilizado para medir la concentración de oxígeno..... 17

**Figura 3:** Relación entre tamaño en (mm) y peso (gr) de Cancer (Metacarcinus) edwardsii utilizadas en el estudio.....21

**Figura 4:** Tasa de ingestión ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de Cancer (Metacarcinus) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (Mytilus chilensis). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.....23

**Figura 5:** Tasa de asimilación ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de Cancer (Metacarcinus) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (Mytilus chilensis). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.....25

**Figura 6:** Tasa de respiración ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de Cancer (Metacarcinus) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (Mytilus chilensis). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.....27

**Figura 7:** Tasa de excreción ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de Cancer (*Metacarcinus*) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm. ....29

**Figura 8:** Relación oxígeno/nitrógeno para cuatro tallas de Cancer (*Metacarcinus*) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm. ....31

**Figura 9:** Potencial de crecimiento ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de Cancer (*Metacarcinus*) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm. ....33

**Figura 10:** Coeficiente de producción ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de Cancer (*Metacarcinus*) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm. ....35

**Figura 11:** Coeficiente de crecimiento ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de Cancer (*Metacarcinus*) edwardsii (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm. ....37

## RESUMEN

Dentro de las posibles especies a cultivar para la diversificación acuícola en Chile se encuentra *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*. La también conocida como jaiba marmola representa el 80 % del desembarque total de jaibas en Chile. Estos crustáceos decápodos son omnívoros, detritívoros y carroñeros, consumiendo principalmente *Mytilus chilensis*. Bajo este contexto, se evaluó 4 tamaños de jaibas (desde juveniles hasta adultos) con 3 tamaño de presa (*Mytilus chilensis*) sobre procesos fisiológicos, para así poder establecer un balance energético ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr de jaiba}^{-1}$ ). Los resultados señalan que tanto la tasa de ingestión, absorción y respiración disminuyen a medida que el tamaño de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* aumenta. A su vez estas tasas son afectadas por el tamaño de presa, aumentando cuando consumen presa de mayor tamaño. Mientras que la tasa de excreción solo es afectada por el tamaño de presa y no así por el tamaño de la jaiba. El potencial de crecimiento para las jaibas alimentadas con presas de 30 mm es más alto en las jaibas de menor tamaño, el cual alcanza un  $63 \text{ Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$  aproximado, mientras que para las tallas más grandes (100 mm y 140 mm) no superan  $10 \text{ Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ . Esto cambia rotundamente al cambiar el tamaño de la presa a una de 50 mm de largo, aumentando el SFG de estas tallas más grandes en más de  $50 \text{ Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ . *Mytilus chilensis* es un alimento adecuado para *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* para un posible cultivo integrado o co-cultivo, ya que el potencial de crecimiento fue positivo en todos los tratamientos estudiados.

## **ABSTRACT**

The crab *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*, commonly called jaiba marmola could be included as one possible species for aquaculture diversification in Chile, because it represents an 80% of the total landings of crabs in Chile. These decapod crustaceans are omnivores, detritivores and scavengers, consuming principally *Mytilus chilensis*. Under this context, 4 crab sizes (from juvenile to adult) and 3 prey sizes (*Mytilus chilensis*) were evaluated on physiological processes, in order to determine an energy balance ( $\text{Joules} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{gr of crab}^{-1}$ ). Results showed that ingestion, absorption and respiration rates decrease as *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* size increases. These rates also showed to be affected by prey sizes, increasing as largest prey are consumed. On the other hand, the excretion rate was only affected by prey size. Scope for Growth (SFG) for those crabs fed with prey of 30 mm is higher in smaller crabs, reaches  $63 \text{ Joules} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{g crab}^{-1}$  approximately, while for those larger crabs size (100 mm and 140 mm) SFG does not exceed  $10 \text{ Joules} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{g crab}^{-1}$ . For prey sizes of 50 mm in shell length, SFG increase over  $50 \text{ Joules} \cdot \text{day}^{-1} \cdot \text{g crab}^{-1}$ . *Mytilus chilensis* is a suitable food item for *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* in a possible integrated culture or co-culture, as the scope for growth was positive in all treatments here studied.

## **1.- INTRODUCCIÓN**

Los productos pesqueros son la fuente de proteína animal más importante del mundo, representando el 25% de la proteína ingerida en los países en vías de desarrollo y 10% en Europa y Norteamérica (APROMAR, 2004). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), plantea que la acuicultura posiblemente es el sector de producción de alimentos de crecimiento más acelerado y representa casi el 50% de los productos pesqueros mundiales destinados a la alimentación.

Estudios de la FAO indican que se ha alcanzado el techo de aprovechamiento de la pesca extractiva, y que los incrementos en producción de productos pesqueros solo podrán provenir de la acuicultura, como ya ha sucedido en los últimos 15 años. Por esto, se hace necesario, abrirse a otros cultivos que puedan ayudar a diversificar las fuentes de alimentos que provengan de los cuerpos de agua. Sin embargo, el camino a seguir para alcanzar la sustentabilidad y diversificación de los cultivos acuáticos, debe tener en consideración las limitaciones biológicas de cada sistema de producción, el uso integrado de los recursos, la preservación y la restauración de la calidad ambiental.

Actualmente, la acuicultura en Chile, presenta escasa diversificación de especies a cultivar, sustentada en un 97% por la industria salmonera y mitilicultura, desarrolladas en un 63% y 99.9% en la región de Los Lagos, respectivamente (Sernapesca, 2012). En todos estos casos el régimen de cultivo es mono específico y desarrollado en un área de acuicultura

determinada, lo que de por sí implica un uso ineficiente del área concesionada para el cultivo de estas especies. Es por ello que se hace necesario desarrollar líneas de trabajo que aporten a la diversificación de las especies.

Es conocido que durante el proceso productivo del chorito existe desprendimiento desde las cuelgas de cultivo que cae al fondo marino (según informaciones no validadas es del 3-5%), sumado a la pérdida de choritos que ocurre en las maniobras durante el proceso de cosecha, la cual se estima que es de un 10 a 15%. Esta pérdida de biomasa de mitilidos podría ser utilizada como alimento para cultivo de especies nativas que habiten bajo las concesiones.

Estas especies deben tener valor comercial y utilizar como alimento principal los choritos, de tal forma que se genere un cultivo integrado que no solo permita mejorar los procesos productivos de los mitilicultores, sino también mitigar el impacto ambiental de la industria, reutilizando los nutrientes y desechos que se generan.

Dentro de estas posibles especies a cultivar se encuentra la jaiba marmola (*Cancer (Metacarcinus) edwardsii*), la cual se distribuye desde Ecuador (5° latitud sur) hasta la península de Taitao (47° latitud sur) (Aranda et al, 1979) y se encuentra principalmente en el intermareal y submareal, en profundidades de 0 a 70 m (Olguín, 2006). Estos crustáceos son omnívoros, detritívoros y carroñeros con hábitos de alimentación diurnos (Lee y Wickins, 1997), consumiendo principalmente chorito (*Mytilus chilensis*), poliquetos, ostras y peces muertos (Campos, 1992).

Jaiba marmola representa el 80 % del desembarque total de jaibas en Chile con 4.279 T en el año 2010, con un precio aproximado de 3 a 5 US por kilo de carne.

En base a la posible oferta alimentaria proveniente de los desprendimientos de chorito desde las cuelgas de cultivo, la presencia de este crustáceo en zonas cercanas a los centros de cultivo de mitílidos y la capacidad de alimentarse por sí solas frente a este tipo de presas, la hacen una candidata adecuada para el desarrollo de un nuevo cultivo, sin embargo, para que este objetivo alcance la eficacia esperada hay que reunir una serie de requisitos productivos y para ello es necesario conocer diversos factores que puedan afectar a su crecimiento.

Una posibilidad de estimar crecimiento y que a la vez nos permite conocer aspectos fisiológicos es el balance energético, el cual se compone por la adquisición de energía (ingestión) y por la pérdidas de energía (biodeposición, respiración y excreción), la diferencia entre estos dos factores se conoce como potencial de crecimiento (Wieser, 1986). De esta forma aquellos individuos que reciban los mayores ingresos de energía después de haber pagado las perdidas metabólicas necesarias para mantenerse vivos tendrán la mayor cantidad de energía por unidad de tiempo necesaria para ser llevada a la producción de biomasa corporal y la reproducción (Rosas et al, 2003), además nos permite calcular otros índices como la relación oxígeno/nitrógeno que nos da la posibilidad de inferir cual es el sustrato energético utilizado por los organismos (Mayzaud & Conover, 1988).

Frente a todo lo anteriormente mencionado, este trabajo busca entregar una estimación real de cómo afecta el tamaño de la presa (*Mytilus chilensis*) en el crecimiento somático de la jaiba marmola (*Cáncer (Metacarcinus) edwarssi*) a distintos tamaños de cefalotórax a través de un balance energético.

## **Hipótesis**

El potencial de crecimiento de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* es mayor en todas las tallas al ser alimentado con presas de mayor tamaño.

## **Objetivo general**

Determinar mediante un balance de energía, cual es el tamaño de presa que beneficie de mejor forma el crecimiento de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* en distintos tamaños de cefalotórax.

## **Objetivos específicos**

- Determinar la tasas de ingestión, absorción, respiración y excreción de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* a diferentes tallas, comparando 3 tallas de presa (*Mytilus chilensis*) distintas.
- Determinar la relación Oxígeno – nitrógeno y los índices potencial de crecimiento (SFG), Eficiencia de producción (K1) y Eficiencia de Crecimiento (K2) para *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* a diferentes tallas, comparando 3 tallas de presa (*Mytilus chilensis*) distintas.
- Determinar la talla de presa más adecuada, para cada talla de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*.

## 2.- METODOLOGÍA

### 2.1.- Diseño experimental

Se utilizaron cuatro diferentes tallas de jaiba marmola (*Cancer (Metacarcinus) edwardsii*) (<30, 50, 100, 140 mm longitud de cefalotórax), donde por cada talla, se separaron en tres grupos de 5 jaibas, donde a cada grupo se les ofreció una talla de presa distinta (*Mytilus chilensis* de <20, 30, 50 mm de largo de valva). Todas las combinaciones predador-presa, dejaron un total de 12 tratamientos posible a lo largo del experimento con cinco replicas cada uno.

El potencial de crecimiento se estimó cuantificando la tasa de ingestión, tasa de biodeposición, consumo de oxígeno y excreción de amonio aplicando un modelo bioenergético.

Este modelo bioenergético se basa en:  $P = C - F - R - U$

Donde:

C= Energía proveniente de la ingestión

F= Energía perdida en heces.

R= energía perdida en respiración

U= Energía perdida en excreción.

## **2.2.- Animales experimentales.**

Los animales de talla menor a 50 mm fueron obtenidos del sector de bahía Ilque, Puerto Montt, mientras que los mayores a este tamaño fueron capturados en el canal de Tenglo. Todo esto previa autorización de Subsecretaría de Pesca vía Pesca de Investigación.

## **2.3.- Aclimatación**

Cada replica se mantuvo separada en acuarios plásticos independientes de 22 l (Fig. 1), que recibían agua bombeada directamente del mar con 3 recambios completos de agua por hora. Cada individuo, fue alimentado durante una semana, con una presa diaria de un mismo grupo de talla. Al día siguiente, las heces y los restos de alimento fueron retirados.



**Figura 1: Sistema de aclimatación y mantención de jaibas durante el experimento (acuarios plásticos 21 l).**

En paralelo al experimento, se separó un grupo de choritos el cual fue medido y pesado con valvas y luego solo su carne, la cual fue puesta en crisoles de aluminio pre-pesados y congelados a -80°C para posteriormente ser liofilizados en un equipo LABCONCO, FreeZone<sup>2.5</sup> y obtener así una curva de relación entre el peso entero del chorito y el peso seco.

#### **2.4.- Cuantificación de la ingestión**

Con el fin de medir la cantidad de alimento realmente ingerido, cada chorito entregado durante la tarde, fue pesado y a través de la curva de relación entre peso entero y peso seco de la carne se estimó el alimento ofrecido.

A la mañana siguiente, en el momento de recoger las sobras no ingeridas por las jaibas, estas fueron lavadas con agua destilada para eliminar exceso de sales y luego guardadas en crisoles de papel aluminio previamente pesados en una balanza analítica y congeladas a -80°C para luego ser liofilizadas durante 48 horas y luego pesadas.

De esta forma, la tasa de ingestión fue medida con la siguiente formula:

$$Ingestion\ aparente = Peso\ seco\ Chorito\ (gr) - Peso\ seco\ restos(gr)$$

El resultado obtenido fue transformado a equivalentes energéticos usando el factor de conversión de 1gr de peso seco de carne de chorito = 21200 Joules

## **2.5.- Recolección de la biodeposición.**

Las heces fueron recogidas desde el fondo de las acuarios plásticos mediante pipeteo. Estas heces fueron lavadas con agua destilada para eliminar el exceso de sales y luego guardadas en papel aluminio y congeladas, para posterior liofilizado y pesaje.

El peso obtenido fue transformado a Joules y luego restado a la ingestión aparente para obtener la tasa de asimilación.

## **2.6.- Consumo de oxígeno.**

La medición de oxígeno se realizó a través de sistemas de respirometría cerrada, en donde los individuos fueron puestos en estanques herméticos llenos de agua de mar en normoxia sin burbujas de aire, más dos controles (estanques sin jaibas), con un micro sensor óptico de oxígeno (Presens modelo Microx TX-3) (Fig. 2) se midió la concentración inicial de Oxígeno en mg/l, luego se mantuvieron por un tiempo aproximado de dos horas para posterior medición de oxígeno final.

Para las jaibas de 100 y 160 mm se utilizaron baldes plásticos de 22 l, para las de 50mm cámaras de acrílico de 4 l y para las <30 mm frascos de vidrio de 1 l.



**Figura 2: Sensor óptico de Microx TX3 utilizado para medir la concentración de oxígeno.**

Para calcular la tasa de respiración se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{consumo de oxígeno} = \frac{DO_2 * (V_{\text{Agua}} - V_{\text{jaiba}})}{\text{Peso jaiba (gr)}}$$

Donde:

DO<sub>2</sub>: promedio de la concentración de mgO<sub>2</sub> inicial menos la final de los controles, restada a la concentración de mgO<sub>2</sub> inicial menos la final de la réplica. Expresada en una hora.

V= volumen en ml.

Los valores del consumo de oxígeno fueron expresados en mgO<sub>2</sub> \* Dia<sup>-1</sup> \* gr de jaiba<sup>-1</sup> y posteriormente transformados a equivalentes energéticos usando el factor de conversión de 1mgO<sub>2</sub> = 14,06 Joules (Gnaiger, 1983)

## **2.7.- Excreción de amonio.**

Posterior a realizada la respirometria, las jaibas eran puestas en los mismo estanques con un menor volumen de agua de mar, las jaibas de 100 y 160 mm en 6 l, las de 50 mm en 1 l y las <30 mm en 250 ml, en donde se dejaban por aproximadamente dos horas, para luego realizar la medición mediante el método Indophenol, según Koroleff, 1983, para el cual se debía preparar una curva de calibración con agua de mar destilada y una solución de trabajo  $W_s$ -amonio, sumado a muestras en triplicado de las réplicas y controles, a las cuales se les debía agregar 10ug de Buffer citrato, 10ug reactivo fenol y 10ug de reactivo DTT. Para posteriormente ser leídas en un espectrofotómetro (Multiscan Spectrum Thermo).

Los valores de excreción de amonio fueron expresados en  $\text{mgN} \cdot \text{Dia}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$  y luego transformados en su equivalente en energía, usando el factor de conversión  $1\text{mgN} = 24,87 \text{ Joules}$  (Elliot y Davison, 1978).

Luego de realizados todos los pasos tanto de cuantificación de la ingestión, biodeposición, consumo de oxígeno y excreción de amonio, las jaibas volvían a sus cajas donde se dejaban con alimento durante la noche para el próximo día realizar las mismas mediciones. Así durante 4 días continuos, para luego las jaibas ser medidas, pesadas y congeladas para posteriores análisis bioquímicos.

## 2.8.- Relación Oxígeno – Nitrógeno

La relación Oxígeno – Nitrógeno es utilizado como un indicador para saber qué sustrato metabólico está siendo oxidado preferentemente por el organismo para la obtención de energía (Dall & Smith, 1986). Si esta relación arroja valores entre 3-16 se está realizando catabolismo de proteínas puras, entre 17 y 50 mezclas de proteínas y lípidos, entre 50 y 60 igual cantidad de lípidos y proteínas, mientras que valores superiores a 60 indican el uso de lípidos y carbohidratos (Mayzaud & Connover, 1988). La relación oxígeno – nitrógeno se obtiene a través de la siguiente formula:

$$\frac{O}{N} = \frac{mol O^2 * 2}{mol N}$$

## 2.9.- Potencial de Crecimiento (SFG).

Este índice fisiológico se utiliza para calcular la energía que queda disponible para crecimiento o reproducción una vez cubiertas todas sus necesidades fisiológicas básicas como la respiración y la excreción. Para calcular SFG se debe utilizar las siguientes formulas:

$$P = C - F - R - U \quad Y \quad A = C - F$$

Donde:

C= Energía proveniente de la ingestión

F= Energía perdida en heces.

R= energía perdida en respiración

U= Energía perdida en excreción.

El coeficiente de producción (K1), es la relación entre la energía consumida y el SFG, mientras que K2 es la relación existente entre la energía asimilada y el SFG, a partir de esto obtenemos:

$$K1 = \left(\frac{P}{C}\right) * 100 \quad K2 = \left(\frac{P}{A}\right) * 100$$

Donde:

P= A-R-U

C= Energía consumida

A= Energía asimilada

## **2.10.- Análisis de datos**

Para el análisis de datos se utilizó el software MiniTab 1.6 aplicando Anova de una vía, para evaluar el efecto del tamaño de las jaibas sobre las variables cuantificadas. La homogeneidad de varianza de estos datos fue verificada a través del análisis de Bartlett y se utilizó test de Tukey para determinar diferencias entre grupos. Se consideró significativa las diferencias cuando  $p < 0,05$  (Zar, 1999). Para las variables que no pasaron la homogeneidad de varianza y no fue posible su normalización, se les aplicó un análisis no paramétrico (kruskal wallis).

Para evaluar el efecto del tamaño de presa sobre las diferentes variables se realizó una prueba de t-pareada considerando diferencias significativas cuando  $p < 0,05$ .

### 3.- RESULTADOS

#### 3.1.- Etapa experimental y aclimatación

De las 12 combinaciones posibles entre talla jaiba y talla presa, solo fueron posible realizar 7, las otras 5 quedaron excluidas debido a que los animales no lograron consumir o encontrar sus presas con regularidad diaria, por lo cual no permitió realizar el análisis para obtener el potencial de crecimiento expresado en Joules \* dia<sup>-1</sup> \* gr de jaiba<sup>-1</sup> (Tabla 1).

		Tamaño presa		
		<20 mm	30 mm	50 mm
Tamaño Jaiba	<30 mm	✓	X	X
	50 mm	✓	✓	X
	100 mm	X	✓	✓
	140 mm	X	✓	✓

Tabla 1: Posibles combinaciones talla de jaiba *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*- talla de presa *Mytilus chilensis*. ✓ = Fue posible realizar el análisis. X = No fue posible realizar el análisis.

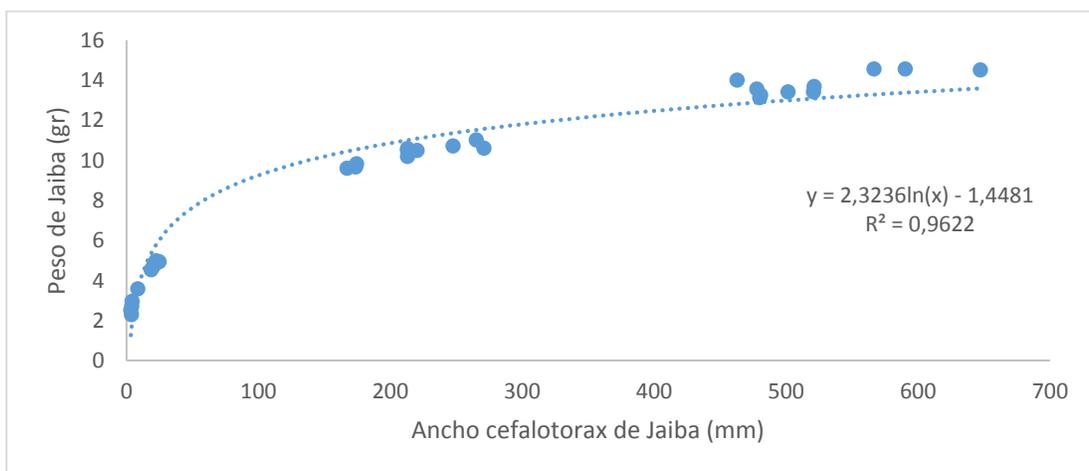


Figura 3: Relación entre tamaño en (mm) y peso (gr) de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* utilizadas en el estudio.

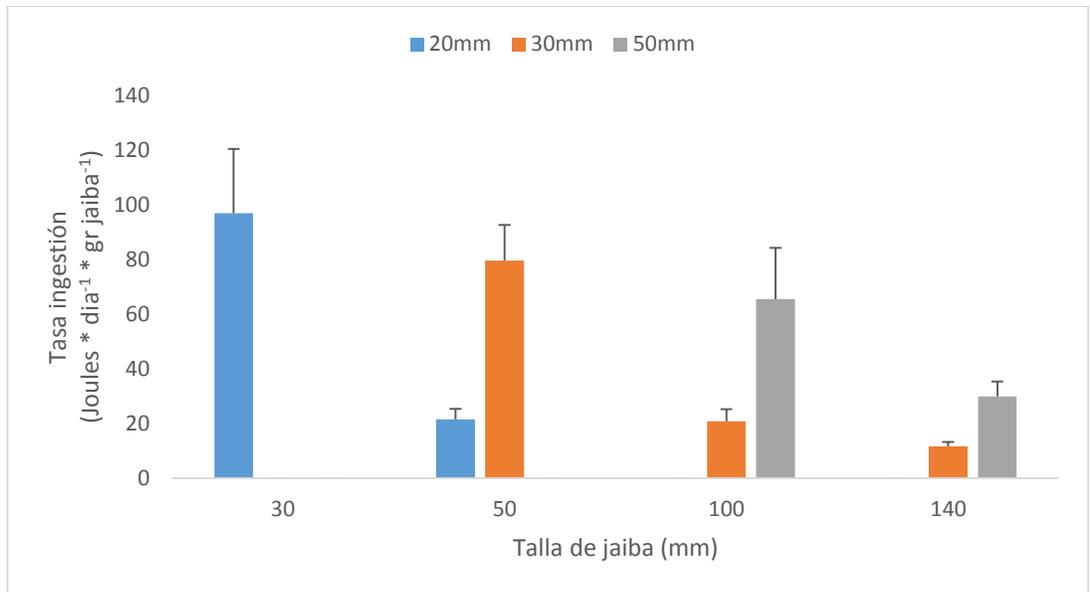
### **3.2.- Tasa de ingestión.**

#### **3.2.1.- Efecto de la talla del consumidor.**

La tasa de ingestión expresada en Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr de jaiba<sup>-1</sup> muestran una tendencia a disminuir a medida que aumenta el tamaño de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*. Encontrándose diferencias significativas entre las tres tallas de jaibas alimentadas con *Mytilus chilensis* de 30 mm (Anova 1 vía, p<0,05). Mediante Tukey, se obtuvo que la diferencia existe entre todas las tallas (p<0,05), siendo mayor con un promedio de 79,72 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup> la talla de 50 mm de cefalotórax, mientras que las tallas de 100 mm y 140 mm presentaron promedios de 20,84 y 11,65 respectivamente (Fig. 3). Esta misma tendencia es observada en los grupos de jaibas alimentadas con presas de 20 mm (Jaibas de 30 y 50 mm) y 50 mm (jaibas de 100 y 140 mm), las cuales al aumentar el tamaño de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* disminuye su tasa de ingestión (t-test, p<0,05).

#### **3.2.2.- Efecto de la talla de la presa**

Los resultados señalan en todos los casos que existen diferencias significativas en la tasa de ingestión obteniendo valores más altos al consumir presas de mayor tamaño (t-test, p<0,05), siendo la talla de jaiba de 50 mm la que presenta mayor diferencia entre las 2 tallas de presas consumidas, la cual alcanza 58,18 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>.



**Figura 4: Tasa de ingestión (Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>) para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

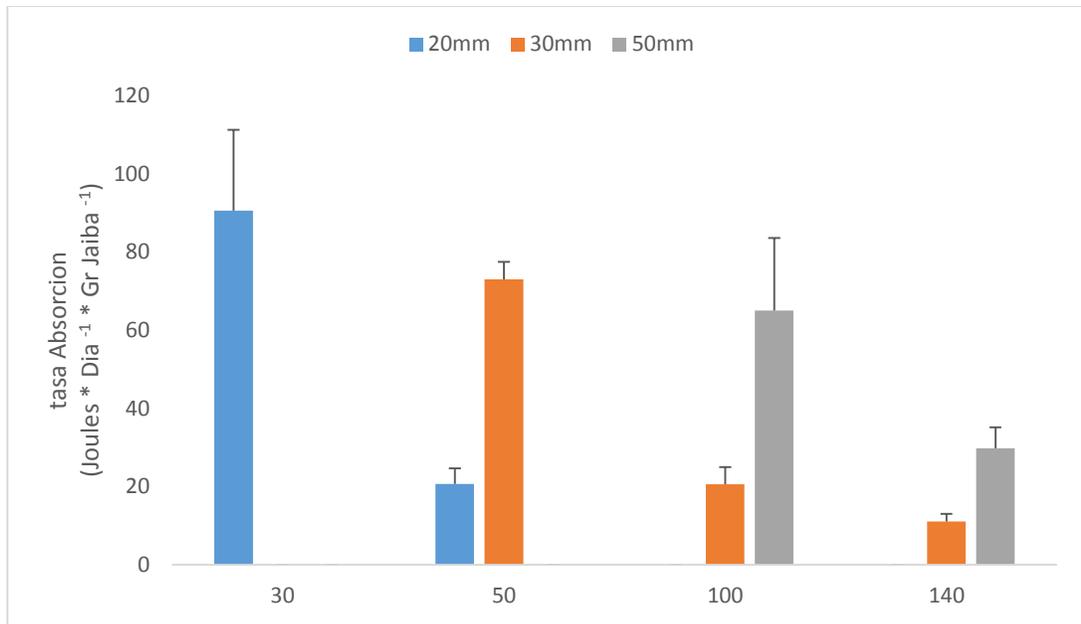
### **3.3.- Tasa de asimilación.**

#### **3.3.1.- Efecto de la talla del consumidor**

Los datos obtenidos de la tasa de absorción expresada en  $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr}$  de jaiba<sup>-1</sup> muestran una tendencia a disminuir a medida que aumenta el tamaño de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (Fig. 4). Encontrándose diferencias significativas entre las tres tallas de jaibas alimentadas con *Mytilus chilensis* de 30 mm (Anova 1 vía,  $p < 0,05$ ). Mediante Tukey, se obtuvo que la diferencia existe entre todas las tallas ( $p < 0,05$ ), siendo mayor con un promedio de  $76,76 \text{ Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$  la talla de 50 mm de cefalotórax, mientras que las tallas de 100 mm y 140 mm presentaron promedios de 20,61 y 11,11 respectivamente. Esta misma tendencia es observada en los grupos de jaibas alimentadas con presas de 20 mm (Jaibas de 30 y 50 mm) y 50 mm (jaibas de 100 y 140 mm), las cuales al aumentar el tamaño de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* disminuye su tasa de ingestión (t-test,  $p < 0,05$ ).

#### **3.3.2.- Efecto de la talla de la presa**

En general, la tasa de absorción presenta un comportamiento similar a la tasa de ingestión. Encontrándose también, que para las jaibas que consumieron dos tallas de presa los valores de absorción aumentan con tallas de presa más grandes, presentando diferencias significativas en los tres casos (t-test,  $p < 0,05$ ), siendo el de mayor diferencia la talla de 50 mm que presenta  $56,12 \text{ Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$  más al consumir una presa de 30mm de valva que al consumir una de 20 mm. (Fig. 4).



**Figura 5: Tasa de asimilación (Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>) para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

### **3.4.- Tasa de respiración.**

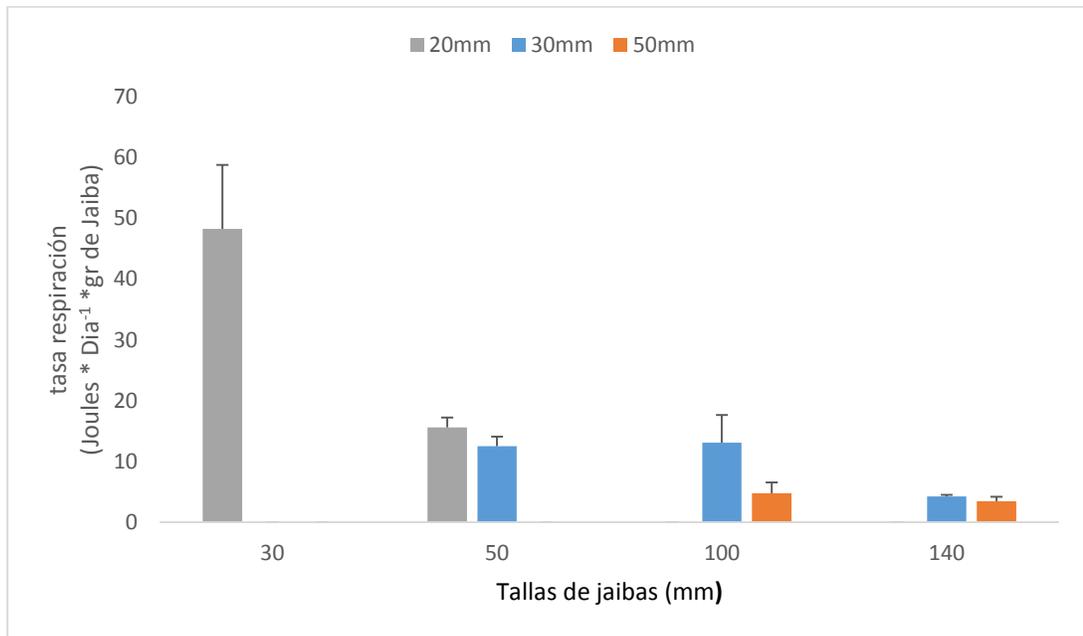
#### **3.4.1.- Efecto de la talla del consumidor.**

Los resultados presentan una tendencia a disminuir a medida que aumenta el tamaño de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*. Esto es reflejado en los grupos de talla 20mm y 50 mm de cefalotórax que al consumir presas de 20 mm presentan diferencias significativas (T-test,  $p < 0,05$ ). Para las tres tallas alimentadas con *Mytilus chilensis* de 30 mm también se encontraron diferencias (Anova 1 vía,  $p < 0,05$ ), las cuales mediante Tukey se identificó que las jaibas de 50 mm y 100 mm son estadísticamente iguales con promedios de 12,52 y 13,11 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup> respectivamente, siendo estos 2 grupos estadísticamente diferentes con las jaibas de 140 mm, las cuales presentaron en promedio 4,26 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>, evidenciando que la tasa de respiración para esta talla es menor (Fig. 5). En donde no se encontraron diferencias significativas fue en los grupos alimentadas con presas de 50 mm (T-test,  $p > 0,05$ ).

#### **3.4.2.- Efecto de la talla de la presa.**

En todos los tratamientos se encontraron diferencias significativas en la tasa de respiración, obteniendo valores más altos al consumir presas de menor tamaño (t-test,  $p < 0,05$ ), con excepción de jaibas de 30 mm de cefalotórax que sólo consumieron una talla de presa (20 mm). La mayor diferencia en la tasa de respiración, se observó en la talla de 100 mm, que al ser alimentada con

presas de 50 mm, su tasa de respiración fue 8,33 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup> menor que al consumir presas de 30 mm, mientras que la menor diferencia entre los promedios se dio en la talla de 140 mm donde fue solo de 0,7 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup> pero que también fue significativa ( $p < 0,05$ ) (Fig. 5).



**Figura 6: Tasa de respiración (Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>) para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

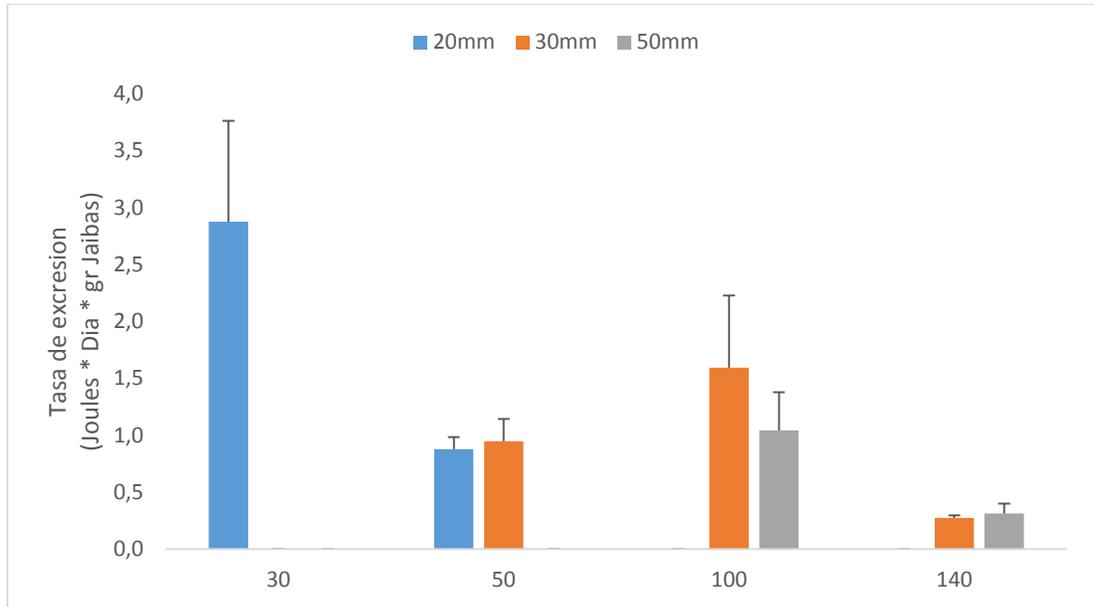
### **3.5.- Tasa de excreción:**

#### **3.5.1.- Efecto de la talla del consumidor.**

Si bien los resultados presentan una tendencia a disminuir a medida que aumenta el tamaño de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*, no siempre se pudo establecer diferencias significativas. Para los 2 grupos alimentados con presas de 20 mm si se encontró diferencias significativas (T-test,  $p < 0,05$ ). Entre las tres tallas de jaibas alimentadas con *Mytilus chilensis* de 30 mm (Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ), se estableció que no existe esta diferencia entre los grupos compuesto por las jaibas de 50 mm y 100 mm las que presentaron promedios de 1,59 y 0,94 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup> respectivamente. Siendo las jaibas de 140 mm significativamente diferente a los otros 2 grupos con un promedio 0,27 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup> (Fig. 6). Por su parte los grupos alimentados con presas de 50 mm (jaibas de 100 y 140 mm) no presentaron diferencias significativas (T-test,  $p > 0,05$ )

#### **3.5.2.- Efecto de la talla de la presa.**

Los resultados obtenidos demuestran que no existen diferencias significativas al alimentar con distintos tamaños de presas en ningún grupo de tallas de jaibas. (T-test,  $p < 0,05$ ). (Fig. 6).



**Figura 7: Tasa de excreción (Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>) para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

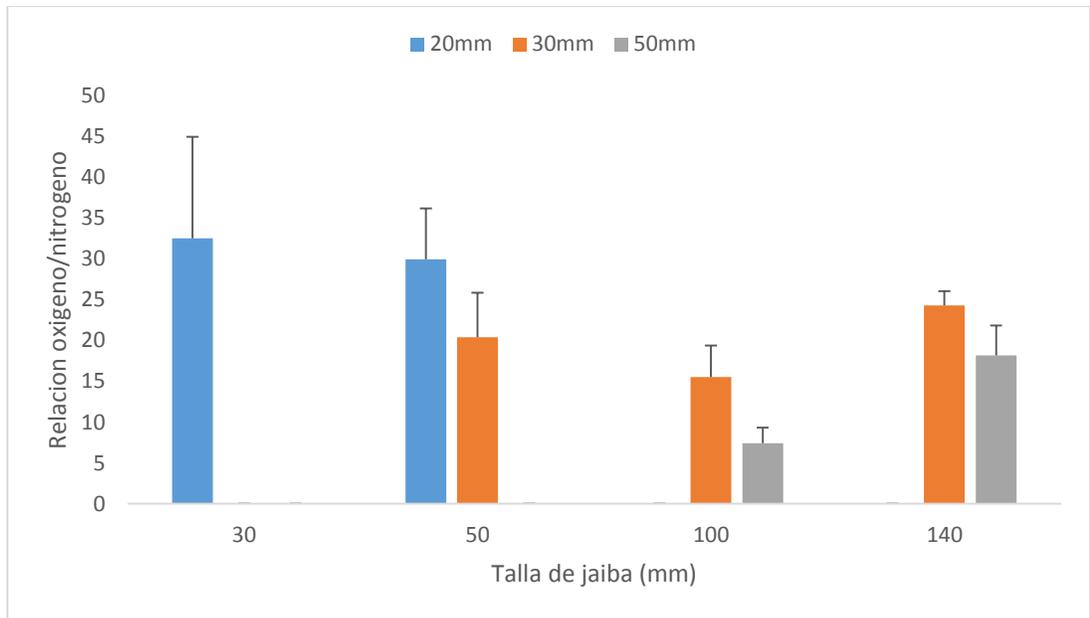
### **3.6.- Relación oxígeno/nitrógeno**

#### **3.6.1.- Efecto de la talla del consumidor**

Los resultados obtenidos no presentan una clara tendencia, en el caso de las jaibas de 30 y 50 mm alimentadas con presas de 20 mm, no existen diferencias significativas (T-test,  $p > 0,05$ ). Mientras al analizar las jaibas de distintas tallas que fueron alimentadas con presas de 30 mm de longitud de concha, se encontraron diferencias significativas (Anova 1 vía,  $p < 0,05$ ), la cual mediante Tukey, se pudo establecer que solo existía entre las jaibas de talla 100 mm y 140 mm de cefalotórax siendo esta última mayor con un promedio de 24,29 mientras que las de 100 mm presentaron un promedio de 15,52 (Fig. 7). Por su parte los grupos de jaibas alimentadas con presas de 50 mm también presentaron diferencias significativas (T-test,  $p < 0,05$ ), siendo mayor por 10,76 las jaibas de 140 mm sobre las de 100 mm.

#### **3.6.2.- Efecto de la talla de la presa.**

Se observó una disminución en los valores en la relación oxígeno/nitrógeno al aumentar el tamaño de la presa en todos los tratamientos, pero esta diferencia solo fue significativa para la talla de 50 mm y 100 mm de cefalotórax con diferencias en los promedios de 9,55 y 8,09 (T-test,  $p < 0,05$ ).



**Figura 8: Relación oxígeno/nitrógeno para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

### **3.7.- Potencial de crecimiento (SFG)**

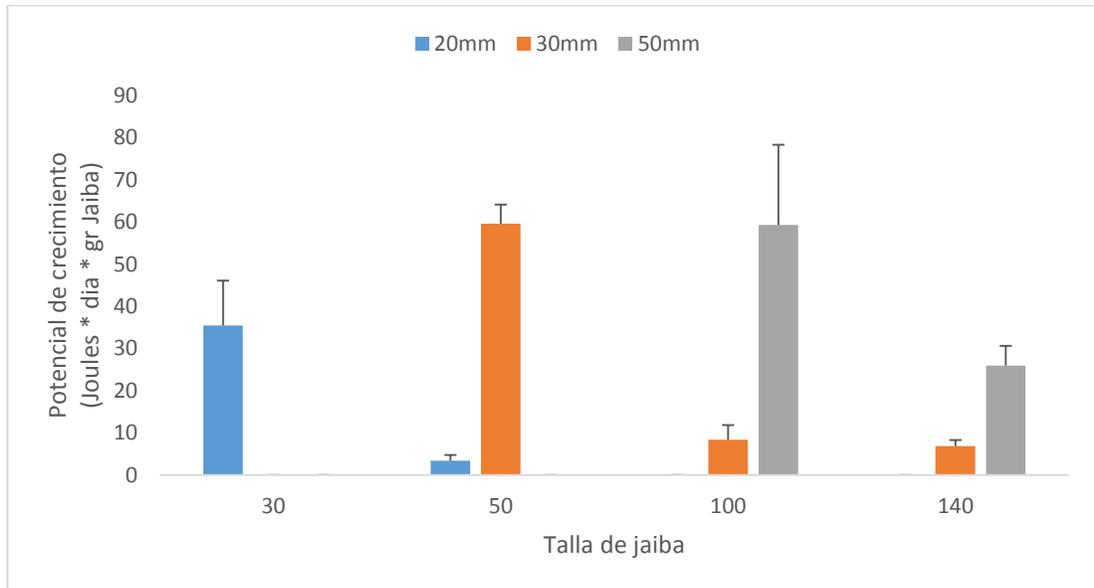
#### **3.7.1.- Efecto de la talla del consumidor**

Los resultados presentan una tendencia a disminuir el SFG a medida que aumenta el tamaño de las jaibas para todas las tallas de presa (Fig. 8), encontrándose diferencias significativas entre las jaibas de tallas 30 mm y 50 mm alimentadas con presas de 20 mm (T-test,  $p < 0,05$ ) y también entre las jaibas de 100 y 140 mm alimentadas con presas de 50 mm (T-test,  $p < 0,05$ ). Por su parte también se encontraron diferencias significativas entre las tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* alimentadas con presas de 30 mm (Anova 1 vía,  $p < 0,05$ ), las que mediante Tukey se encontraron en las jaibas de 50 mm que alcanzaron un promedio de  $63,29 \text{ Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ , siendo significativamente más altos que los otros 2 grupo formado por las jaibas de 100 mm y 140 mm, que no presentan diferencia entre ellos, con promedios de 8,40 y 6,85  $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$  respectivamente.

#### **3.7.2.- Efecto de la talla del consumidor**

Al evaluar el efecto de la talla de presa se encontraron en todos los casos diferencias significativas en el potencial de crecimiento (SFG) obteniendo valores más altos al consumir presas de mayor tamaño (t-test,  $p < 0,05$ ), presentándose la mayor diferencia en la talla de 50 mm de cefalotórax, que al ser alimentada con presas de 20 mm su potencial de crecimiento fue  $59,23 \text{ Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$  menor que al consumir presas de 50 mm, mientras que la talla de 100 mm obtuvo una diferencia en los promedios de  $52,62 \text{ Joules}$

\* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup> y las jaibas de 140 mm una diferencia de 19,11 Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>.



**Figura 9: Potencial de crecimiento (Joules \* día<sup>-1</sup> \* gr jaiba<sup>-1</sup>) para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

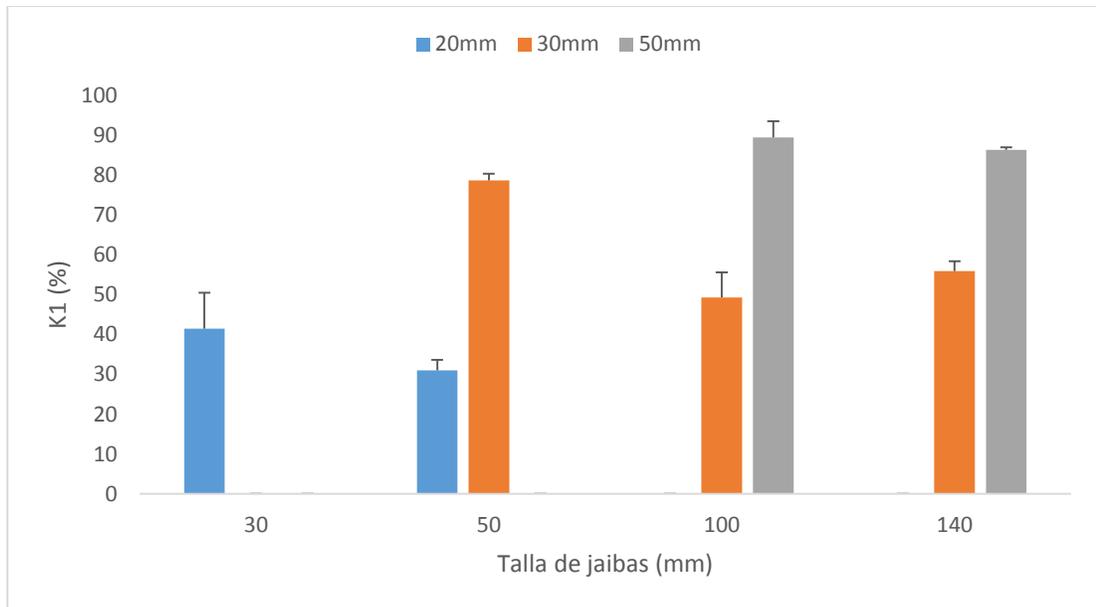
### **3.8.- Coeficiente de producción (K1)**

#### **3.8.1.- Efecto de la talla del consumidor**

Los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas entre los grupos de tallas de jaibas alimentados por presas de 20 mm (T-test,  $p > 0,05$ ), ni entre los grupos de jaibas alimentados con presas de 50mm (T-test,  $p > 0,05$ ). Mientras al evaluar las tres tallas de jaibas alimentadas con presas de 30 mm, se encontró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), las cuales mediante Tukey se obtuvo que el grupo de jaiba de 50 mm es estadísticamente diferente a los otros 2 grupos, obteniendo un promedio de 78,72%, mientras que las tallas de 100 mm y 140 mm presentaron promedios de 49,30 y 55,96 respectivamente, sin presentar diferencias significativas entre estos dos grupos (Fig. 9).

#### **3.8.2.- Efecto de la talla de la presa.**

Se obtuvo que al consumir mayores tamaños de presa, todos los tamaños de jaiba obtienen mayores valores de eficiencia de producción, siendo todos significativamente diferentes (t-test,  $p < 0,05$ ), presentando la mayor diferencia la talla de 50 mm que presenta 47,70% más al consumir una presa de 30mm de valva que al consumir una de 20 mm (Fig. 16), mientras las jaibas de 100 y 140 mm obtuvieron diferencias de 40,24% y 30,47%.



**Figura 10: Coeficiente de producción ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

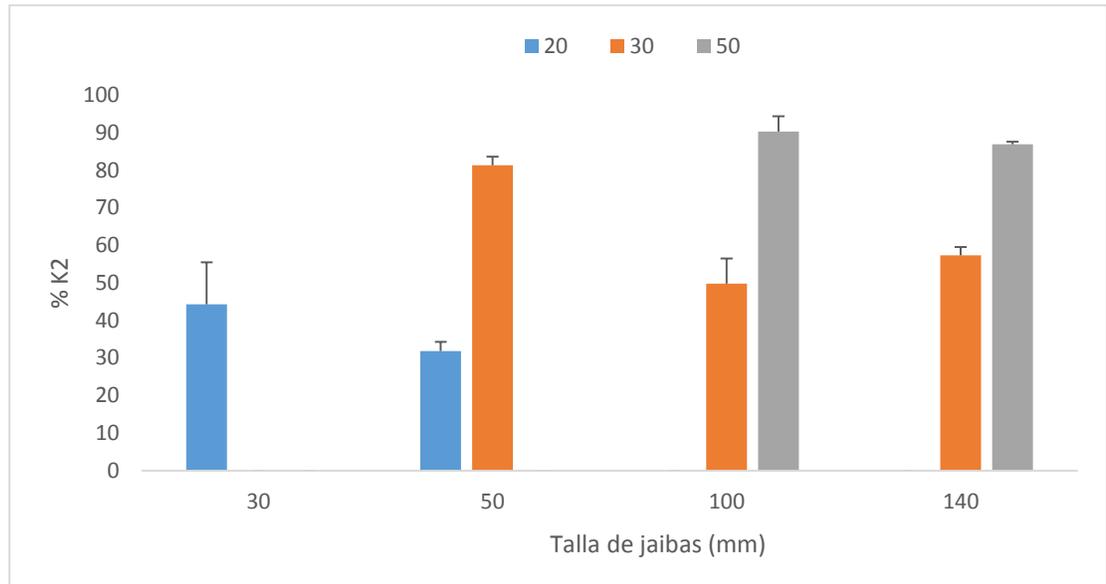
### **3.9.- Coeficiente de crecimiento (K2)**

#### **3.9.1.- Efecto de la talla del consumidor**

Los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas entre los grupos de tallas de jaibas alimentados por presas de 20 mm (T-test,  $p>0,05$ ), ni entre los grupos de jaibas alimentados con presas de 50mm (T-test,  $p>0,05$ ). Donde sí se obtuvo diferencias significativas fue en los datos obtenidos entre las tres tallas de jaibas alimentadas con *Mytilus chilensis* de 30 mm (Anova 1 vía,  $p<0,05$ ). Mediante Tukey, se obtuvo que la diferencia existe entre todas las tallas, siendo mayor con un promedio de 81,37% en la talla de 50 mm de cefalotórax, mientras que las tallas de 100 mm y 140 mm no presentaron diferencias estadísticas con promedios de 49,81 y 57,36 respectivamente (Fig. 10).

#### **3.8.1.- Efecto de la talla de la presa.**

Al evaluar el efecto del tamaño de la presa, en general se obtuvo que al consumir mayores tamaños de presa, los valores de eficiencia de producción aumentan significativamente en todas los grupos de jaibas (t-test,  $p<0,05$ ). Las mayores diferencia se encontraron en la talla de 50 mm con valores promedio de 49,48% más al consumir una presa de 30 mm de valva que al consumir una de 20 mm, mientras las jaibas de 100 y 140 mm obtuvieron diferencias de 40,47% y 29,55%.



**Figura 11: Coeficiente de crecimiento ( $\text{Joules} \cdot \text{día}^{-1} \cdot \text{gr jaiba}^{-1}$ ) para cuatro tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* (<30 mm, 50 mm, 100 mm, 140 mm), alimentadas con diferentes tamaños de presas (*Mytilus chilensis*). Valores promedios más desviación estándar. Barras azules = presas de 20mm, Barras naranjas = presas de 30 mm, barras grises = presas de 50mm.**

#### 4.- DISCUSIÓN

*Cancer (Metacarcinus) edwardsii* al igual que todos los depredadores tienen diversos criterios de selección de presa, el cual no necesariamente será el que tenga mayor abundancia o mayor disponibilidad, ya que entre los principales factores de selección de presa son las especies y los tamaños de los individuos (Stephens y Krebs, 1986).

Estudios realizados en *Cáncer setosus* alimentadas con presas de distinto tamaño de *Mytilus chilensis* indicaron que este decápodo estando en normoxia prefiere choritos de tamaño medio, no así los de tamaño pequeño que presentan una concha más blanda, por ende más fácil de romper ya que estos tienen la cantidad de tejido blando muy reducida. Por su lado las presas de tamaño mayor tienen conchas muy rígidas, por lo que romperla conlleva un mayor esfuerzo y mayor gasto energético (Cisternas et al, 2008). Esto puede explicar por qué no se logró obtener una ingesta diaria en todas las combinaciones tamaño predador-presa provista para este estudio, entendiendo así, que existen factores que limitan a la jaiba a consumir cualquier tamaño de presa, ya sea la insuficiencia de tejido blando, una imposibilidad físico-mecánica del depredador u otro factor. Es por esto, que se torna necesario generar un estudio complementario que presente las conductas de preferencia depredador-presa para poder generar un diseño que permita realizar análisis más completos y detallados.

En lo referente a la tasa de ingestión, al ser alimentadas las jaibas con presas de mayor tamaño presentaron diferencias en todos los casos sobre el 50%,

esto se puede relacionar con que lógicamente las presas de mayor tamaño poseen una mayor cantidad de tejido blando del cual pueden alimentarse y basándose en lo postulado por Steele y Perry, 1990, *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* consume entre el 6 y el 10% de su peso corporal al día, el cual solo fue alcanzado por las jaibas de <30 mm de cefalotórax que consumieron choritos de longitud de concha <20 mm (entre 9,0 y 4,4% del peso corporal), mientras que el siguiente tratamiento que estuvo más cercano solo alcanzo valores aproximados de 3% (jaibas 50 mm alimentadas con presas de 30 mm), bastante más atrás se encuentran las jaibas de 140 mm y 100 mm alimentadas con presas de 30 mm las cuales bordearon el 0,2 y 0,4% respectivamente.

Por lo tanto, se puede inducir que en la mayoría de los casos las jaibas comieron todo lo que alcanzaron en el tiempo en que estuvieron en contacto con el alimento y nunca alcanzaron la saciedad.

Al evaluar la tasa de absorción debemos considerar que se utilizó el método de Conover (1966), el cual mide la eficiencia de absorción "aparente", debido a que no hace correcciones por pérdidas endógenas. Considerar también que esta respuesta fisiológica es influenciada por distintos factores, los cuales pueden ser ambientales, composición bioquímica del alimento o el contenido calórico (Navarro & Iglesias, 1993), debido a esto es que estas mediciones tienen una alta imprecisión, principalmente porque los desechos estomacales (heces), tienen una digestión parcial la cual dificulta saber la cantidad realmente absorbida.

Estudios realizados en otro invertebrado marino (*Athyonidium chilensis*) (Ruiz et al, 2007), postula que al aumentar el tamaño de los individuos, aumenta el volumen del intestino, por lo cual podrían consumir y digerir una mayor cantidad de alimento que los individuos más pequeños. Es por esto que individuos de mayor tamaño pueden procesar más alimento e ingerir alimento que tenga un menor valor nutricional (Benavides et al. 1994).

Los valores de tasa de absorción se comportaron similar a los de la tasa de ingestión, esto pasa por el alto valor de la eficiencia de absorción que presento *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* la cual en todos los tratamientos obtuvo valores entre 80 y 100%, bastante similar a lo encontrado en otro crustáceo carnívoro (*Palaemon serratus*) que presenta valores entre 90,5 y 83,2 (Forster & Gabbott, 1971).

Las tallas menores fueron las que más  $\text{mgO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{gr de jaiba}^{-1}$  consumieron, alcanzando valores de 0,09 a 0,2  $\text{mgO}_2$  mientras que las tallas más grandes (140 mm) tuvieron valores de 0,008 y 0,01  $\text{mgO}_2$ .

Esta mayor respiración presentada en los individuos de menor tamaño es justificada por la gran cantidad de energía que necesitan estas jaibas para su mayor tasa de crecimiento, algo similar fue encontrado en *Cambarellus montezumae* por Rodriguez & Osalde, 2002. Justificándose también de esta forma, que para todas las tallas de jaibas que fueron alimentadas con 2 tallas distintas de chorito, su tasa de respiración fue significativamente superior cuando el alimento ingerido fue de menor tamaño.

En crustáceos la mayor parte del amonio excretado es producto del catabolismo de aminoácidos obtenidos a través de la dieta (Valdez et al. 2008), lo que nos permite inducir que no existirían diferencias entre las jaibas ya que todas fueron alimentadas con el mismo tipo de dieta. Por otra parte, las diferencias encontradas entre las tallas de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* alimentadas con presas de 30 mm se debe a otros factores como el tamaño corporal, el estadio del ciclo de muda y por factores extrínsecos como la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto (Needham, 1957). Recordar también que los crustáceos decápodos son amoniotélicos y liberan el amonio por simple difusión, principalmente por las branquias y en parte por la glándula antenal (Evans & Cameeron, 1986).

Según los rangos planteados por Mayzaud & Connover, 1988 para la relación Oxígeno: nitrógeno, las jaibas pequeñas y las más grandes (50 mm y 140 mm respectivamente) están catabolizando una mezcla de proteínas y lípidos, mientras las jaibas de 100 mm presenta valores que indican que solo metabolizan proteínas, considerando también la poca participación que tiene en el metabolismo energético de los crustáceos en general los lípidos y los carbohidratos (Claybrock, 1983).

A su vez, estadísticamente se observó que el tamaño de la presa solo afecta a las tallas más pequeñas ya que para los individuos de 140 mm de cefalotórax la relación oxígeno: nitrógeno fue prácticamente igual.

El potencial de crecimiento (SFG) calculado luego de transformar todas las respuestas fisiológicas en Joules, permite darnos cuenta que mientras menor

sea el tamaño de la jaiba su SFG será mayor, de esto se puede inferir que el crecimiento en jaiba marmola disminuye a medida que aumenta en edad, concordando con algo anteriormente publicado por distintos autores donde se explica que en crustáceos decápodos la muda ocurre cada vez con menor frecuencia a medida que adquieren mayor edad (Petriella y Boschi, 1997).

Considerando que los datos obtenidos entre SFG, la eficiencia de producción (K1) y la eficiencia de crecimiento (K2) siempre fueron positivos podemos entender que *Mytilus chilensis* es un alimento adecuado para *Cancer (Metacarcinus) edwardsii*, haciendo hincapié en que la talla de la presa será un factor muy importante a la hora de buscar que el crecimiento sea más rápido, ya que las diferencias encontradas en estos tres índices fisiológicos son significativamente mayor al tener una presa de mayor tamaño.

Se establece así que para *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* de 50 mm su mejor presa es la que tenga un largo de valva de 30 mm, mientras que para los individuos de 100 y 140 mm la mejor presa debe ser de 50 mm de largo. Estableciendo también que a pesar de consumir presas de menor tamaño el SFG también da positivo por lo cual también podrían presentar crecimiento.

## 5.- CONCLUSIÓN

- *Mytilus chilensis* es un alimento adecuado para *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* para un posible cultivo integrado, ya que el potencial de crecimiento fue positivo para todos los tratamientos estudiados.
- La tasa de ingestión y asimilación fueron mayores al consumir presas de mayor tamaño, sin embargo esto pudo ser afectado porque solo se entregó un individuo como presa y *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* no logro alcanzar saciedad.
- La tasa de respiración se ve influenciada en todos los casos por el tamaño de presa, no así por el tamaño del consumidor que solo presento diferencias en algunas tallas.
- La tasa de excreción se ve influenciada por el tamaño del consumidor, no así por sobre el tamaño de la presa.
- La relación oxígeno: nitrógeno indica un metabolismo principalmente de proteínas.
- El potencial de crecimiento es positivo en todos los tratamientos probados, pero menor con presas de menor tamaño.
- Los resultados alcanzados en este trabajo, permite aceptar la hipótesis de que el potencial de crecimiento es mayor en todas las talla de *Cancer (Metacarcinus) edwardsii* al ser alimentadas con presa de mayor tamaño, en este caso *Mytilus chilensis*.

## 6.- BIBLIOGRAFIA

- ASOCIACIÓN EMPRESARIAL DE PRODUCTORES DE CULTIVOS MARINOS (APROMAR), 2004. La acuicultura en el mundo, informe de Mayo 2004, España.
- BENAVIDES AG, CANCINO JM & OJEDA FP. 1994. Ontogenic changes in the diet of *Aplodactylus punctatus*(Pisces: Aplodactylidae); and ecophysiological explanation. *Marine Biology* 118: 1-5.
- CAMPOS, G. 1992. Cultivo artesanal de jaibas (*Cancer edwardsii* Bell, 1835) a partir del reciclaje de desechos de la industria salmonera. Informe de práctica para optar al Título de Técnico en pesquerías, Instituto profesional de Osorno. 42 pp.
- CARLOS ROSAS, ADOLFO SÁNCHEZ, MA. EUGENIA CHIMAL, ROBERTO BRITO. 2003. Manual de Métodos para la Evaluación del Balance Energético en Crustáceos. FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.
- CISTERNA J, SALDÍAS G, CÁCERES C. Efecto de la hipoxia en la conducta de forrajeo de *Cancer setosus*(Molina, 1782) (Crustacea: Decapoda) alimentado con *Mytilus chilensis* (Hupé, 1854). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(2): 419-423.
- Claybrook, D.L., 1983. Nitrogen metabolism. In Mantel L.H. (edi). *The biology of Crustacea Vol 5. Internal Anatomy and physiological regulation*. Academic Press, New York: 163-213.
- Evans DH & JN Cameron. 1986. Gill ammonia transport. *J. Exp. Zool.* 234: 17-23.

- FAO, 2004. consideraciones socioculturales al introducir la técnica de agro-acuicultura integrada.
- FORSTER, J.M. & GABBOTT, P.A. 1971. The assimilation of nutrients from compounded diets by the prawns *Palaemon serratus* and *Pandalus platyceros*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 51: 943-961.
- Koroleff, F. & Grasshoff, K. 1983. Determination of nutrients. Determination of ammonia. In: *Methods for Seawater Analysis* (ed. Grasshoff, K. Ehrhardt, M. and Kremling, K.). Weinheim, Germany. Verlag Chemie GmbH.
- LEE, D. WICKINS, J. 1997. *Cultivo de crustáceos*. 1a ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- MAYZAUD, P. & R. J. CONOVER. 1988. O:N atomic ratio as a tool to describe zooplankton metabolism. *Marine Ecology Program Serie* 45: 289–302.
- Navarro E. y Iglesias J.I.P. 1993: "Infaunal filter-feeding bivalves and the physiological response to short-term fluctuations in food availability and composition". In: *Bivalve Filter Feeders in Estuarine and Coastal Ecosystem Processes*. Nato ASI Series, Vol. G 33
- Needham, A.E. 1957. Factors affecting nitrogen excretion in *Carcinus maenas*. *Physiol. Comp. Oecol.*, 4: 209–239.

- OLGUÍN, A. 2006. Especies Bentónicas de Importancia Comercial 2006. Serie-Chile: Recursos Pesqueros N° 2. Valparaíso, Chile: IFOP. 28 p.
- Petriella A. y Boschi E, 2007. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina, Invest. Mar. Valparaíso, 25: 135-157, 1997.
- RODRÍGUEZ Y OSALDE, 2002. Balance Energético del Acocil *Camberellus montezumae* (Saussure) (Crustacea: Astacidae: Cambaride) Pérdida de Energía en la Tasa Metabólica. Revista: Universidad y Ciencia 2002 36(18).
- RUIZ F, IBAÑEZ C, CACERES C. 2007. Morfometría del tubo digestivo y alimentación del pepino de mar *Athyonidium chilensis*.
- STEELE, P. PERRY, H. 1990. The blue crab fishery of the gulf of México, United States: a Regional Management Plan. Gulf States Marine Fish. Comm. USA.
- STEPHENS DW & JR KREBS (1986) Foraging theory. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 247 pp.
- Valdez G, Díaz F, Sierra E. 2008. Efecto de la salinidad sobre la fisiología energética del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone). Hidrobiológica vol.18 no.2 México ago. 2008.
- Wieser, W. 1986. Bioenergetik. Energietransformationen bei Organismen. 1st edition. New York: Georg Thieme Verlag Stuttgart.

- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis, 4th edition. Prentice Hall International, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.