

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE ACUICULTURA**



**“EFECTO DE CUATRO TIPOS DE REFUGIO EN EL CRECIMIENTO Y  
SOBREVIVENCIA EN JUVENILES DE CAMARÓN DE RÍO DEL SUR**

***Samastacus spinifrons, Philippi 1882”***

**Tesis de Grado presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de Licenciado  
en Ciencias de la Acuicultura.**

**CAROLA MACARENA DEL PILAR PINEDA ZÚÑIGA**

**TEMUCO**

**2005**

## ÍNDICE

Resumen.....	1
Summary.....	2
<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Antecedentes Bibliográficos.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>13</b>
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos Específicos.....	13
<b>4. Hipótesis.....</b>	<b>14</b>
<b>5. Materiales y Métodos.....</b>	<b>15</b>
5.1. Diseño Experimental.....	20
5.2 Preparación de la Dieta.....	23
5.3 Puesta en Marcha del Bioensayo.....	25
5.4 Parámetros Evaluados.....	26
5.4.1 Parámetros Zootécnicos.....	26
5.4.1.1 Crecimiento.....	26
5.4.1.2 Crecimiento en Longitud Total Individual (mm).....	26
5.4.1.3 Crecimiento en Peso (g).....	26
5.4.1.4 Porcentaje de Crecimiento Diario (SGR).....	27
5.4.1.5 Biomasa Total.....	27
5.4.2 Variables Nutricionales.....	27
5.4.2.1 Factor de Conversión.....	27
5.4.2.2 Eficiencia de Conversión.....	28
5.4.3 Porcentaje de Supervivencia.....	28

5.5 Análisis Estadístico.....	29
<b>6. Resultados.....</b>	<b>30</b>
6.1 Crecimiento.....	30
6.1.1 Crecimiento en Longitud Total Individual (mm).....	30
6.1.2 Crecimiento en Peso (g).....	31
6.1.3 Porcentaje de Crecimiento Diario (SGR).....	32
6.1.4 Biomasa Total.....	33
6.2 Variables Nutricionales.....	33
6.2.1 Factor de Conversión.....	33
6.2.2 Eficiencia de Conversión.....	34
6.3 Supervivencia.....	34
<b>7. Discusión.....</b>	<b>36</b>
<b>8. Conclusión.....</b>	<b>41</b>
<b>9. Bibliografía.....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tipos de refugios utilizados para juveniles de <b><i>Samastacus Spinifrons</i></b> .....	19
Tabla 2. Porcentajes de inclusión de los ingredientes en la dieta utilizada para la alimentación de juveniles se <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> , durante el bioensayo.....	23
Tabla 3. Análisis proximal de alimento para juveniles de <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> , utilizado durante el bioensayo.....	24
Tabla 4. Longitud y peso total individual de juveniles de <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> , en los diferentes muestreos, a lo largo del periodo experimental, según tratamiento.....	30
Tabla 5. Parámetros evaluados en juveniles de <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> durante el bioensayo, para los distintos tratamientos.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista del tratamiento ladrillo.....	16
Figura 2. Tratamiento de Tubos de PVC.....	16
Figura 3. Vista del tratamiento de malla.....	17
Figura 4. Vista superior del tratamiento Individual.....	17
Figura 5. Vista del tratamiento Control.....	18
Figura 6. Vista superior del sistema de cultivo de juveniles de <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> .....	20
Figura 7. Longitudes totales individuales (mm) por tratamientos, durante el bioensayo en juveniles de <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> .....	31
Figura 8. Peso total individual (g) por tratamiento, durante el bioensayo en juveniles de <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> .....	32
Figura 9. Porcentaje de sobrevivencia en juveniles de <b><i>Samastacus spinifrons</i></b> en los distintos tipos de refugios.....	35

## RESUMEN

En las dependencias de la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco, entre el 01 de septiembre y 02 de diciembre del 2004, se llevó a cabo un experimento que consistió en evaluar la influencia de 4 tipos de refugios (individual, malla de cebolla, tubos de PVC y ladrillo) y un control (sin refugio) sobre el crecimiento y la sobrevivencia de juveniles, de 45 días de edad, de *Samastacus spinifrons*.

Cada tratamiento tuvo 3 réplicas, y una densidad inicial de 132 individuos/m<sup>2</sup>. Se pusieron 2 refugios por cada juvenil. Diariamente se registró la mortalidad y se les suministró alimento.

Se evaluó el crecimiento, el factor de conversión, la eficiencia de conversión y la sobrevivencia. Se pudo constatar que la utilización de uno u otro tipo de refugio no provocan diferencias significativas estadísticamente.

Los mejores resultados se consiguieron con el tratamiento ladrillo y los resultados más bajos con el tratamiento individual.

El tratamiento control registró los incrementos más altos en longitud total y peso individual, pero una baja sobrevivencia.

## SUMMARY

In the dependences of The School of Aquaculture in the Temuco's Catholic University, between September 01 and December 02, 2004, it realized an experiment that consisted of evaluating the influence of 4 types of refuges (individual, mesh of onion, PVC's pipes and brick) and a control (without refuge) on the growth and the survival of juvenile, of 45 days of age, of ***Samastacus spinifrons***.

Every treatment had 3 replies, and an initial density of 132 individuals/ m<sup>2</sup>. They put on 2 refuges for every juvenile. Every day the mortality was registered and I give them food.

There was evaluated the growth, the factor of conversion, the efficiency of conversion and the survival. It was possible to state that the addition of one or another type of refuge they do not provoke significant difference statistically.

The best results obtained with the treatment brick and the lowest results with the individual treatment.

The treatment control registered the highest increases in total length and individual weight, but a fall survival.

## 1. INTRODUCCIÓN

La acuicultura en nuestro país se ha consolidado dentro del desarrollo socio-económico nacional, como lo demuestra la instalación de nuevos centros de cultivos de peces, centros de cultivos de algas, moluscos y ostras. Es posible pensar entonces en la posibilidad de abrir nuevas líneas de inversión con organismos acuáticos susceptibles de ser cultivados, entre los que se encuentran los camarones de río. Estos son alimentos de lujo que comandan altos precios (Alvarado ,1995).

Las importaciones de camarones en Chile han tenido un comportamiento más dinámico que la evolución mundial; esto se explica principalmente por un aumento del poder adquisitivo en la última década y un significativo mejoramiento de la infraestructura de la cadena de frío en supermercados ([www.camaronderiodelsur.cl](http://www.camaronderiodelsur.cl), 2004).

La producción mundial de camarones ascendió a 4,2 millones de toneladas en el año 2001 y creció en un 1% con respecto al año anterior; aproximadamente el 31% de la producción camaronera (1,3 millones de toneladas) tuvo su origen en la acuicultura. Más de las tres cuartas partes de la oferta mundial de camarón de cultivo provienen del continente asiático (Corporación Colombia Internacional, 2004).

Los principales importadores de camarón (incluyendo de pesca y de cultivo) son Estados Unidos y Japón que, respectivamente, responden por el 33% y el 25%

de las importaciones mundiales; también se destaca España, Francia, Canadá, Italia y Reino Unido ([www.camaronderiodelsur.cl](http://www.camaronderiodelsur.cl), 2004).

Los mayores intentos para criar camarones, del modo que se cría la trucha, han fracasado debido a las dificultades provenientes de la naturaleza del animal: su canibalismo, la susceptibilidad a enfermedades y especialmente al amplio y variado número de predadores. Se ha estimado que en el medio natural menos del 10% de las larvas alcanza la madurez.

La astacicultura, planteada como la producción de camarones en cautiverio, se practica exitosamente en el Hemisferio Norte y Australia, ya sea en una forma extensiva (ranching) o semi-intensiva, siendo menos frecuente los métodos intensivos.

Considerando que la actividad agrícola de la zona sur de Chile, especialmente a nivel de pequeños productores, atraviesa por dificultades derivadas de su baja rentabilidad, el cultivo del camarón de río constituye una alternativa interesante y complementaria, que puede agregar valor a suelos inundables de bajo valor y productividad, transformándolos en suelos productivos rentables.

Esta situación presentaría a este cultivo como una interesante y real alternativa productiva en la zona sur de Chile, en el marco de la diversificación acuícola y la necesaria reconversión y diversificación agrícola (Fundación Chile, 2003).

En las aguas continentales de Chile habitan cuatro especies de la familia Parastacidae: ***Parastacus pugnax*** (Poeppig, 1835), ***Parastacus nicoleti*** (Philippi, 1882), ***Virilastacus araucanius*** (Faxon, 1914) y ***Samastacus spinifrons*** (Philippi,

1882); distribuídas entre el río Aconcagua y la península de Taitao. El camarón de río ***Samastacus spinifrons*** (Philippi, 1882), es una especie endémica del sur de Chile. Las especies de *Parastacus* son excavadoras, habitan aguas subterráneas al igual que ***Virilastacus araucanius***, en cambio ***Samastacus spinifrons*** habita ríos y lagos (Riek, 1971 y Hobbs, 1991, en Rudolph, 2002).

***Samastacus spinifrons*** habita cursos de agua dulce, preferentemente ríos con abundante vegetación cuyos sistemas radiculares ofrecen apropiados refugios. Son organismos fotóobos, ubicados en sitios donde reina una oscuridad casi constante (Arrignon, 1985, en Rudolph, 1996), presentando hábitos nocturnos de alimentación, principalmente omnívora.

En esta especie se distinguen dos morfologías corporales según la procedencia de los ejemplares: Los individuos de poblaciones fluviales tienen una complexión robusta, gruesa y pesada, con periópodos relativamente cortos y gruesos y su coloración es, generalmente, café o gris-verde oscuro; La ornamentación del caparazón es roma y poco prominente. Los ejemplares provenientes de poblaciones lacustre son de complexión liviana, con periópodos, antena y rostro alargado. El caparazón es delgado, semitransparente y la coloración tiende a ser café amarillento o castaño claro.

Las poblaciones de estas especies, debido al buen sabor de la carne y a la relativa facilidad de la captura de sus ejemplares, están siendo sometidas a una intensa explotación para consumo humano sin respeto por vedas, tallas mínimas de extracción ni por las hembras ovígeras. Su comercialización se realiza

junto a las carreteras al paso de los vehículos o en ciudades de la zona centro-sur del país (Rudolph 1996).

En los últimos años, el interés por diversificar la acuicultura nacional ha incrementado la demanda por información biológica básica y al mismo tiempo ha estimulado la realización de nuevos estudios bioecológicos. De las cuatro especies presente en nuestro país, sólo ***Samastacus spinifrons*** presenta características biológicas que hacen de ella la especie más atractiva para la acuicultura (Rudolph, 2002).

## 2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

En los ríos, ***Samastacus spinifrons*** se ubica de preferencia en las zonas de remansos, entre la vegetación de las orillas, donde excava cuevas ribereñas poco profundas e individuales, o bien se refugia bajo troncos, palos o piedras. En las zonas más profundas de los ríos excava refugios bajo piedras o bien aprovecha grietas y fisuras del sustrato para refugiarse. En los "pitranco" -vegetación arbórea emergente formada principalmente por "pitra" (*Myrceugenia exsucca* DC)- de algunos ríos, se refugia entre las raíces de los árboles. En los lagos, ***Samastacus spinifrons*** se sitúa preferentemente por debajo del litoral y sublitoral. Cerca del litoral ocupa refugios bajo piedras y troncos sumergidos pero en las profundidades del lago excava refugios en el sedimento blando (Jara, 1994 en Rudolph, 1996). Según Bahamonde et al. (1998, en Rudolph 2002) el hábitat de esta especie está siendo alterado por contaminación, por modificación de la vegetación ribereña y de las macrófitas acuáticas, y por modificaciones físicas causadas por la extracción de áridos.

En condiciones de cautiverio, i.e., en acuarios de acrílico con agua de río de recambio diario y aireación permanente, y con tubos de PVC de 12 cm de longitud y 5 cm de diámetro como refugios, los ejemplares adultos de ***Samastacus spinifrons*** permanecen, durante las horas luz, quietos al interior de sus refugios, desplegando hacia afuera las antenas y ocasionalmente las quelas del primer par de pereiópodos. Durante el crepúsculo y las horas de oscuridad, se muestran más activos, abandonan sus refugios para alimentarse y eventualmente buscar pareja. Los juveniles muestran un comportamiento similar, con la diferencia que durante las

horas luz se muestran más activos que los adultos. Las hembras ovígeras por lo general se desplazan con el abanico caudal plegado hacia adelante, formando de esta manera una cámara protectora de sus huevos (Rudolph e Iracabal 1994, en Rudolph 2002).

***Samastacus spinifrons*** es la especie que tiene mayor fecundidad, que alcanza mayores tallas y pesos y por consiguiente mayor rendimiento en carne. Además, habita aguas abiertas, por lo cual presenta mayores tasas de sobrevivencia en cautiverio. Estas características, similares a las que presentan algunos astácidos del hemisferio norte que actualmente se cultivan con éxito, hacen de ella la especie más atractiva para la acuicultura nacional (Rudolph, 1996).

Según Augsburger (2003), se probó la malla “rachell” como refugio en lagunas de experimentación de 50 m<sup>2</sup>, comprobándose su desempeño con otro tipo de refugios, confirmándose el buen resultado de éste sistema.

Los refugios de los cangrejos son hechos de encañados, ladrillos huecos, haces de ramas, o incluso refugios fabricados especialmente con este fin. Es primordial instalar en cada estanque, para engorde, tantos refugios individuales como número de hembras hayan en su interior con el fin de evitar al máximo la rivalidad y el canibalismo.

En la instalación de refugios para los adultos se utilizan trozos de PVC de 40 a 50mm de diámetro, en función del tamaño de los reproductores se pueden colocar también trozos de encañado de barro y ladrillos huecos, siempre que el lado del orificio mida 50 mm (Auvergne, 1982).

Alrededor del margen del estanque se colocan ladrillos que suministren escondrijos efectivos a los juveniles y nuevos escondites extras, de diversos materiales, pueden distribuirse a lo largo del fondo al azar. Pueden ser mangueras destrozadas, cañerías de plásticos, conducciones de aire rotas o incluso láminas de plásticos ondulados tipo Uralita, cualquier cosa que provea de un techo al cangrejo. Se ha sugerido la posibilidad de usar ollas de cocina o peroles como los hechos de plásticos entrelazados, con la forma de un balón, por parecer excelentes para suministrar refugios a los juveniles.

Cualquiera que sea el material usado como escondrijo, nunca deberá usarse en una escala menor a dos o cuatro unidades por cada juvenil potencial. Es mejor que puedan elegir entre una abundancia de escondite y también que no puedan verse uno a otro todo el tiempo (Groves ,1990).

Para aplacar el comportamiento agresivo y defensa del territorio de los juveniles y reducir las pérdidas por canibalismo, puede suministrarse en los tanques un sustrato adicional con forma de red o de rodillos de red dispuestos longitudinalmente.

En los estanques de producción se han usado diversos materiales tales como el bambú, los ladrillos y las tuberías para suministrar escondrijos para los camarones y reducir la interacción agresiva (Lee y Wickins ,1997).

Según Hixon y Menge (1991); Caley y St. John (1996) y Jones y Syms (1998), (en Corkum, L. y Cronin, D. 2004), el suministro de refugios proporciona una estructura de hábitat que puede mediar el resultado de la competencia, a fin de ganar o perder, sobre el predador.

Para las langostas se emplean refugios artificiales, con un número correspondiente entre 75 y 100 % de la cantidad de animales a sembrar. Existen bloques de ladrillos, botellas plásticas, saco de alimento balanceados, entre otros.

El empleo de refugios se basa en la necesidad de proveer de una mayor superficie de protección para cada animal, reduciendo fuentes de estrés que pueda disminuir el crecimiento o sobrevivencia, debido al alto territorialismo de esta especie acentuado en la fase juvenil (Sennatore, 1998).

El crecimiento y la sobrevivencia de los juveniles se ve limitada debido a la ausencia de acceso a un alimento adecuado y por efectos del canibalismo que se produce entre los individuos. Cualquier hábitat que provea mayor superficie, manteniendo un adecuado flujo de agua, y un acceso al fondo de los tanques para su alimentación, hará mejorar la sobrevivencia. Algunos sustratos han sido utilizados con éxito, como las pantallas de malla de fibra de vidrio, las telas de sombrear o las bolsas de malla utilizadas para el embalaje y venta de cebollas o citrus (Copello, 2004).

En los estanques para juveniles de ***Cherax quadricarinatus*** se acomodan con refugios que pueden consistir en ladrillos huecos con aberturas varias o bien, tubos de PVC, unidos de mayor a menor (1 tubo/individuo es el óptimo). También son ampliamente utilizados trozos de redes o bolsas tipo cebolleras, donde los animales buscan refugio y obtienen alimento del perifiton, un vez establecido. Este método aumenta la posibilidad de sobrevivencia en el caso de los juveniles (disminuye el canibalismo) y facilita su cosecha (Dirección de Acuicultura, 2004).

Los refugios atractivos y efectivos son esenciales en un sistema de cría (Mason 1979, Gydemo 1989 y Celada et al. 1993 en Sáez-Royuela et al., 2001).

Los camarones de agua dulce crecen, como todos los crustáceos, al momento de la muda del caparazón, quedando el cuerpo blando, durante un breve período. Es imprescindible entonces, ofrecerles refugios que aseguren su mayor sobrevivencia. Por tratarse de animales que ejercen el canibalismo (sobre los ejemplares blandos al cambio de caparazón), los refugios deben colocarse en abundancia. Una buena cantidad de refugios, mejora sustancialmente la producción, tanto en crecimiento como en sobrevivencia de los individuos. Los tipos de refugio empleados al inicio de los cultivos en Australia, consistían en cubiertas de auto, pero posteriormente fueron eliminados, por tratarse de elementos que liberan cadmio, pudiendo afectar el agua así como a los propios animales bajo cultivo, por contaminación. Los mejores refugios para el caso de los pequeños camarones de agua dulce, suelen ser las bolsas de tela plástica para cebollas, que permiten además, cosechar a los pequeños individuos con facilidad; aunque también puede tratarse de refugios contruidos con material de redes de desecho. Para el caso de los juveniles ya en fase de engorde o en el caso de reproductores, los mejores refugios, se construyen con tubos en PVC, de cerca de 10 - 20 cm de largo y un diámetro acorde a la talla de los individuos bajo cultivo. Se unen varios de estos tubos, formando un triángulo, de mayor a menor (por ejemplo, cinco tubos en la base, cuatro en la segunda hilera y disminuyendo en las sucesivas). También pueden confeccionarse con botellas u otros contenedores apropiados de material plástico, manipulados al calor, de precio más bajo y que facilitan el escondite (Sagpya ,2004).

Además de una alimentación adecuada, la densidad de camarón de agua dulce y el número de refugio son considerados entre los factores más importantes que afectan la producción en los sistemas intensivos y/o semi-intensivos. La actividad agresiva disminuye con el incremento de refugios y alimento disponible (Capella y Hamilton 1984, en Kozák et al., 2000).

Los refugios son un recurso muy importante para los camarones de agua dulce ya que disminuye el riesgo de predación. Hobbs (1975) incluso sugirió que la disponibilidad de refugio es el “principal recurso cuello de botella” en un sistema de cultivo (Kozák et al., 2000).

Por otro lado, actualmente en la Astacicultura Chiloé, se están usando tubos de PVC en juveniles de ***Samastacus spinifrons*** en una relación 1 individuo: 2 refugios.

Ellos no están usando el ladrillo como refugio por su costo, peso, estética y manejo (Alvarado, 2005, comunicación personal).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL:

Conocer el efecto de 4 tipos de refugio en el crecimiento y sobrevivencia en juveniles de ***Samastacus spinifrons*** en bateas plásticas.

#### 3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Aplicar 4 tipos de refugios (ladrillo princesa, malla para cebolla, tubos de PVC y refugios individuales) al cultivo de juveniles de ***Samastacus spinifrons*** en bateas plásticas.
- Evaluar la influencia de los tipos de refugios en el crecimiento de los juveniles de ***Samastacus spinifrons***, cultivados en bateas plásticas.
- Evaluar la influencia de los tipos de refugios en la sobrevivencia de juveniles de ***Samastacus spinifrons*** cultivados en bateas plásticas.

#### 4. HIPÓTESIS

##### **Hipótesis nula**

H<sub>0</sub>: los distintos tipos de refugios no tienen efecto sobre el crecimiento y sobrevivencia en juveniles de ***Samastacus spinifrons***.

##### **Hipótesis alternativa**

H<sub>a</sub>: los distintos tipos de refugios tienen efecto sobre el crecimiento y sobrevivencia en juveniles de ***Samastacus spinifrons***.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó por un periodo de 93 días, en las instalaciones de la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco, con el fin de determinar el efecto que producen los tipos de refugio en el crecimiento y sobrevivencia en los juveniles de 45 días de *Samastacus spinifrons*. La población de estos juveniles fueron colectados de hembras grávidas de las instalaciones de la Escuela de Acuicultura.

Los juveniles tenían una longitud total y peso inicial individual promedio de  $12,5 \pm 0,6$  mm y  $0,0412 \pm 0,0134$  g respectivamente.

Para esto se utilizaron 15 bateas de fibra de vidrio con un área basal de  $0,0972$  m<sup>2</sup> y  $0,11$  m de altura utilizable, de color violeta. A los que se les acondicionó un tubo de drenaje en la parte basal con el propósito de facilitar la limpieza (Valdebenito, 2004). Se aplicaron 5 tratamientos con 3 réplicas respectivamente.

Los tipos de refugio utilizados fueron: ladrillo princesa (Figura 1), tubo de PVC (Figura 2), malla para cebolla (Figura 3), refugios individuales (Figura 4) y el tratamiento control sin refugios (Figura 5). La tabla 1 entrega una breve descripción de los refugios utilizados.

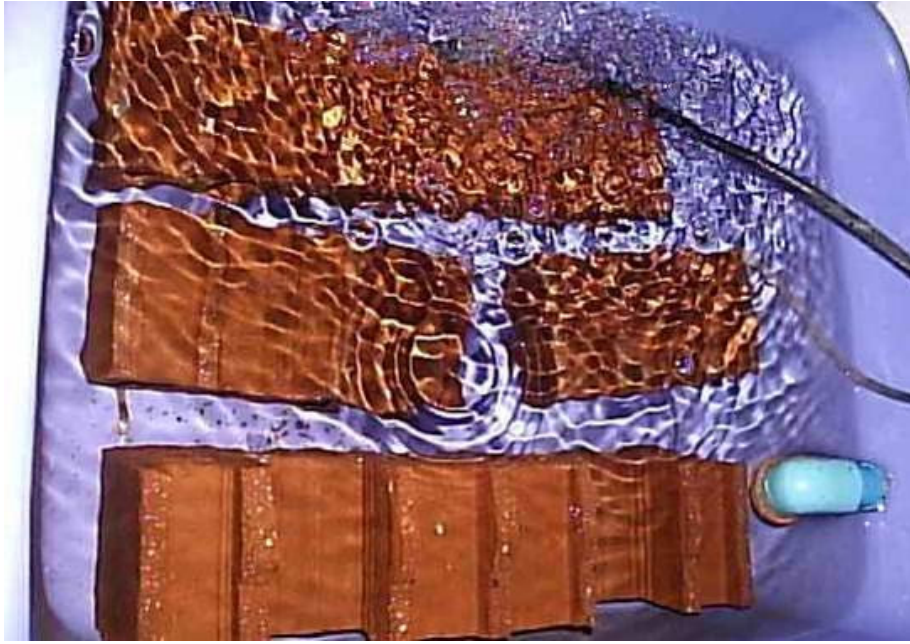


Figura 1. Vista del tratamiento ladrillo



Figura 2. Tratamiento de Tubos de PVC

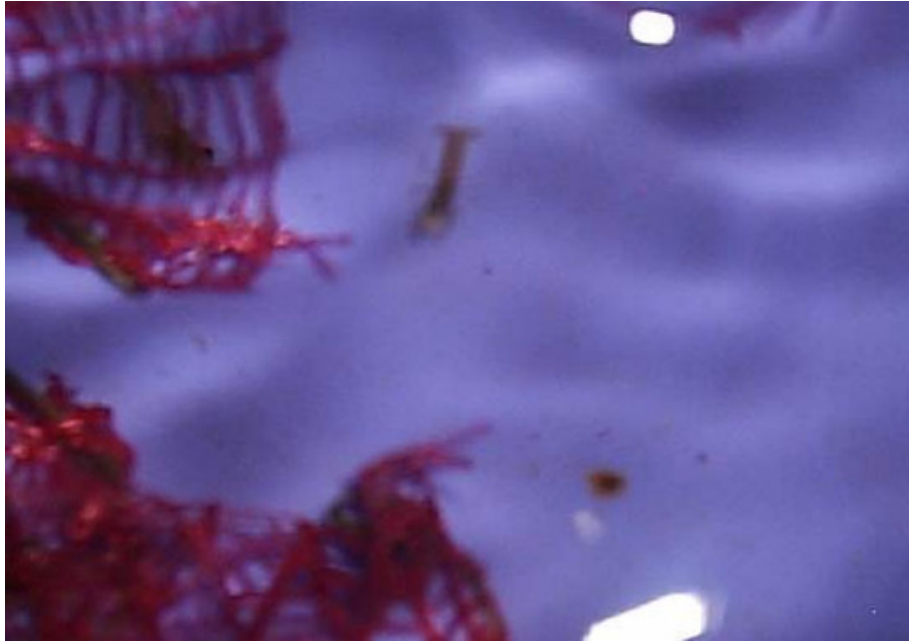


Figura 3. Vista del tratamiento de malla



Figura 4. Vista superior del tratamiento Individual

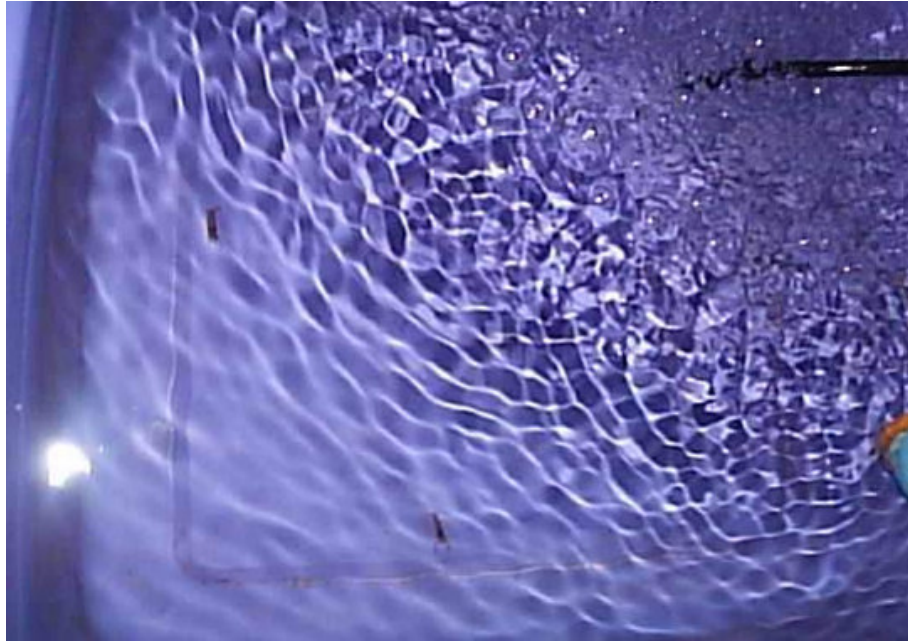


Figura 5. Vista del tratamiento Control

La cantidad de refugio por estanque estuvo determinado por la densidad de cultivo, teniéndose en cuenta que por cada juvenil se debe colocar 2 refugios, según Groves (1990).

Las condiciones en los 15 estanques fueron las mismas, es decir tenían igual densidad inicial, temperatura, oxígeno, tipo de alimentación y caudal.

Tabla 1. Descripción del tipo de refugio utilizados para juveniles de ***Samastacus spinifrons***.

Tipo de refugio	Descripción
Control	No se proporciono ningún tipo de refugio
Individual	Estructura de plástico de 21,5*40 cm, subdivididas en 20 compartimiento de 5,4*8cm. Entre un compartimiento y otro dividida con malla sintética verde para que el agua circule.
Malla para Cebolla	Cuadrados de 5 * 5cm de malla de cebolla, color rojo. Uno de los lados con alambre para dar peso a la malla.
Tubos de PVC	Tubos de PVC de 20 mm de diámetro*5cm de color celeste.
Ladrillo	Ladrillo "princesa", partidos en varias partes, otorgando un refugio disponible de 2.5*1.4*3.5 cm

## 5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue completamente al azar, donde se tuvo:

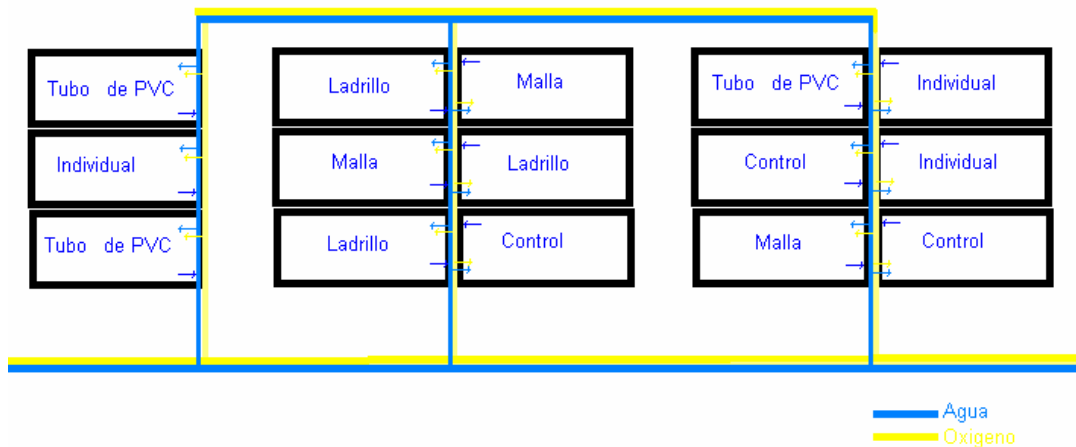


Figura 6. Vista superior del sistema de cultivo de juveniles de *Samastacus spinifrons*.

El bioensayo se realizó por medio de un sistema abierto de agua, donde se analizaron el efecto de 4 tipos de refugios y un control (sin refugio), con 3 réplicas por tratamiento.

Los juveniles de camarones de río mudan más frecuentemente y fuera de fases respecto a los adultos. En los sistemas de cultivo la solución para esto es : primeramente, el suministro de una gran cantidad de escondrijos, donde puedan tener una base firme y segura; en segundo lugar, suministro de alimento adecuado, ya que si no disponen del alimento tienen que hacer un esfuerzo adicional en buscarlo y evitando así que se coman unos a otros; tercero, la cantidad de espacio que cada animal ocupe, es decir, la densidad del stock; cuarto la separación de los

adultos tan pronto como sea posible, y finalmente la separación de todo el stock en crecimiento (Groves, 1990).

En este diseño experimental todos los aspectos antes mencionados se tuvieron en cuenta al iniciar el bioensayo.

Se utilizó una densidad de 132 individuos/m<sup>2</sup>, lo cual está dentro de los rangos de 50 a 2500 individuos/m<sup>2</sup> utilizados en juveniles de ***Pacifastacus leniusculus*** y ***Astacus astacus*** propuesto por Lee y Wickins (1997).

En total para cada uno de los tratamientos se utilizaron 12 juveniles por batea y 24 refugios.

Cada 20 días fueron medidos y pesados, llevando así un registro del crecimiento de los individuos. La mortalidad se registró y retiró diariamente, para así al final del bioensayo tener la sobrevivencia de cada tratamiento.

Según Rudolph, (com. pers.) y Reynolds et al., 1992 (en Alvarado 1995), la temperatura óptima para el crecimiento de juveniles recién liberados al medio, y en general para todos los camarones está entre 8,5 y 14°C. Temperaturas inferiores o superiores a este rango no son recomendables para el cultivo de camarones.

La temperatura en promedio durante los 93 días del bioensayo fue de 13°C, el oxígeno disuelto de 11,04 mg/l y el caudal de 25,60 l/min.

## 5.2 PREPARACIÓN DE LA DIETA

La dieta fue preparada con los siguientes ingredientes: harina de pescado, harina de sangre, harina de lupino, harina de zanahoria, harina de cochayuyo, harina de trigo, harina de morrón, harina de carne y hueso, fibra de lupino, vitaminas, minerales, y aceite de bacalao (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentajes de inclusión de los ingredientes en la dieta utilizada para la alimentación de juveniles se *Samastacus spinifrons*, durante el bioensayo.

Ingrediente	% de inclusión
Harina de Pescado	5,730
Harina de Sangre	3,900
Harina de Lupino	47,400
Harina de Zanahoria	3,270
Harina de Cochayuyo	4,000
Harina de Trigo	15,240
Harina de Morrón	0,760
Harina de Carne y Hueso	2,100
Fibra de Lupino	14,500
Vitaminas	1,125
Minerales	0,375
Aceite de Bacalao	1,600

La dieta formulada fue sometida a un análisis proximal en el laboratorio de nutrición de la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco, de acuerdo a los métodos Oficiales de Análisis de la Asociación 21 de Química Analítica (AOAC 1998). El análisis proximal de la dieta se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis proximal del alimento en base seca para juveniles de *Samastacus spinifrons* utilizado durante el bioensayo.

	%
Materia Seca	91,92
Proteína	35,27
Extracto etéreo	1,45
Fibra	10,95
Cenizas totales	5,74
Extracto no nitrogenado	46,59

Las harinas utilizadas fueron tamizadas a 300 micras para obtener un tamaño de partículas homogéneas. Posteriormente se pesaron cada uno de los ingredientes en forma proporcional al porcentaje requerido para la elaboración de la dieta.

En la fabricación de la dieta, los ingredientes secos, excepto la harina de trigo, fueron mezclados durante 40 minutos en una mezcladora Kitchenaid modelo K5SS. La harina de trigo se mezcló con agua y sometió a un proceso de hervor por 15 minutos. La harina gelatinizada se mezcló con el aceite de bacalao. Luego se mezclaron todos los ingredientes por 40 minutos en la mezcladora.

Luego se utilizó, en fabricación de los pellets, una moladora de carne RCA de 1 HP con una matriz con orificios de 1,5 mm. Los pellets se secaron en una estufa por 36 horas a 55°C y se molieron manualmente hasta lograr un pellet de 5mm.

### 5.3 PUESTA EN MARCHA DEL BIOENSAYO

Una vez listo el alimento, se procedió a poner en marcha el bioensayo, alimentándolos una vez al día.

Se pesaron y midieron uno a uno los juveniles de *Samastacus spinifrons* y se distribuyeron al azar dentro de las distintos bateas.

La distribución del tipo de refugio utilizado en cada batea, fue también al azar.

Cada 20 días se tomó toda la población de cada sistema de cultivo, y se midió la longitud total y peso de los juveniles. Para ello se utilizó, una regla graduada al milímetro y una balanza analítica con capacidad de 217g y una precisión de 0,0001g.

La mortalidad y temperatura se registraron diariamente.

## **5.4 PARÁMETROS EVALUADOS**

### **5.4.1 Parámetros zootécnicos**

Los parámetros zootécnicos evaluados en este trabajo fueron: crecimiento, factor de conversión, eficiencia de conversión y porcentaje de sobrevivencia.

#### **5.4.1.1 Crecimiento**

Este punto se obtuvo mediante los incrementos en longitud total, peso, SGR y biomasa de cada uno de los muestreos.

#### **5.4.1.2 Crecimiento en longitud total individual**

Esta variable se obtuvo con la diferencia entre la longitud final (mm) menos la inicial (mm).

#### **5.4.1.3 Crecimiento en peso**

Se midió por la ganancia en peso que se obtuvo al final del experimento, igualmente por diferencia entre el peso final y el peso inicial.

#### 5.4.1.4 Porcentaje de crecimiento diario (SGR)

El SGR se calculó con el logaritmo natural del peso final y del peso inicial, todo dividido por el tiempo que se realizó el bioensayo y posteriormente multiplicado por cien.

$$\text{SGR} = \frac{\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial}}{\text{Tiempo (días)}} * 100$$

#### 5.4.1.5 Biomasa Total

La biomasa se calculó multiplicando el peso promedio de cada batea por el número de individuos.

### 5.4.2 Variables Nutricionales

#### 5.4.2.1 Factor de conversión

El factor de conversión se evaluó de acuerdo a la cantidad de alimento real consumido y el incremento en peso registrado en los juveniles.

$$\text{Factor de Conversión (F.C)} = \frac{\text{Alimento real consumido (g)}}{\text{Incremento en peso (g)}}$$

#### 5.4.2.2 Eficiencia de conversión

Se relaciona el peso corporal ganado y el alimento consumido, multiplicado por cien para expresarlo como porcentaje.

$$\text{Eficiencia de conversión (E.C)} = \frac{\text{Incremento en peso (g)}}{\text{Alimento real consumido (g)}} * 100$$

#### 5.4.3 Porcentaje de sobrevivencia

La sobrevivencia fue calculada teniendo en cuenta el número inicial y final en cada censo de juveniles y fue expresado como porcentaje de sobrevivencia.

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \frac{\text{Nº final de juveniles}}{\text{Nº inicial de juveniles}} * 100$$

## **5.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

A los datos obtenidos primeramente se le verificaron su normalidad, mediante el test de Kolmogorov-Smirnovs. Posteriormente los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de una vía (ANOVA), con un intervalo de confianza del 95% ( $p \leq 0,05$ ). Posteriormente se aplicó el test de Tukey para la comparación de medias.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Crecimiento

El crecimiento se evaluó con los incrementos en longitud total individual (mm), en peso individual (g), porcentaje de crecimiento diario y la biomasa que alcanzaron los juveniles de *Samastacus spinifrons*.

#### 6.1.1 Crecimiento en longitud total individual (mm)

Observando la tabla 4, se puede ver que en el tratamiento control se obtuvo el mayor incremento en longitud aumentando en un 48,36%, seguido del tratamiento de ladrillo con un aumento de 47,5%, luego el tratamiento de malla con un aumento de 42,62%, el tratamiento de tubos de PCV con un 40,62% y por último el tratamiento individual con sólo un aumento de 35,60%.

Tabla 4. Longitud y peso total individual de juveniles de *Samastacus spinifrons*, en los diferentes muestreos, a lo largo del periodo experimental, según tratamientos.

Tratamiento	Tiempo (días)														incremento en %	
	0		22		44		64		84		93		LT	P		
	LT	P	LT	P	LT	P	LT	P	LT	P	LT	P	LT	P		
<b>Control</b>	12,2	0,036	14,3	0,059	14	0,072	17,1	0,085	17,3	0,106	18,1	0,111	48,36	208		
<i>D.E</i>	0,42	0,005	0,23	0,003	1,56	0,01	0,09	0,007	1,93	0,022	0,55	0,031				
<b>Individual</b>	13,2	0,05	15,4	0,067	15,4	0,083	16,7	0,093	17,3	0,1	17,9	0,102	35,6	104		
<i>D.E</i>	0,5	0,005	0,38	0,005	0,56	0,004	0,56	0,011	0,9	0,008	1,88	0,018				
<b>Malla cebollera</b>	12,2	0,037	14,3	0,059	14,5	0,073	16,22	0,085	17,2	0,094	17,4	0,103	42,62	189		
<i>D.E</i>	0,38	0,002	0,67	0,003	0,95	0,002	0,84	0,003	0,17	0,007	0,51	0,004				
<b>PVC</b>	12,8	0,047	15,2	0,063	15,4	0,077	16,7	0,09	17,3	0,113	18	0,127	40,62	170		
<i>D.E</i>	0,33	0,002	0,2	0,004	0,9	0,004	0,4	0,009	0,03	0,002	0	0				
<b>Ladrillo</b>	12	0,036	14,3	0,058	14,8	0,084	17,3	0,093	17,4	0,102	17,7	0,104	47,5	194		
<i>D.E</i>	0,13	0	0,06	0,003	0,35	0,009	0,48	0,002	0,11	0,006	1,11	0,011				

LT: Largo total (mm).

P: Peso (g).

Al realizar el análisis estadístico (ANOVA) se pudo comprobar que no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos ( $p > 0,05$ ).

En la figura 7 se puede observar como se fue comportando el crecimiento en longitud promedio individual de los juveniles, y que si bien al comienzo las longitudes fueron dispares, éstas se fueron acercando hasta terminar en el último muestreo muy cerca una de otra.

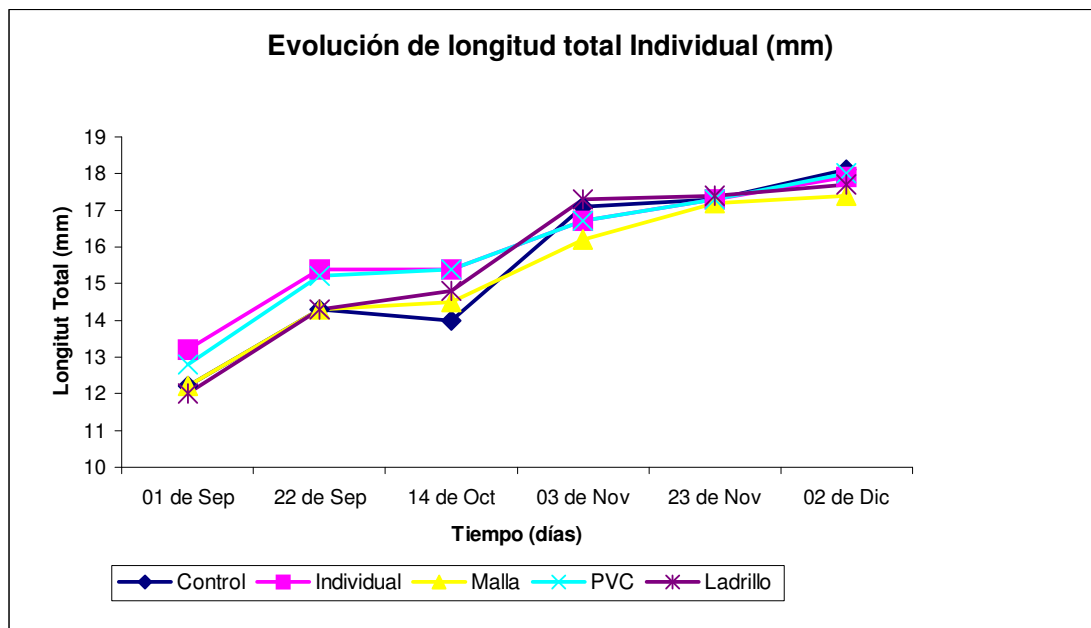


Figura 7. Longitud total individual (mm) por tratamientos, durante el bioensayo en juveniles de *Samastacus spinifrons*.

#### 6.1.2 Crecimiento en peso (g)

Los juveniles que se encontraban en el tratamiento individual fueron aquellos que obtuvieron una menor ganancia en peso (g), los cuales aumentaron un 104% su peso inicial; a estos le siguen el tratamiento de tubos de PVC con un aumento del 176,04%, los juveniles del tratamiento de malla aumentaron en 178,38%, los del tratamiento de ladrillo aumentaron un 188% y los que consiguieron aumentar un

mayor porcentaje de su peso inicial fueron los juveniles del tratamiento control con 208% (Tabla 4).

Al aplicar el análisis de varianza se registró que no hubo diferencias significativas para los tratamientos, ( $p > 0,05$ ).

El comportamiento de los pesos (g) individuales no mostraron el mismo patrón de desarrollo que la longitud total (mm). Los pesos (g) siempre fueron en un claro aumento y al finalizar el experimento se pueden apreciar diferencias (Figura 8).

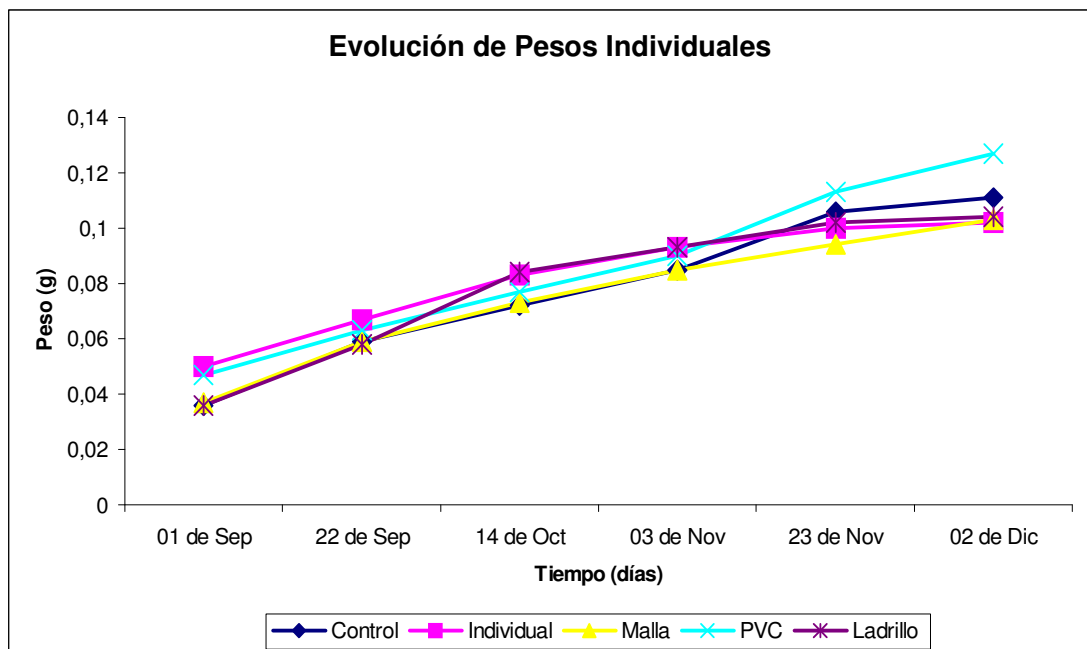


Figura 8. Peso total individual (g) por tratamiento, durante el bioensayo en juveniles de *Samastacus spinifrons*.

### 6.1.3 Porcentaje de crecimiento diario (SGR)

El porcentaje de crecimiento diario (Tabla 5) se midió con la tasa de crecimiento específico (SGR), siendo el tratamiento control en el cual se obtuvo el valor más alto (1,22%), seguido del tratamiento ladrillo (1,14%), luego el

tratamiento de malla (1,09%), después el tratamiento de tubos de PVC (1,08%) y el tratamiento en que se registro el menor valor del SGR fue en el tratamiento individual (0,76%).

No se registraron diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos al realizar el análisis de varianza, ( $p > 0.05$ ).

#### 6.1.4 Biomasa total

El mayor incremento en biomasa se obtuvo en el tratamiento de ladrillo (52,47%), habiendo comenzado con una biomasa de 1,296g y terminado con 1,976g. Le sigue el tratamiento de malla (15,99%), que comenzó con 1,332g y terminó con 1,545g, a continuación el tratamiento control (11,34%) seguido de los tratamientos de PVC e individual que tuvieron un incremento negativo (-9,93% y -26,33% respectivamente) (Tabla 5).

No hubo diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos, ( $p > 0,05$ ).

## 6.2 Variables nutricionales

### 6.2.1 Factor de conversión

En la tabla 5 se puede apreciar, que aquellos juveniles que se encontraban en el refugio de ladrillo fueron los que tuvieron un mejor factor de conversión (1,16), seguido del tratamiento de tubos de PVC (1,61) y del tratamiento de malla cebollera

(1,63). En el caso de los que se encontraban en los refugios individuales obtuvieron un factor de conversión alto, cercano a 2.

Aplicando el análisis de varianza no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos, ( $p > 0,05$ ).

#### 6.2.2 Eficiencia de conversión

Los juveniles que se encontraban en el refugio de ladrillo tuvieron la mejor eficiencia de conversión con un 85,93%, seguido por los que se encontraban en el tratamiento de tubos de PVC (61,96%), tratamiento de malla (61,45%) y la más baja correspondió a los que estaban en refugios individuales con un 51,30% (Tabla 5).

No hubo diferencias significativas al realizar los análisis estadísticos (ANOVA), ( $p > 0,05$ ).

### 6.3 Supervivencia

La supervivencia fue similar en los 5 tratamientos (Tabla 5). Los mayores porcentajes de supervivencia se obtuvieron con el refugio tipo ladrillo con un 52,8% y el menor porcentaje correspondió al refugio de PVC con un 33,3%.

Se pudo observar que luego de cada muestreo la supervivencia disminuía considerablemente en comparación al resto del periodo.

Durante los primeros veintidós días los juveniles que estuvieron en los refugios individuales tuvieron la mejor supervivencia y los que correspondieron al tratamiento control tuvieron la menor supervivencia (Figura 9).

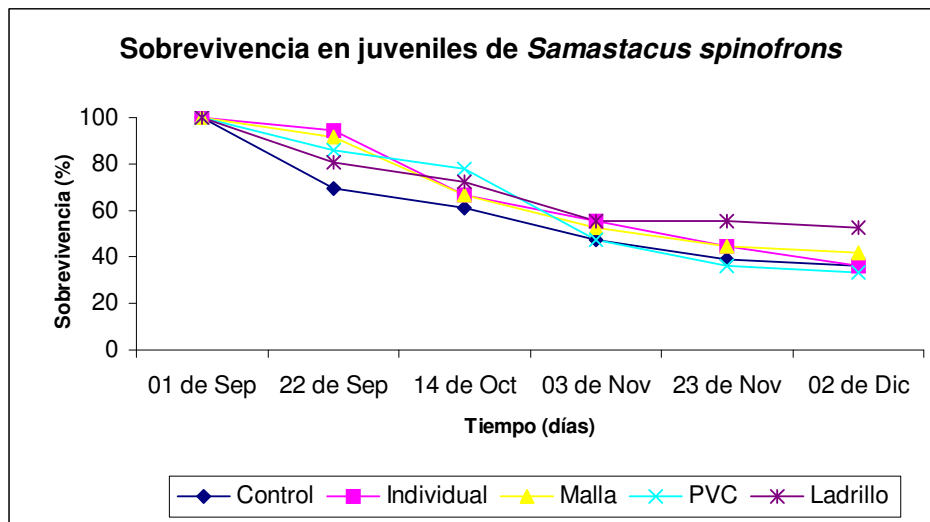


Figura 9. Porcentaje de sobrevivencia en juveniles de *Samastacus spinifrons* en los distintos tipos de refugios.

No se encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos al realizar el análisis estadístico (ANOVA), ( $p > 0,05$ ).

Tabla 5. Parámetros evaluados en juveniles de *Samastacus spinifrons* durante el bioensayo, para los distintos tratamientos.

	Tratamiento				
	Control	Individual	Malla	PVC	Ladrillo
Longitud Inicial(mm)	12,2	13,2	12,2	12,8	12
Longitud Final(mm)	18,1	17,9	17,4	18	17,7
Incremento en Long(mm)	5,9	4,7	5,2	4,7	5,7
Peso Inicial(g)	0,036	0,05	0,037	0,047	0,036
Peso Final(g)	0,111	0,102	0,103	0,127	0,104
Incremento en Peso(g)	0,075	0,052	0,066	0,08	0,068
SGR	1,22	0,76	1,09	1,08	1,14
Densidad inicial por batea	12	12	12	12	12
Densidad final por batea	4	4	5	4	6
Biomasa inicial(g)	1,296	1,8	1,332	1,692	1,296
Biomasa final(g)	1,443	1,326	1,545	1,524	1,976
Incremento en biomasa(g)	0,147	-0,474	0,213	-0,168	0,68
Incremento en biomasa(%)	11,34	-26,33	15,99	-9,93	52,47
Alimento consumido(g)	0,1312	0,1011	0,1071	0,13	0,079
Factor de Conversión	1,75	1,95	1,63	1,61	1,16
Eficiencia de conversión	57,19	51,3	61,45	61,96	85,93
Sobrevivencia(%)	36,1	36,1	41,7	33,3	52,8

## 7. DISCUSIÓN

Los camarones de agua dulce son la especie que sufren más vulnerabilidad durante los procesos de muda, por lo cual hace que los refugios den un espacio útil para que ellos lleven a cabo este proceso hasta endurecer su exoesqueleto (Westman, 1973 y Ackefors et al., 1989, en Sáez-Royuela et al., 2001). Lo que coincide con Jones y Ruscoe (2001), que exponen que los camarones de agua dulce habitan preferentemente los refugios durante los periodos en que se vuelven vulnerable, por ejemplo cuando están mudando, protección contra predadores minimizando así la agresividad. Esto se pudo observar en el bioensayo ya que cada vez que algún juvenil se encontraba mudando estaba dentro de los refugios.

Según algunos autores (Mason, 1978; Mills, 1989; Du Boulay *et al.*, 1993; Geddes *et al.*, 1993; Karplus *et al.*, 1995 y Steele *et al.*, 1997, en Verhoef y Austin, 1999) los refugios, aumentan la sobrevivencia y el crecimiento en un gran número de decápodos cultivados, incluyendo varias especies de camarones de agua dulce.

Al realizar los análisis estadísticos (ANOVA) a los datos obtenidos se encontró que no había diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de las variables estudiadas. Lo mismo ocurre en la experiencia realizada por Tidwell *et al.* (1999), en Jones y Ruscoe (2001) con *Macrobrachium rosenbergii*, en donde no hubo diferencias significativas en la sobrevivencia y crecimiento entre el tratamiento control (sin refugios) y los distintos tratamientos (con refugios).

Se pudo notar sin embargo, como se muestra en la tabla 5, que en el tratamiento 5 (ladrillo) se obtuvo los mejores resultados en cuanto a la biomasa final, factor de conversión, eficiencia de conversión y porcentaje de sobrevivencia.

En este tratamiento los juveniles se mimetizaban con el ladrillo presentando un color más rojizo.

El tratamiento control fue el que obtuvo el mayor incremento en longitud y peso, 5,9mm y 0,075g respectivamente; Capelli y Hamilton (1984, en Kozák *et al.*, 2000) sugieren que la actividad agresiva disminuye con el incremento de refugios y alimento disponible lo que coincide con los resultados que se obtuvieron en el tratamiento control, ya que los juveniles que se encontraban en este tratamiento, presentaban un comportamiento mucho más agresivo cada vez que se alimentaban. Otros autores consiguieron sobrevivencias más altas cercanas al 50%, en juveniles de *Cherax destructor* (Verhoef y Austin, 1999); pero Jones y Rucoe (2001) habla de sobrevivencias aún más baja que las expuesta en este experimento, ellos sólo registraron un 15,12% de sobrevivencia, una ganancia en peso y SGR menor (168,70% y 0,62 respectivamente). Esta diferencia puede deberse al tipo de dieta y cantidad de alimento disponible que tenían los distintos bioensayos ya que el tipo de dieta también es una variable importante junto al tipo de refugio según Capelli y Hamilton (1984, en Kozák *et al.*, 2000). Sin embargo el incremento en biomasa que se obtuvo en el tratamiento control fue bueno, estando dentro de los tres primeros, con un aumento de 0,147g, esto atribuible a que, si bien su sobrevivencia fue baja, el incremento en peso que se obtuvo individualmente fue alto.

Según O'Neill (2000), la presencia de refugios con particiones individuales disminuyen el crecimiento y la sobrevivencia, esto coinciden con los resultados obtenidos en este bioensayo ya que tanto el incremento en longitud (4,7mm), incremento en peso (104%) y la sobrevivencia (36,1%) fue una de las más baja.

Ackefors *et al.*(1992) en refugios individuales para *Astacus astacus*, consiguió resultados que variaron en relación a la dieta suministrada, obteniendo así sobrevivencias que rondaron entre 20% y 95%, lo cual estaría dentro de la sobrevivencia que se vio en este experimento. Este tratamiento consiguió un SGR de 0,76, lo cual se encuentra dentro de los valores expuestos por Ackefors *et al.* (1992) (SGR = 0,3; 0,35; 1,1 y 1,05).

El incremento negativo en biomasa (-26,33 %) que se obtuvo en el tratamiento individual, se debe a la baja sobrevivencia que se registró al finalizar el bioensayo, es decir, con menos biomasa que la inicial; de igual modo que el tratamiento de PVC (-9,93% de sobrevivencia).

Similar fue lo que ocurrió con el factor de conversión y por lo tanto la eficiencia de conversión del alimento, que fueron también los resultados más deficientes (1,95 y 51,30% respectivamente) en estos tratamientos, por lo que no se recomienda el uso de este tipo de refugio para el cultivo de juveniles de ***Samastacus spinifrons***.

Estos resultados pueden ser explicados por la nula interacción que tienen los individuos en este tipo de refugio, ya que ellos presentaron durante todo el periodo que duró el bioensayo un comportamiento “agónico”, es decir, parecían estar muertos. Este tipo de comportamiento puede ser reducido según Sáez-Royuela *et al.*, (2001) en juveniles de *Austropotamobius pallipes* con una combinación adecuada de refugios y frecuencia de alimentación. Para Bergman y Moore (2003) el comportamiento agónico en camarones de agua dulce es propio del confinamiento en laboratorio o un comportamiento que se presenta en la naturaleza pero que no ha sido estudiado.

Por otra parte Sáez-Royuela *et al.*, (2001) en *Austropotamobius pallipes*, para sus dos tratamientos (láminas corrugada de fibra de cemento y tubos de PVC) obtuvo una alta sobrevivencia (50,5%) pero un crecimiento menor con el refugio de lámina de fibra de cemento comparado con los tubos de PVC. Con tubos de PVC la sobrevivencia obtenida por este autor 37%, similar al obtenido en este bioensayo (33,3%). Pero este resultado no es demostrativo ya que la baja sobrevivencia se explica por un factor no intrínseco al comportamiento de los juveniles, sino se debe a la mortandad que se produjo por el corte de flujo de agua y oxígeno que sufrió una de las réplicas de este tratamiento. Por otra parte, Valdebenito (2004) obtuvo con una dieta similar y el mismo refugio de PVC, para la misma especie trabajada en este bioensayo, una sobrevivencia de 87% , pero un SGR, factor de conversión y eficiencia de conversión menor ( 0,71; 5,4 y 19% respectivamente).

En el proyecto de Fundación Chile se obtuvo un mejor SGR para juveniles de ***Samastacus spinifrons*** (1,645 %), comparado con un SGR de 1,08 % obtenido en el experimento, con tubos de PVC proporcionado como refugio.

En el cultivo de *Cherax quadricarinatus* es usado como refugio la malla de cebolla o sintética especialmente cuando son juveniles (Fielder y Thorne 1990; Jones 1990, en Jones y Ruscoe 2001). La eficiencia de la malla como refugio puede ser atribuible a la variedad de tamaño de pliegues que provee y la habilidad de la malla de separar varios lugares individuales de refugios, esto se pudo comprobar en cada vez que los juveniles eran alimentados; ya que en cada malla suministrada como refugio habitaban entre dos ó tres juveniles. En el bioensayo realizado la malla consiguió un buen incremento tanto en longitud total individual como en peso total individual (42,62% y 189% respectivamente).

Los resultados muestran que cuando no se provee de refugio, la producción se ve limitada, primeramente porque disminuye la supervivencia y con esto se ve afectado directamente el incremento en biomasa.

Lo anterior coincide con lo expuesto por Sokol (1988), en Verhoef y Austin (1999), ya que según este autor la provisión de refugio puede ayudar a reducir interacciones agresivas entre los juveniles de camarón de agua dulce y de ahí mejorar la sobrevivencia.

Verhoef y Austin (1999) agregan que el crecimiento también puede ser mejorado, porque el refugio puede reducir los efectos de inhibición de crecimiento por los individuos más dominantes. Ellos también señalan que la eficacia de los refugios, probablemente sería dependiente de la densidad de cultivo de los juveniles y del tipo-cantidad de refugio utilizado.

## 8. CONCLUSIÓN

- Los juveniles que alcanzaron un mayor incremento, en porcentaje, individual en longitud (mm) y pesos totales (g) 48,36% y 208% respectivamente, correspondieron al tratamiento control, vale decir sin refugio.
- El mayor SGR fue para el tratamiento control con un valor de 1,22 seguido del tratamiento ladrillo (1,14) y en último lugar para el tratamiento individual (0,76).
- Las mejores ganancias en biomasa fue para el tratamiento ladrillo (0,66g) y la más baja para el tratamiento individual (-0,474).
- Con el tratamiento ladrillo ofrecido como refugio se consiguió un mejor factor de conversión (1,16) y por lo tanto una mejor eficiencia de conversión del alimento (85,93%).
- Las mayores sobrevivencias (52,8%) se obtuvieron con el tratamiento ladrillo, mientras que la menor sobrevivencia fue para el tratamiento de tubos de PVC (33,3%).
- El refugio individual mostró tener los menores índices en los parámetros evaluados.
- No hubo diferencias estadísticamente significativas, en el crecimiento y sobrevivencia, entre los tratamientos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Ackefors, H; Castell, J; Boston, L; Raty, L y Svensson, M, 1992. Standard experimental diets for crustacean nutrition research. II. Growth and survival of juvenile crayfish *Astacus astacus* (Linné) fed diets containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid. *Aquaculture*, 104 , 341-346.
- Alvarado, P., 1995. . “Factibilidad Técnico –Económica de un centro Astacícola en el Sur de Chile”. Tesis para optar al grado académico de Ingeniero en Ejecución en Acuicultura, Universidad de los Lagos, Departamento de Acuicultura.168 pp.
- Auvergne, A., 1982. El Cangrejo de río: Cría y Explotación. Ed.Mundi-Prensa. España: 77-81.
- Augsburg, A., 2003. La experiencia del cultivo del camarón de río del sur *Samastacus spinifrons* en Chile. Primer seminario internacional de Astacicultura. Área recursos marinos, Fundación Chile., Puerto Montt; Chile. 12 pp.
- Barnabe, G. 1991. Acuicultura. Ed. Omega. 478 pp.

- Bergman, D. y Moore, P., 2003. Field Observations of Intraspecific Agonistic Behavior of Two Crayfish Species, *Orconectes rusticus* and *Orconectes virilis*, in Different Habitats. Biological Bulletin 205 (1): 26-35.
- Canavos, G. 1995. Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos. Ed. Mc Graw - Hill. México. 615 pp.
- Corkum, L y Cronin, D. 2004. Habitat complexity reduces aggression and enhances consumption in crayfish. Japan Ethological Society and Springer-Verlag Tokio: 22:23–27
- Groves, R., 1990. El cangrejo de Río, Biología y Nutrición. Ed.ACRIBIA, S.A. España: 47-49.
- Jones, C.M y Ruscoe, I.M. 2001. Assessment of five shelter types in the production of Redclaw Crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) under earthen pond conditions. Journal of the World aquaculture society, vol. 32, N° 1:41-52.
- Kozák, P; Kajtman, J; Kouil, J y Policar,T. 2000. The effect of crayfish density and shelter number on the daily activity of signal crayfish. Freshwater Crayfish, 13: 457-462.
- Lee.D y Wickins.J., 1997. Cultivo de Crustáceos. Ed. Acribia S.A. 182-184.

- Mitchell, B.D; Collins, R.O y Austin, C.M. 1994. Multi-level refuge utilization by the freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Decapoda: Parastacidae): a potencial harvest and sampling technique. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25: 557-562.
- O'Neill, D., 2000. Effects of population density and shelter on juvenile *Procambarus clarkia* growth and survival. *Freshwater Crayfish*, 13:597:620.
- Palma, R., 2004. "Aprovechamiento de materia orgánica de efluentes de instalaciones de producción de salmones en pisciculturas, en el engorde de camarón de río del sur, ***Samastacus spinifrons***, Philippi 1882". Tesis para optar al grado académico de Ingeniero en Acuicultura, Universidad Católica de Temuco, Escuela de Acuicultura. 88 pp.
- Rudolph, E., 1996. Aspects biologiques et perspectives d'élevages de l'écrevisse de rivières chilienne *Samastacus spinifrons* Decapoda, Parastacidae). *L'astaciculteur de France*, 46 :12-16.
- Rudolph, E., 2002. Sobre la biología del camarón de río *Samastacus spinifrons* (Philippi 1882) (Decapoda,Parastacidae). *Gayana* 66 (2):147-159.
- Sáez-Royuela, M; Carral, J.M; Celada, J.D y Pérez, J.R., 2001. Effects of shelter type and food supply frequency on survival and growth of stage-2

juvenile white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes* Lereboullet) under laboratory conditions. *Aquaculture International* 9: 489-497.

- Saltarini, D. 2003. Antecedentes económicos del cultivo de Astacidos. Primer seminario internacional de Astacicultura. Área recursos marinos, Fundación Chile., Puerto Montt; Chile.
- Sennatore, G., 1998. "Ecuador más que Camarones". *Aquanoticias*. 40. 52-55.
- Smallridge, M., 1994. Use of Shelters in Freshwater Crayfish Farming. *Freshwater Farmer*. Vol. 2 Nº 2. 10-11.
- Valdebenito, H., 2004. "Evaluación del Crecimiento y Supervivencia en Juveniles de Camarón de Río del Sur, (*Samastacus spinifrons*). Alimentados con Distintos Valores de Proteínas, Carbohidratos y Lípidos". Tesis para optar al grado académico de Ingeniero en Acuicultura, Universidad Católica de Temuco, Escuela de Acuicultura. 86 pp.
- Verhoef, G y Austin, C, 1999. Combined effects of shelter and density on the growth and survival of juveniles of the Australian freshwater crayfish, *Cherax destructor* Clark, Part 2. *Aquaculture* 170 (1999) 49-57.

## BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

- Copello, M., 2004. Acerca del Cultivo de Langosta de agua dulce Australiana .Disponible en  
URL:<http://www.agroconnection.com.ar/notas/articulos/art060.htm>
- Corporación Colombia Internacional, 2004. Inteligencia de Mercados. Camarón de Cultivo N° 20. Disponible en  
URL:<http://www.cci.org.co/publicaciones/Perfil%20de%20producto/perfil%20producto%2020.pdf>
- Dirección de Acuicultura, 2004. Algo más sobre el cultivo de la Red Claw. Disponible en URL:<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/actualizaciones/actualiza/pesca/ALGO%20MAS%20SOBRE%20EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20RED%20CLAW.pdf>
- Fundación Chile, 2003. Fundación Chile Organiza Seminario de Cultivos de Cangrejos de Agua Dulce .Disponible en URL:  
<http://www.fundacionchile.cl/inicio/viewfull.cfm?ObjectID=517>
- Mercado mundial de los Camarones. Disponible en URL:  
<http://www.camaronderiodelsur.cl>

- Sagpya, 2004. Cultivo de la Langosta Australiana. Disponible en URL:  
[http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-5/acuicultura/langosta/acuicultura\\_langosta\\_australiana.htm](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-5/acuicultura/langosta/acuicultura_langosta_australiana.htm)