

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO**  
**ESCUELA DE ACUICULTURA**



**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNAS Y LÍPIDOS  
DE LAS DIETAS EN EL CRECIMIENTO DE ADULTOS DE *Galaxias  
maculatus* (JENYNS, 1842)**

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

**Alumna: Verónica Guzmán Carimán  
Profesor Guía: Rolando Vega Aguayo  
Carrera: Ingeniería en Acuicultura**

**TEMUCO CHILE**

**- 2003 -**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Terminada una etapa muy importante de mi vida, quiero agradecer infinitamente a Dios por ayudarme a lograr este triunfo; Agradecer a mis padres por su esfuerzo, paciencia y apoyo incondicional; Agradecer a mi novio Javier por su compañía, su ánimo e incondicionalidad; A los profesores, que de una u otra forma contribuyeron a finalizar esta etapa de mi vida.**

**Agradecimientos generales a las empresas Veterquímica Ltda. y Trow Chile S.A. por el aporte de insumos para la realización de este experimento.**

**A todos.....Muchas Gracias.**

## RESUMEN

El objetivo de esta Tesis fue evaluar el efecto de los niveles de proteínas en parámetros de crecimiento (peso- longitud) y estado de madurez sexual en adultos de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842). El bioensayo de alimentación consistió en suministrar dietas con distintos niveles de proteínas en adultos de puye en estado virginal de desarrollo gonadal, midiendo durante tres meses parámetros de crecimiento en peso-longitud y madurez sexual. Se realizaron dos experimentos debido a la alta mortalidad del primero. Para el primer bioensayo se utilizaron seis tipos de dietas isocalóricas. Para el segundo bioensayo, se reformuló el manejo técnico y se seleccionaron cinco tipos de dietas; cuatro dietas isocalóricas y una dieta comercial extruída. Para ambos bioensayos de alimentación, solamente se pudo evaluar los resultados del primer mes del experimento debido a que los peces empezaron a madurar, dejando de comer y aumentando considerablemente la mortalidad. Los resultados obtenidos en ambos bioensayos de alimentación determinaron que las dietas con mayor porcentaje de proteínas incrementaron más el crecimiento en peso- longitud en adultos de puye que las con baja proteína. Para el primer bioensayo de alimentación con talla inicial de 1.4 g, el máximo incremento en peso y longitud fue con la dieta pelletizada isocalórica de un 37% de proteínas con incremento en peso mensual de 46 a 57% (SGR: 0.6-0.7%) y un incremento en longitud mensual de 6 a 8% (SGR:0.08-0.1%). Para el segundo bioensayo con ejemplares de talla inicial de 3.9 g, los máximos valores en peso y longitud fueron con la dieta comercial extruída con 53 % de proteínas, que registró un incremento mensual en peso de 33 a 36% (SGR: 0.4%) y un incremento en longitud mensual de 4 a 5% (SGR: 0.05-0.07%).

Se observó que existe un mayor incremento en peso-longitud con dietas con altos porcentajes en proteínas. Se determinó que dieta ricas en proteínas tienen un mejor aprovechamiento del alimento (factor de conversión bajo).

Palabras clave: *Galaxias maculatus*, crecimiento, estado de madurez sexual.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the levels of proteins in parameters of growth (weight - length) and state of sexual maturity in adults of *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842). The experiment consisted on supply diets with different levels of proteins in puye adults in vestal state of development gonadal, measuring during three months parameters of growth in weight - length and sexual maturity. They were carried out two experiments due to the high mortality of the first one. For the first experiment six types of diets isocaloric were used. For the second experiment, it reform the technic handling and five types of diets were selected; four diets isocaloric and a diet commercial extruded. For both experiments, it could only evaluate the results of the first month, because the fish began to mature, stopping to eat and increasing the mortality considerably. The results obtained in both experiments determined that the diets with more percentage of proteins increased more the growth in weight - length in *Galaxias maculatus* adults that those with low protein. For the first experiment with size initial of 1.4 g, the maximum increment in weight and length was with the diet pelletizada isocaloric of 37% of proteins with increment in monthly weight from 46 to 57% (SGR: 0.6-0.7%) and an increment in monthly length of 6 to 8% (SGR:0.08-0.1%). For the second experiment of size initial 3.9 g, the maximum values in weight and length were with the diet commercial extruded with 53% of proteins that registered a monthly increment in weight from 33 to 36% (SGR: 0.4%) and an increment in monthly length of 4 to 5% (SGR: 0.05-0.07%).

It was observed that a bigger increment exists in weight - length with diets with high percentages in proteins. It was determined that rich diet in proteins has a better use of the food (low conversion factor).

Key words: *Galaxias maculatus*, Growth, State of sexual maturity.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde que comenzó a desarrollarse la industria del salmón en Chile, sus impulsores han apoyado esfuerzos por alcanzar los mercados internacionales basándose en la buena calidad y pureza del producto, permitidos por las buenas condiciones que ofrecen las aguas continentales y marítimas para el cultivo del salmón. Sin embargo, la competitividad es alta y esto ha llevado a Chile a crear nuevos horizontes en especies a cultivar, es decir diversificar el mercado, y una de ellas es el cultivo de puye *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842). Dentro de este contexto, la Universidad Católica de Temuco con un aporte de FONDEF, ha establecido como objetivo la utilización y generación de nuevas tecnologías para el cultivo de *Galaxias maculatus*.

En Chile esta especie habita preferentemente en poblaciones poco numerosas y agrupadas en clases de edad en sistemas lacustres, fluviales y estuarinas del sur del país (Peredo & Sobarzo, 1993, 1994 ), preferentemente desde los 32° de lat. Sur en la zona central, hasta los 52° de lat. Sur, en la región patagónica de Tierra del Fuego (Campos, 1970, 1979).

La alimentación de esta especie ha sido estudiada en detalle por McDowall (1968) para Nueva Zelanda. En Chile se ha observado que *Galaxias maculatus* se alimenta de insectos y crustáceos, pero también de huevos y larvas de Atherinidae. También se ha registrado canibalismo en la naturaleza y en el cultivo.

Los hábitos de alimentación determinados por Ferriz (1984), señalan que en verano, invierno y primavera el alimento principal del puye, lo constituyen los microcrustáceos y larvas de insectos, mientras que en otoño dominan las larvas de Quironómidos, Ostrácodos e insectos caídos al agua. Respecto a la sexualidad de la especie, en la dieta de macho y hembra se observó que no existe diferencia en la alimentación de los grupos más importantes a los que recurre regularmente el puye, sin embargo en aquellos más escasos como ácaros y larvas de tricópteros, sólo están presentes en la dieta de hembras.

La nutrición en adultos de todo tipo de especies animales es de vital importancia por el efecto que puede provocar en la actividad gonadal, crecimiento y fecundidad (Margor-Jensen, 1993).

En la reproducción y dinámica de poblaciones de los peces, es considerado a menudo que el estado nutricional de los animales en cuestión afecta su potencial reproductor. Es así, como hay una gran cantidad de aspectos reproductivos, que pueden verse afectados por el estado nutritivo, como son: el tiempo a la primera madurez, el número de huevos (fecundidad), el tamaño y calidad del huevo medido en su composición química, potencialidad de cultivo y sobrevivencia larval (De Silva et al., 1995). Al relacionar la variable alimentación con crecimiento de los peces se puede determinar que existe estrecha dependencia entre ambas, por lo que se espera que todos aquellos factores que afecten la alimentación, afectarán también el crecimiento. Dentro de un cultivo la nutrición es importante, debido a que las deficiencias detienen el crecimiento. Una nutrición óptima y rentable se basa en que el suministro de nutrientes esenciales de la dieta, que sea suficiente, y no excesivo, para satisfacer las demandas del crecimiento y mantener un estado fisiológico normal (Espinoza de los Monteros & Labarta, 1987).

Las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas de la descendencia resultante, son consecuencia directa o indirecta de la nutrición de los adultos. Por lo que si la nutrición que han recibido los adultos fue la adecuada, los huevos resultantes pueden ser de buena calidad y tendrán todo el potencial para producir larvas viables (Carrillo et al., 2000).

La proteína es para los peces, la fuente de energía más importante. Los peces carnívoros presentan una fuerte dependencia de una dieta con un elevado componente proteico, debido a su capacidad para metabolizar proteínas y su limitación para digerir y metabolizar carbohidratos (Navas, 1997).

La alimentación y crecimiento de los adultos es de vital importancia, debido a que de ellos depende la calidad de los gametos y la fecundidad.

Es importante considerar que los puye llevan pocos años sometidos a estudio en comparación con los salmones, siendo determinante establecer los rangos de proteína necesaria para un mayor crecimiento.

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar dietas con distintos niveles de proteínas en adultos de puye para determinar con cuales de ellas se produce un mayor incremento en peso-longitud de los especímenes cultivados.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El puye, *Galaxias maculatus*, (Jenyns, 1842), es un pez perteneciente al orden osmeriforme y familia Galaxiidae, de distribución circumantártida en latitudes mayores de 30° L.S. la especie se distribuye en Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Islas Chatham, Tasmania, Argentina, Islas Malvinas y Chile. En nuestro país se encuentra de los 32° a los 53° L.S., desde la zona central a Tierra del Fuego. Esta especie se caracteriza morfológicamente por carecer de escamas, su aleta dorsal está desplazada hacia la región caudal y opuesta a la anal, es de pequeño tamaño, usualmente se encuentran ejemplares adultos de 7 cm de longitud y excepcionalmente se cita un ejemplar de 16 cm en la región de Valdivia. (Campos, 1970).

Este pequeño pez recibe diversos nombres vernaculares y es conocido en Chile como Puye, como Puyén en Argentina, en Nueva Zelanda como whitebait e inanga y en Australia como Jollytail.

Durante su estado de post-larva, también llamado cristalino (5 cm de longitud), el puye es intensamente capturado por ser un recurso muy apetecido por parte de hoteles y restaurantes, siendo considerado un plato muy fino en las mesas de gran parte del mundo, alcanzando un valor de \$ 8.000 la porción de 100g. En playa bordea los \$6.000 el kg de producto fresco. En el comercio, su precio varía entre los \$19.000 a \$21.000 el kg, dependiendo de su forma de presentación (Lozano, 1999).

La alimentación es diferente en los dos principales estados de su desarrollo. En la corta etapa de juvenil (entre 4 a 6 meses) se alimenta en el mar o en los ríos y lagos, especialmente de zooplancton. En su fase adulta cambia su alimentación a animales bentónicos y alóctonos, siendo un depredador carnívoro muy activo. Se alimenta de larvas de insectos acuáticos, pequeños crustáceos y oligoquetos. En peces capturados en la desembocadura del río Bio Bio, se ha encontrado en sus estómagos pequeños ejemplares de *Hemigrapsus crenulatus* que es una especie de crustáceo estuarino (Campos, 1993).

Los puyes son peces carnívoros, en ambientes límnicos los dípteros son un alimento básico de esta especie, en el río Cautín trece grupos o números de ítemes son constituyentes alimentarios en la dieta de juveniles y adultos; siendo el alimento básico larvas y pupas de dípteros (51%), cladóceros (23%), anfípodos (8%), efemerópteros, copépodos, nematodos, áscaris, ácaros, himenópteros, coleópteros y tres especies no identificadas. La abundancia de presas capturadas es mayor en primavera, disminuyendo gradualmente en invierno, verano y otoño. El número de ítemes o grupos consumidos varía a lo largo del año, siendo en otoño más abundante los dípteros; en invierno, cladóceros; en primavera, larvas de dípteros y nematodos, y en verano las larvas y pupas de dípteros y ácaros (Infante, 1989; 1991).

La alimentación de juveniles y adultos en el río Cautín y estuario del río Toltén, está basada en insectos y larvas del bentos, plancton y neuston. Los juveniles se alimentan de pequeños copépodos, harpacticoídeos y ácaros. Los adultos se alimentan de cladóceros como *Daphnia*, ambos tamaños se alimentan principalmente de larvas de chironómidos y dípteros adultos, las larvas de dípteros y chironómidos son alimentos primarios, complementados por cladóceros y oligoquetos en el río Cautín y copépodos y poliquetos en el estuario del río Toltén. Los alimentos secundarios son los ácaros y pupas de dípteros. El consumo de diatomeas en ambos estados se considera alimento accidental. Las diatomeas encontradas podrían provenir del contenido estomacal de las presas y estas podrían ser bentónicas, por ejemplo *Bacillaria*, *Cimbella*, *Ephitemia*; *Fragillaria*, *Gomphoneis*, *Melosira*, *Navícula*, *Pinnularia*, *Rhopalodia*, *Skeletonema*, *Stauroneis*, *Surirella* y *Synedra*. La composición alimentaria varía de acuerdo a la época y al ambiente, siendo los dípteros el alimento más abundante, especialmente en primavera. Sin embargo, los puyes juveniles consumen una mayor cantidad de ítemes alimentarios que los adultos (Uribe, 1991).

El pez adulto consume principalmente en su ambiente natural larvas de insectos y dípteros de tamaño proporcional. Aquellos que se encuentran en piscicultura se pueden alimentar con “pellet” de truchas. Este tipo de alimento sería el más práctico de suministrar en piscicultura. Sin embargo, se requiere desarrollar y probar él o los alimentos adecuados para la primera etapa de alimentación de larvas, como también evaluar el “starter” de trucha en las fases de alevín y reproductor (Vega et al., 1988). Actualmente se utiliza alimento “pelletizado” de salmón para alimentar juveniles y adultos de puye.

Se ha comprobado que el manejo alimentario está definido tanto por la formulación física y química de los alimentos, como por la estrategia de alimentación (Toledo, 1990). La nutrición en todo tipo de especies animales, es de vital importancia por el efecto que pueden provocar en la actividad gonadal, crecimiento y fecundidad, por lo que es importante para el desove y la calidad de los huevos (Margor-Jensen, 1993). Se ha comprobado que la calidad y cantidad del alimento es importante en la calidad del huevo. Vega et al., (1999) mediante un ensayo de alimentación determinó que los adultos de puye comen “starter” de trucha, suplementos de hígado fresco y nauplios de artemias, no afectando estas dietas la maduración, ni el inicio del proceso. Los porcentajes de sobrevivencia de las ovas incubadas fue de 60% en promedio, mientras que las larvas tuvieron 60% de sobrevivencia promedio a los 30 días. El “starter” de trucha es un alimento seco que permite la crianza de los adultos mientras se desarrolla un mejor alimento

La proteína de la dieta es utilizada por el organismo con fines fundamentales de mantenimiento y crecimiento o formación de nuevas estructuras proteicas. Puesto que la cantidad y calidad de la proteína de la dieta es uno de los principales determinantes del crecimiento de los peces, uno de los principales objetivos en todo cultivo es la investigación en la determinación de los requerimientos proteicos de las distintas especies cultivables. Por otra parte, y puesto que la proteína es uno de los ingredientes más caros de la dieta, es económicamente deseable que el contenido proteico de la dieta se ajuste a un mínimo, lo suficientemente elevado como para mantener tasas de crecimiento rentables (Espinoza de los Monteros & Labarta, 1987).

Los carbohidratos en peces cumplen la función de incrementar la palatabilidad del alimento final (Tacon, 1987). Los carbohidratos no son en sí necesarios en el alimento para peces debido a la digestibilidad relativa de estos, sin embargo le dan el sabor al alimento fabricado (Steffens, 1987).

Con respecto a los lípidos, estos cumplen un rol primordial en la producción de energía principalmente (Espinoza de los Monteros & Labarta, 1987).

La composición de los lípidos del cuerpo está significativamente afectada por los lípidos de la dieta, aunque la adición de los lípidos de buena calidad entre el 5 y 25 % nunca llevó a efectos negativos en la trucha arco iris o en la carpa (Espinoza de los Monteros & Labarta, 1987).

La adición de lípidos a una dieta, con ácidos grasos esenciales (AGE) como fuente de energía, contribuye a una mejor utilización de la proteína. El efecto principal del ahorro de proteína, por los lípidos de la dieta, es el de reemplazar una fracción de proteína que de otra forma habría de ser catabolizada y utilizada tanto como energía, como para sintetizar lípidos (Espinoza de los Monteros & Labarta, 1987).

Dentro del grupo de las vitaminas, la que juega un rol importante en la reproducción es la vitamina C, ésta es necesaria para una óptima reproducción, y también para la sobrevivencia larval (Margor-Jensen, 1993). El contenido de vitamina C en el ovario aumenta en las etapas tempranas del desarrollo, declinando su participación en los periodos previos a la ovulación (Masumoto, 1991 citado por González, 1995). Al tener deficiencia de vitamina E provoca reducción de la fertilidad afectando directamente la reproducción. Algunas sustancias como vitaminas o minerales, han recibido especial atención en los estudios de nutrición, ya que su deficiencia en la dieta afecta drásticamente a la composición y viabilidad de los huevos. Existe una clara evidencia de un efecto positivo de algunas de ellas sobre la sobrevivencia del huevo. El efecto positivo del ácido ascórbico (vitamina C) sobre la eclosión de los huevos ha sido demostrado recientemente (Cerdá, 1993), por otro lado la deficiencia de esta vitamina afecta al normal desarrollo de diversas funciones metabólicas, como la hematopoyesis, las reacciones de detoxificación o los procesos inmunológicos (Navas, 1997).

Lo que se conoce como vitamina E son todo un grupo de compuestos liposolubles, tocoferoles y tocotrienoles, que actúan como antioxidantes, protegiendo al organismo de la oxidación lipídica. Dentro de ellos el D- $\alpha$  tocoferol es el que presenta una mayor actividad como vitamina E dentro de los animales. Deficiencias de esta vitamina, provocan tanto en “ayu” (*Plecoglossus altivelis*) como en carpa (*Cyprinus carpio*), una disminución en la tasa de huevos viables y de eclosión (Navas, 1997).

Morehead et al., (2001) determinó que deficiencias severas en vitaminas pueden reducir la calidad del huevo en peces salvajes, indicando a la vez que es muy poco probable que estas vitaminas estén limitadas en las dietas de adultos en cautiverio.

En peces, un buen manejo de adultos está basado en la asociación de algunas técnicas y condiciones medioambientales, en una buena alimentación y calidad de agua, en desoves sincronizados, con un adecuado manejo de hembras y machos, con la preservación de gametos y fertilización artificial usando una óptima proporción de huevos/espermatozoides (Billard, 1988).

En los puyes se ha visto que son comunes las enfermedades producidas por bacterias, protozoarios, tremátodos y ectoparásitos, siendo principalmente propensos a diversas enfermedades por la ausencia de escamas (Vega et al, 1999).

Los adultos requieren aguas de alta calidad, similar a la de los salmones. Las temperaturas sobre 15°C favorecen el desarrollo de enfermedades oportunistas ectoparasitarias y bacterianas. Los adultos son afectados por bacterias (*Flavobacterium* spp), la rickettsia de agua dulce, ectoparásitos (protozoos *Ichtiophthirius*, *Trichodina* sp, *Chilodonella* sp, *Ichtiobodo necator* (*Costia* sp), trematodos (*Dadylogyrus* sp y *Gyrodactilus* sp) y endoparásitos (trematodos, *Acanthocephalus*) (Vega et al., 1999) (Ver anexo 1).

Mitchell (1989), publica las primeras experiencias de cultivo a nivel de laboratorio, donde determina que el puye tolera temperaturas entre 12 a 18°C y que las larvas pueden alimentarse de rotíferos y nauplius de Artemias.

El crecimiento de los peces está regulado por: Factores Biológicos: Las características genéticas de una especie y razas determinan el metabolismo, la conducta, el crecimiento individual y la variabilidad de las tallas de la población. Factores Ambientales: La calidad y cantidad de agua son fundamentales para el crecimiento: temperatura, oxígeno, flujo, transparencia, presencia de enfermedades. Manejo: Alimentación (dietas, forma y estrategia de suministro), capacidad de carga (densidades y flujos de agua), selección de tallas, prevención de enfermedades. El pez se produce con un mínimo costo al trabajar con: El mejor pez, seleccionado genéticamente; un ambiente óptimo; un óptimo manejo; un alimento óptimo por su calidad y precio (Vega, 1990).

El pez de cultivo requiere en su dieta proteínas, lípidos, energía, vitaminas y minerales, para el crecimiento, la reproducción y otras funciones fisiológicas normales (Akiyama, 1995).

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general.

- Evaluar el efecto de los niveles de proteína de la dieta en el crecimiento de adultos de *Galaxias maculatus* (Jenyns 1842).

#### 3.2. Objetivo específico.

- Comparar el crecimiento en peso, longitud y factor de conversión de adultos de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) alimentados con diferentes niveles de proteínas.

#### IV. HIPÓTESIS

De acuerdo a los objetivos del presente trabajo, se plantearon las siguientes hipótesis:

- **EFEECTO DE LAS DIETAS EN EL CRECIMIENTO:**

H<sub>0</sub>: Los distintos niveles de proteínas en la dieta no afectan el crecimiento en peso y longitud en adultos de *Galaxias maculatus*.

H<sub>1</sub>: Los distintos niveles de proteínas en la dieta sí afectan el crecimiento en peso y longitud en adultos de *Galaxias maculatus*.

## V. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el “hatchery” de la Escuela de Acuicultura de la Universidad Católica de Temuco. El experimento consistió en alimentar adultos de puyes con dietas con diferentes niveles de proteínas. Se realizaron dos experimentos de alimentación debido a que en el primer bioensayo, la mortalidad fue muy alta, llegando al final con muy pocos peces. Para el primer bioensayo de alimentación se prepararon seis dietas “pelletizada” isocalóricas. Para el segundo bioensayo de alimentación, se prepararon cinco tipos de dietas; cuatro dietas “pelletizada” isocalóricas (2.300 calorías/kg) y una dieta comercial extruída (2.400 calorías/kg) (Tabla 1 y 2). Cada formulación de estas dietas tuvo por finalidad obtener una interacción entre los niveles de proteínas y lípidos para evaluar el efecto en el crecimiento de los puyes adultos en estado virginal de desarrollo gonadal (Tabla 3 y 4).

Para llevar a cabo el bioensayo se utilizaron estanques de un volumen de 100 litros, llenados hasta aproximadamente 60 litros de agua de pozo transparente con una tasa de cambio de 0.5 veces/hora. Para el primer bioensayo, se utilizaron 18 estanques con un número de 50 peces en cada uno de ellos; para el segundo bioensayo, se utilizaron 15 estanques, cada estanque con un número de 100 peces. Por cada dieta se tuvieron tres réplicas distribuidas en los estanques al azar.

Cada experimento duro tres meses; la alimentación fue realizada tres a cuatro veces al día según su consumo, la cantidad de alimento a entregar fue a saciedad, pesando la cantidad de alimento entregado al final del día. Una vez al mes se realizaron muestreos (n=50), donde se midió el crecimiento en peso-longitud, y el estado de madurez sexual, además paralelo a este muestreo se realizó limpieza y desinfección de los estanques.

El manejo de los peces estuvo sometido a manipulaciones de medidas higiénicas y de control con baño de sal a 20 g/L una vez por semana para prevenir el ataque de *Ichthyophthirius multifiliis* (Ich). En el estanque donde los peces se encontraban con Ich, se realizaron baños de sal diariamente por dos semana.

## **5.1. Preparación del alimento.**

Para iniciar el proceso de fabricación se homogeneizó la granulometría de la harina de pescado y de la candealina, tamizando con tamices de 2000, 850 y 600 micras para así eliminar residuos y partículas no deseadas.

Se pesó cada ingrediente en forma proporcional al porcentaje requerido según la dieta (Tabla 1 y 2). Se mezclaron los ingredientes secos: harina de pescado, premix vitamínico y Vitamina C durante 40 minutos en una mezcladora Kitchaid. En forma paralela se preparó el ligante (candealina), que consistió en un engrudo o pasta homogénea, mezclada con agua destilada en una proporción de 900 ml de agua destilada por kilogramo de candealina; esta mezcla se dejó hervir a fuego lento por 15 minutos aproximadamente, revolviendo constantemente para que no se pegue o se queme.

Posteriormente, se mezclaron los ingredientes húmedos (ligante y aceite de pescado) y se agregaron a la mezcladora que contenía los ingredientes secos, durante 45 minutos. Una vez terminada esta etapa se obtuvo una pasta espesa, que quedó lista para ser “pelletizada”.

El “pelletizado” se realizó pasando dos o tres veces la pasta por una pelletizadora Chacon de 1 HP, con una abertura de calibre 2 o 5 mm.

Este “pellet” se llevó a una estufa con una temperatura de 60 °C, durante un tiempo aproximado de 36 – 48 horas. Por último, el “pellet” se retiró de la estufa, se rotuló y se envasó.

Posteriormente, los “pellet” fueron molidos y tamizados, para así obtener el tamaño de partícula deseada.

- Tamaño crumble 1 = Tamiz de 850 micras.

**TABLA 1:** Porcentajes de materias prima para la elaboración de las dietas isocalóricas “pelletizadas” para adultos de *Galaxias maculatus* del primer bioensayo de alimentación.

MATERIA PRIMA	Isocalóricas					
	DIETA N°1 %	DIETA N°3 %	DIETA N°6 %	DIETA N°2 %	DIETA N°5 %	DIETA N°4 %
Harina de Pescado	20	35	51	22	40	30
Aceite de Pescado	22	22	15	15	15	15
Candealina	57	43	33	62	44	54
Premix vitaminas/ minerales	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitamina C	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Total</b>	100	100	100	100	100	100

**TABLA 2:** Porcentajes de materia primas para la elaboración de dietas isocalóricas “pelletizada” para adultos de *Galaxias maculatus* del segundo bioensayo de alimentación.

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>DIETA N°1</b>	<b>DIETA N°2</b>	<b>DIETA N°3</b>	<b>DIETA N°4</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Harina de Pescado	20	35	51	67
Aceite de Pescado	22	22	15	9
Candealina	57	43	33	23
Premix Vitaminas/ minerales	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitamina C	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Total</b>	100	100	100	100

## 5.2. Formulación de la dieta.

Para llevar a cabo el experimento se prepararon dietas con distintos niveles de proteínas, lípidos y carbohidratos que se describen a continuación.

**Tabla 3:** Porcentajes de nutrientes en dietas “pelletizada” isocalóricas para adultos de *Galaxias maculatus* en el primer bioensayo de alimentación.

Nutrientes	Isocalóricas “pelletizada”					
	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Proteínas %	27	28	32	33	34	37
Lípidos %	13	11	12	17	13	18
Carbohidratos %	55	57	50	46	49	39
Fibra %	1	1	1	1	1	1
Cenizas totales %	5	5	4	5	5	5
Materia seca	89	89	93	93	92	92

**Tabla 4:** Porcentajes de nutrientes en dietas “pelletizada” isocalóricas y dieta comercial extruída para adultos de *Galaxias maculatus* en el segundo bioensayo de alimentación.

Nutrientes	Isocalóricas “pelletizada”				Dieta comercial
	D1	D3	D2	D4	Extruído Nutra crumble 1
Proteínas %	27	32	37	57	53
Lípidos %	13	12	18	16	20
Carbohidratos %	57	50	39	19	25
Fibra %	1	1	1	1	1
Cenizas totales %	5	4	5	7	11
Materia seca	89	93	92	93	92

### 5.3. Alimentación.

La alimentación se realizó diariamente a saciedad. El alimento para cada estanque fue puesto en recipientes pequeños de plástico, donde al iniciar el bioensayo se pesó el alimento para cada estanque con el objeto de obtener la cantidad (g) de alimento por día entregado. La alimentación fue realizada tres veces al día y cuando la temperatura no superó los 15° C, para evitar brotes de Ich o Flavobacteria.

### 5.4. Cálculo del factor de conversión.

El factor de conversión (F.C) se calculó mensualmente, con el fin de determinar qué tipo de dieta es más eficiente desde el punto de vista del crecimiento. La fórmula utilizada fue:

$$F.C = \frac{\text{Cantidad de alimento entregado}}{\text{Incremento biomasa} + \text{Incremento biomasa muerta}}$$

$$\text{Biomasa} = W * N^{\circ} \text{ peces}$$

(W: peso promedio en gramos)

### **5.5. Manejo rutinario.**

Uno de los factores que involucró mayor dedicación en el bioensayo fue el manejo técnico, ya que los peces al no estar en un ambiente óptimo y además de ser peces silvestres, se encontraban más propensos a enfermedades como el Ich y Flavobacteria. Las actividades como lavado de quechas, mallas y superficie, fueron realizadas diariamente. La temperatura fue registrada dos veces al día junto con la extracción de la mortalidad. Posterior a la alimentación, se procedía a eliminar los residuos de cada estanque. Se revisaban los flujos y los difusores de aire de cada estanque con el propósito de verificar el funcionamiento correcto. Una vez por semana se realizaban baños de sal a 20 g/L por una hora y dos semanas se tuvieron que hacer baños con Oxitetraciclina 70 mg/L por una hora durante siete días, debido a que algunos estanques presentaron Flavobacteria. Mensualmente se muestrearon los peces, midiendo peso, longitud y estado de madurez sexual.

### **5.6. Crecimiento de los adultos.**

Con el fin de determinar diferencias por efecto de los niveles de proteínas en el crecimiento en peso y longitud de los peces, se realizaron muestreos mensuales, donde por cada estanque se muestrearon 50 peces (primer y segundo bioensayo), evaluando peso, longitud y estado de madurez sexual. Para realizar esta actividad se prepararon dos recipientes previamente desinfectados, se llenaron con agua de pozo, en uno se colocaron los peces a muestrear del estanque y en el otro se colocaron los peces para ser recuperados de la anestesia. Para anestesiarse a los peces se utilizó un tiesto de plástico con un litro de agua con 0.3 ml de Benzocaína. Los peces se anestesiaron paulatinamente colocando de 4 a 5 peces en la anestesia, a cada pez se le midió el peso por medio de una balanza digital (precisión 0.1 g), luego la longitud a través de una regla de medir y por último el estado de madurez sexual.

Luego de obtener los datos se analizó el incremento en peso-longitud mensual y crecimiento estándar (SGR) de acuerdo a las siguientes formulas utilizados Ricker, (1975):

$$\% \text{ Incremento mensual peso: } \frac{\text{Peso (g) final} - \text{Peso (g) inicial}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Incremento mensual longitud: } \frac{\text{Longitud (cm) final} - \text{Longitud (cm) inicial}}{\text{Longitud (cm) inicial}} * 100$$

$$\text{SGR Peso: } \frac{(\text{Log peso (g) final} - \text{Log peso (g) inicial}) * 100}{30 \text{ días}}$$

$$\text{SGR Longitud: } \frac{(\text{Log longitud (cm) final} - \text{Log longitud (cm) inicial}) * 100}{30 \text{ días}}$$

### 5.7. Madurez.

Junto con realizar el muestreo de crecimiento, se determinó el estado de madurez sexual que presentaban los peces. Utilizando la tabla macroscópica del estado de madurez en *Galaxias maculatus* usada en el “hatchery” UCT (Tabla 5).

**TABLA 5:** Caracterización Macroscópica del estado de madurez en *Galaxias maculatus* usada en el “hatchery” UCT.

Estado de Madurez	Hembra	Macho
<b>Virginales</b> : no presentan señales visibles de maduración. Imposible diferenciar el sexo.	<b>V</b>	<b>V</b>
<b>Madurez inicial:</b> Para las hembras tienen huevos muy pequeños de color gris- amarillento, los cuales son posibles de identificar por transparencia cerca del poro genital. En Machos es posible identificar por transparencia un testículo muy rudimentario de color blanquecino.	<b>H1</b>	<b>M1</b>
<b>Madurez media:</b> En las Hembra se caracteriza por la presencia de huevos más grandes, orientados hacia la región posterior en forma de hileras de huevos, su coloración es blanca grisácea, y al tacto el abdomen se encuentra semiduro, por lo que no se obtienen huevos al presionar el abdomen, el poro genital empieza a distenderse. La estructura general de la hembra cambia al abultarse considerablemente el abdomen. En Machos se observa por transparencia, un gran desarrollo testicular alcanzando hasta el borde del poro genital, adquiriendo un aspecto blanquecino.	<b>H2</b>	<b>M2</b>
<b>Madurez final:</b> En Hembras se caracteriza por tener el abdomen muy distendido y el poro genital se encuentra dilatado. Los huevos pueden ser extraídos por masaje abdominal, considerándose como de buena calidad aquellas ovas que se observan transparentes, de tamaño homogéneo, que salen en forma "explosiva" y se separan rápidamente una de otra sin formar cúmulos. En Machos, el semen se obtiene por una leve presión abdominal, considerándose como semen "maduro" aquel que es poco denso, y que se diluye rápidamente al tomar contacto con el agua.	<b>H3</b>	<b>M3</b>

## **5.8. Análisis estadísticos.**

Para evaluar las dietas se confrontaron las medias de cada una de las variables obtenidas en la investigación a través de un análisis de varianza. Los datos procesados en forma porcentual se transformaron mediante la aplicación del arco-seno.

Las medias de peso y longitud de los adultos de cada experimento, fueron comparados utilizando un análisis de varianza de una vía (ANOVA), al encontrar diferencias significativas se utilizó el test de Tukey el que permitió establecer entre qué medias existían las diferencias. Con los datos de porcentaje de estado de madurez sexual, se procedió primero a normalizar los datos, es decir la transformación arcoseno, luego se utilizó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) y al encontrar diferencias significativas se utilizó el test de Tukey, el que permitió establecer entre que medias existían las diferencias.

Se confeccionaron gráficos con el fin de obtener una mayor claridad en las diferencias obtenidas.

## VI. RESULTADOS

### 6.1. PRIMER BIOENSAYO: CRECIMIENTO EN PESO Y LONGITUD.

#### 6.1.1. Crecimiento en peso

El bioensayo se inició con peces con un promedio de  $1.4 \pm 0.4$  gramos, el crecimiento fue evaluado solamente en el primer mes debido a que en los dos meses siguientes los peces tuvieron altas mortalidades. Se obtuvo un mayor incremento en peso con las dietas con mayores porcentajes de proteínas. Los valores máximos en porcentaje de incremento en peso mensual se obtuvieron con la dieta isocalóricas de 37% de proteínas con valores de 57; 57 y 46 % de incremento, seguida de la dieta con 34% de proteínas con valores de 57; 57 y 43 % de incremento. El valor mínimo de incremento mensual se obtuvo con la dieta de 27% de proteínas con valores de 0; 14 y 14 % (Tabla 6 y Fig. 1).

El análisis de varianza entre las dietas para el primer mes arrojó que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dietas “pelletizada” de un 37% proteínas con el resto de las dietas, y la dieta “pelletizada” de un 34% de proteínas con el resto de la dietas. Sin embargo, entre ambas dietas no se encontró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 6.** Peso ( $X \pm D.E.$ ), % incremento en peso y SGR en adultos de puyes (*G maculatus*) alimentados con seis dietas con distintos niveles de proteínas.

Peso inicial: $1.4 \pm 0.4$			Mes Mayo	
Proteínas %	Lípidos %	Peso (g)	Incremento en peso (g) mensual	SGR mensual Peso
27	13	$1.4 \pm 0.6$	0	0
		$1.6 \pm 0.4$	14	0.2
		$1.6 \pm 0.5$	14	0.2
28	11	$2.0 \pm 0.5$	43	0.5
		$1.9 \pm 0.5$	36	0.4
		$1.4 \pm 0.5$	0	0
32	12	$2.0 \pm 0.6$	43	0.5
		$1.8 \pm 0.5$	29	0.4
		$1.6 \pm 0.6$	14	0.2
33	13	$2.0 \pm 0.6$	43	0.5
		$2.0 \pm 0.7$	43	0.5
		$1.8 \pm 0.4$	29	0.4
34	17	$2.2 \pm 0.6$	57	0.7
		$2.2 \pm 0.6$	57	0.7
		$2.0 \pm 0.7$	43	0.5
37	18	$2.2 \pm 0.6$	57	0.7
		$2.2 \pm 0.7$	57	0.7
		$1.9 \pm 0.4$	46	0.6

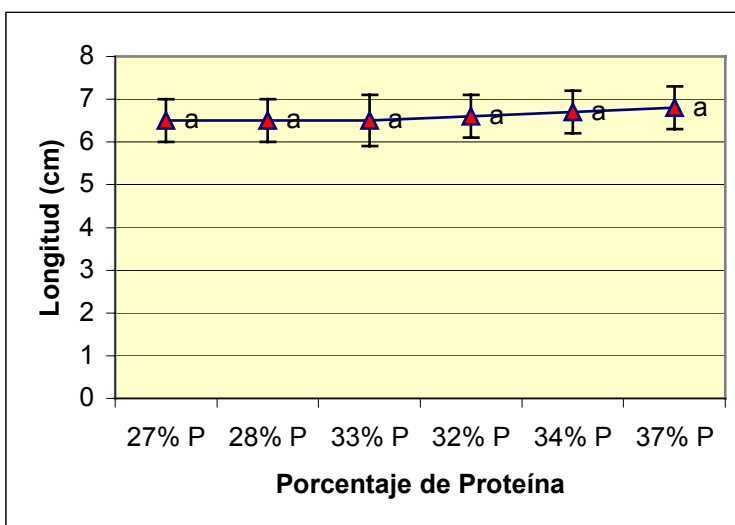
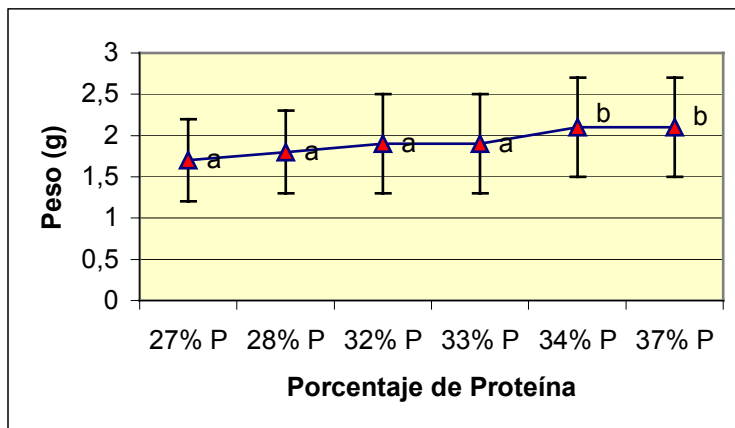
### 6.1.2. Crecimiento en longitud de adultos

Se inició el bioensayo con peces con una longitud promedio de  $6.3 \pm 0.4$  centímetros. El mayor incremento mensual en longitud fue observado con dietas con mayor porcentaje de proteínas. La dieta “pelletizada” isocalórica con un 37% de proteínas obtuvo un mayor incremento en longitud mensual en el primer mes con valores de 8; 8 y 6 % de incremento, seguido de la dieta “pelletizada” con un 33% de proteínas con valores de 8; 6 y 6 % de incremento. En valor mínimo se obtuvo con la dieta con menor porcentaje de proteínas (27 %) con valores de 0; 3 y 5 % de incremento (Tabla 7 y Fig. 1).

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el crecimiento registrado con las diferentes dietas.

**Tabla 7.** Longitud ( $X \pm D.E.$ ), % incremento en longitud y SGR en adultos de puyes (*G maculatus*) alimentados con seis dietas con distintos niveles de proteínas.

Longitud inicial: $6.3 \pm 0.4$			Mes Mayo	
Proteínas %	Lípidos %	Longitud (cm)	Incremento en longitud (g) mensual	SGR mensual longitud
27	13	$6.3 \pm 0.6$	0	0
		$6.5 \pm 0.5$	3	0.04
		$6.6 \pm 0.5$	5	0.06
28	11	$6.6 \pm 0.4$	5	0.06
		$6.6 \pm 0.5$	5	0.06
		$6.3 \pm 0.5$	0	0
32	12	$6.4 \pm 0.6$	2	0.02
		$6.5 \pm 0.5$	3	0.04
		$6.6 \pm 0.7$	5	0.06
33	13	$6.6 \pm 0.5$	5	0.06
		$6.5 \pm 0.7$	3	0.04
		$6.6 \pm 0.4$	5	0.06
34	17	$6.8 \pm 0.5$	8	0.1
		$6.7 \pm 0.5$	6	0.08
		$6.7 \pm 0.6$	6	0.08
37	18	$6.8 \pm 0.5$	8	0.1
		$6.8 \pm 0.6$	8	0.1
		$6.7 \pm 0.4$	6	0.08



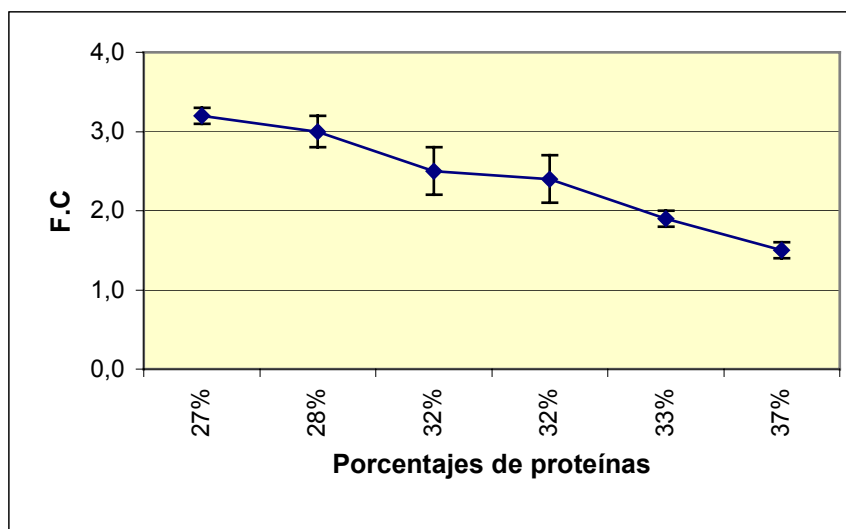
**Fig 1.** Crecimiento en peso y longitud ( $X \pm D.E.$ ) de adultos de puyes (*G. maculatus*) alimentados con seis tipo de dietas con distintos niveles de proteínas mes de Mayo (n=3).

### 6.1.3. Cálculo Factor de conversión

El factor de conversión fue menor para la dieta “pelletizada” isocalórica con un 37% de proteínas con un valor de 1.5 y la dieta “pelletizada” con 34% de proteínas con un valor de 1.9. Se pudo observar que con un mayor porcentaje de proteínas, menor es el factor de conversión (Tabla 8 y Fig. 2).

**Tabla 8.** Resumen del cálculo del factor de conversión en adultos de puyes (*G. maculatus*) alimentados con dietas con diferentes niveles de proteínas.

Mes Mayo	% Proteínas	Ganancia en peso (g)	F.C
Dieta 1	27	0.2 ± 0.1	3.2 ± 0.1
Dieta 2	28	0.5 ± 0.3	3.0 ± 0.2
Dieta 3	32	0.6 ± 0.1	2.5 ± 0.3
Dieta 4	33	0.4 ± 0.2	2.4 ± 0.3
Dieta 5	34	0.7 ± 0.1	1.9 ± 0.1
Dieta 6	37	0.7 ± 0.2	1.5 ± 0.1



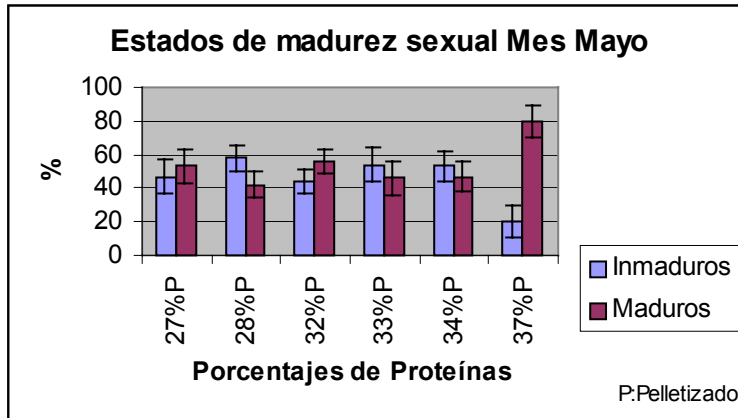
**Fig 2.** Factor de conversión ( $X \pm D.E.$ ) de adultos de puyes (*G. maculatus*) alimentados con seis tipo de dietas con distintos niveles de proteínas mes de Mayo ( $n=3$ ).

#### 6.1.4. Estado de Madurez sexual

Al evaluar el estado de madurez sexual se pudo observar que los peces al inicio del bioensayo se encontraban con 88 % de peces inmaduros y un 12% de peces maduros. En el primer mes de muestreo se observó que la población se encontraba con más del 40% peces maduros. La dieta “pelletizada” isocalórica con un 37% de proteínas obtuvo el mayor porcentaje de peces maduros con 70; 76 y 69 %, el menor porcentaje de peces maduros fue con la dieta “pelletizada” isocalórica de un 27% de proteínas con valores de 51; 40 y 34 %. Observándose una mayor madurez sexual con dietas con mayor porcentaje de proteínas (Tabla 9 y Fig. 3).

**Tabla 9.** Estado de madurez sexual de adultos de *Galaxias maculatus* evaluados en porcentajes.

% Proteínas	Mes Mayo		Mes Junio		Mes Julio	
	% Inmaduros	% Maduros	% Inmaduros	% Maduros	% Inmaduros	% Maduros
27	50	50	-	-	-	-
	44	56	20	80	-	-
	48	52	20	80	100	0
28	49	51	22	78	-	-
	60	40	25	75	-	-
	66	34	-	-	-	-
32	33	67	-	-	63	37
	49	51	26	74	26	74
	51	49	15	85	-	-
33	50	50	25	75	-	-
	52	48	26	74	-	-
	61	39	7	93	-	-
34	50	50	15	85	67	33
	51	49	20	80	-	-
	58	42	27	73	-	-
37	30	70	10	90	54	46
	24	76	14	86	100	0
	31	69	12	88	-	-



**Figura 3.** Estado de madurez sexual de adultos de *G. maculatus* alimentados con seis tipos de dietas con distintos niveles de proteínas mes de Mayo (n=3).

### 6.1.5. Mortalidad y Estado de Madurez sexual

La mortalidad fue alta en todos los meses del bioensayo, observándose mortalidades similares en todas las dietas. El bioensayo se inició con 50 peces por estanque con un total de 900 peces, llegando al final del bioensayo con casi toda la población muerta 88% (Tabla 10 a; b; c).

**Tabla 10 a.** Mortalidad y estado de madurez sexual de adultos de puye (*G. maculatus*) alimentados con seis dietas con distintos niveles de proteínas y lípidos. Mes de Mayo temperatura 12.4 °C y 372 unidades térmicas acumuladas (UTA).

Mes Mayo	Mort. Total	Mort. %	Mort. Acum. %	Estado de Madurez								
				% V	% H1	% H2	% H3	% M1	% M2	% M3	% PD	% R
27	33	22	22	47	34	3	0	15	1	0	0	0
28	23	15	15	58	27	1	0	13	1	0	0	0
32	24	16	16	44	34	2	0	20	0	0	0	0
33	30	20	20	54	26	6	0	12	2	0	0	0
34	24	16	16	53	32	3	0	11	1	0	0	0
37	23	15	15	28	40	2	0	27	3	0	0	0

**Tabla 10 b.** Mortalidad y estado de madurez sexual de adultos de puye (*G. maculatus*) alimentados con seis dietas con distintos niveles de proteínas y lípidos. Mes de Junio temperatura 12 °C y 372 UTA.

Mes Junio	Mort. Total	Mort. %	Mort. Acum. %	Estado de Madurez								
				% V	% H1	% H2	% H3	% M1	% M2	% M3	% PD	% R
27	67	45	67	20	35	5	0	31	9	0	0	0
28	84	56	71	24	38	10	0	24	14	0	0	0
32	45	30	46	12	40	10	0	30	8	0	0	0
33	71	47	67	21	29	11	0	30	9	0	0	0
34	61	41	57	19	23	12	0	31	15	0	0	0
37	67	45	60	20	23	21	0	30	6	0	0	0

**Tabla 10 c.** Mortalidad y estado de madurez sexual de adultos de puye (*G. maculatus*) alimentados con seis dietas con distintos niveles de proteínas y lípidos. Mes de Julio temperatura 12.1°C y 397 UTA.

Mes Julio	Mort.	Mort.	Mort.	Estado de Madurez								
Proteínas %	Total	%	Acum. %	% V	% H1	% H2	% H3	% M1	% M2	% M3	% PD	% R
27	36	24	136	100	0	0	0	0	0	0	0	0
28	43	29	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	48	32	117	54	14	11	0	14	7	0	0	0
33	52	35	150	67	33	0	0	0	0	0	0	0
34	59	39	144	60	0	0	0	40	0	0	0	0
37	2	1	92	45	20	5	0	25	5	0	0	0

\*\*\*

PD: Posdesove

R: Revertido

V: Virginal

H1: Hembra en madurez inicial

H2: Hembra en madurez avanzada

H3: Hembra en madurez final

M1: Macho en madurez inicial

M2: Macho en madurez avanzada

M3: Macho en madurez final

## 6.2. SEGUNDO BIOENSAYO: CRECIMIENTO EN PESO Y LONGITUD.

### 6.2.1. Crecimiento en peso

Al iniciar el bioensayo los peces se encontraban con un peso promedio de  $3.9 \pm 1.1$  g, al comparar las dietas se observó que el máximo incremento en peso se obtuvo en el primer mes del bioensayo. El máximo incremento en porcentaje de peso mensual fue con las dietas con mayor porcentaje de proteínas. La dieta extruída con un 53% de proteínas alcanzó valores de 33; 36 y 33 % de incremento y la dieta “pelletizada” con 57% de proteínas alcanzó valores de 26; 33 y 21 % de incremento (Tabla 11 y Fig. 4). El análisis de varianza para el peso en los tres meses del bioensayo arrojó que sí existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en al menos una de las dietas. Se determinó que las diferencia se dan entre la dietas con 27% proteínas y las dietas de un 37% de proteínas, 57% proteínas y el extruído con 53% proteínas, así como también la diferencia se dan entre la dieta con un 32% proteínas con las dietas de un 37 % de proteínas, 57% proteínas y el extruído con 53% proteínas.

**Tabla 11.** Peso ( $X \pm D.E.$ ), % incremento en peso y SGR en adultos de puyes (*G maculatus*) alimentados con seis dietas con distintos niveles de proteínas.

Peso inicial: $3.9 \pm 1.1$			Mes Octubre	
Proteínas %	Lípidos %	Peso (g)	Incremento en peso (g) mensual	SGR mensual Peso
27	13	$4.5 \pm 1.0$	15	0.2
		$4.5 \pm 1.0$	15	0.2
		$4.3 \pm 1.4$	10	0.1
32	12	$4.4 \pm 1.2$	21	0.2
		$4.7 \pm 1.6$	13	0.3
		$4.4 \pm 1.2$	13	0.2
37	18	$4.6 \pm 1.2$	18	0.2
		$4.5 \pm 1.5$	15	0.2
		$4.7 \pm 1.3$	21	0.3
57	16	$2.0 \pm 0.5$	26	0.3
		$1.9 \pm 0.5$	33	0.4
		$1.4 \pm 0.5$	21	0.3
53	20	$2.2 \pm 0.6$	33	0.4
		$2.2 \pm 0.6$	36	0.4
		$2.0 \pm 0.7$	33	0.4

### 6.2.2. Crecimiento en longitud

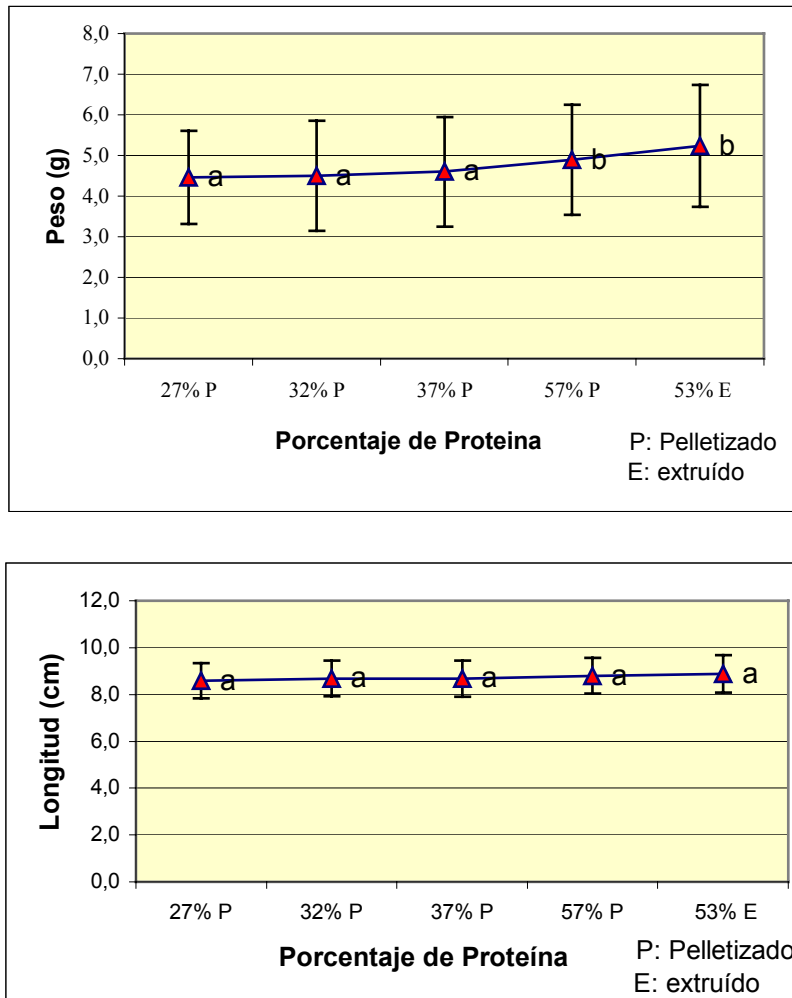
Al iniciar el bioensayo los peces se encontraban con una longitud promedio de  $8.5 \pm 0.7$  cm. El incremento en longitud fue levemente en el primer mes y en los dos meses siguientes prácticamente no hubo incremento debido a que los peces empezaron a madurar, observándose un máximo incremento en peso en el primer mes con la dieta extruída de un 53% proteínas con valores de 5; 4 y 5 % de incremento, seguido de la dieta “pelletizada” con 57% proteínas con valores de 2; 5 y 1 % de incremento (Tabla 12 y Fig. 4).

El análisis de varianza en lo tres meses del bioensayo arrojó que no existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las dietas.

**Tabla 12.** Longitud ( $X \pm D.E.$ ), % incremento en longitud y SGR en adultos de puyes (*G maculatus*) alimentados con seis dietas con distintos niveles de proteínas.

Longitud inicial: $8.7 \pm 0.7$				
Proteínas %	Lípidos %	Longitud (cm)	Incremento en longitud (g) mensual	SGR mensual longitud
27	13	$8.4 \pm 0.8$	-1	-0.02
		$8.8 \pm 0.6$	4	0.05
		$8.5 \pm 0.8$	0	0
32	12	$8.5 \pm 0.7$	0	0
		$8.7 \pm 0.9$	2	0.03
		$8.7 \pm 0.7$	2	0.03
37	18	$8.6 \pm 0.7$	1	0.02
		$8.6 \pm 0.9$	1	0.02
		$8.7 \pm 0.7$	2	0.03
57	16	$8.7 \pm 0.7$	2	0.03
		$8.9 \pm 0.8$	5	0.07
		$8.6 \pm 0.8$	1	0.02
53 Extruída	20	$8.9 \pm 0.7$	5	0.07
		$8.8 \pm 0.8$	4	0.05
		$8.9 \pm 0.8$	5	0.07

MES OCTUBRE



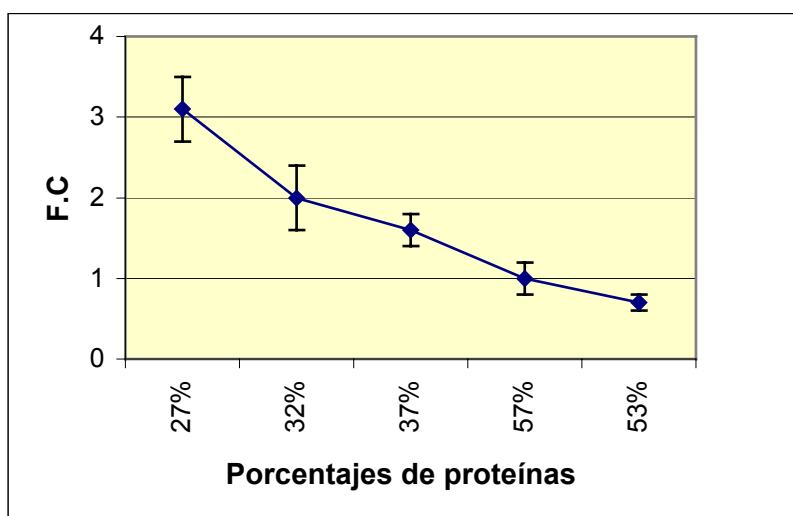
**Figura 4.** Gráficos de crecimiento en Peso y longitud ( $X \pm D.E.$ ) de adultos de puyes (*G maculatus*) alimentados con cinco tipo de dietas con distintos niveles de proteínas (n=3).

### 6.2.3. Cálculo del factor de conversión

El menor factor de conversión se observó en el primer mes para la dieta extruída con un 53% de proteínas con un valor de 0.7, sin embargo el factor de conversión para la dieta “pelletizada” con un 57% de proteínas, el valor fue de 1.0, lo que arroja un menor factor de conversión para ambas dietas (Tabla 13 y Fig. 5).

**Tabla 13.** Resumen del cálculo del factor de conversión en adultos de puye (*G. maculatus*) alimentados con dietas con diferentes niveles de proteínas.

Octubre	% Proteínas	Ganancia en peso (g)	F.C
	27	0.4 ± 0.1	3.1 ± 0.7
	32	0.6 ± 0.1	2.0 ± 0.5
	37	0.7 ± 0.1	1.6 ± 0.2
	57	1.0 ± 0.2	1.0 ± 0.2
	<b>53 extruído</b>	1.3 ± 0.1	0.7 ± 0.1
Noviembre			
	27	0.03 ± 0.1	3.7 ± 11.2
	32	0.03 ± 0.1	5.6 ± 5.0
	37	0.10 ± 0.1	11.7 ± 9.6
	57	0.20 ± 0.2	7.5 ± 5.4
	<b>53 extruído</b>	0.10 ± 0.1	9.3 ± 3.5



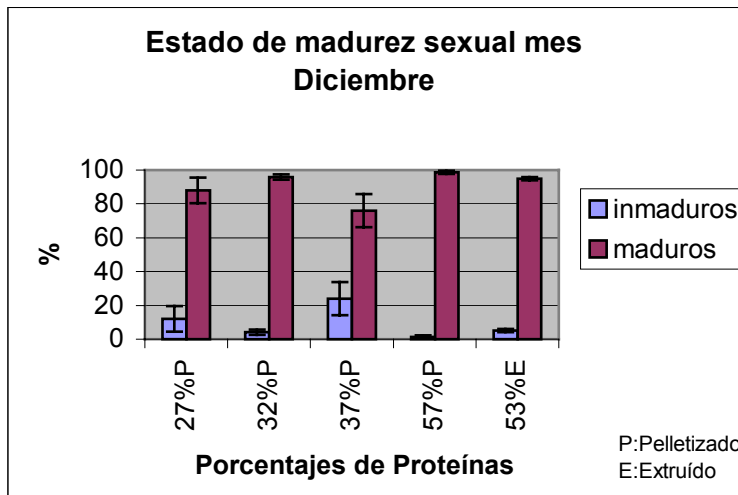
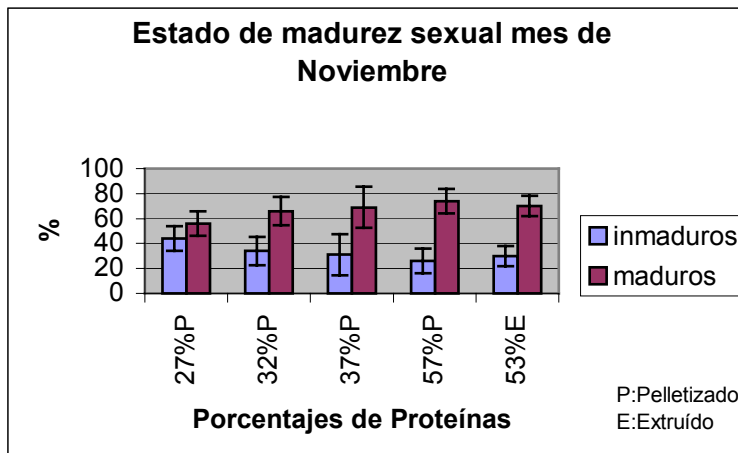
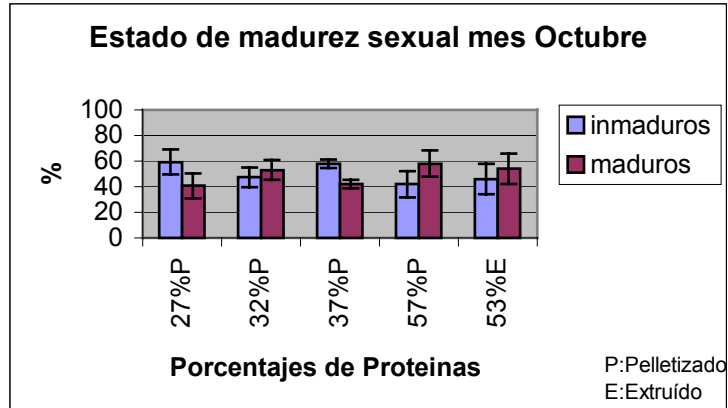
**Fig 5.** Factor de conversión ( $X \pm D.E.$ ) de adultos de puyes (*G. maculatus*) alimentados con cinco tipo de dietas con distintos niveles de proteínas mes de Octubre (n=3).

#### **6.2.4. Estado de madurez sexual**

Al iniciar el bioensayo los peces se encontraban en un 92 % virginales y un 8 % maduros (M1), en el primer mes del bioensayo se observó que los peces empezaron a madurar, la dieta con mayores niveles de proteínas del 37%, 57% y la dieta comercial extruída con un 53 % de proteínas; tuvieron un mayor porcentaje de peces maduros (53, 58, 54 %). Donde se observó claramente que las dietas con menor porcentaje de proteínas, el nivel de maduración sexual fue menor y más variable. En el segundo mes la mitad de la población se encontraba madura y al tercer mes se observó un alto porcentaje de la población madura (78 a 100%), independientemente de los niveles de proteínas de las dietas (Tabla 14 y Fig. 6).

**Tabla 14.** Estado de madurez sexual de adultos de *Galaxias maculatus* evaluados en porcentajes.

<b>% Proteínas</b>	<b>Mes Octubre</b>		<b>Mes Noviembre</b>		<b>Mes Diciembre</b>	
	<b>% Inmaduros</b>	<b>% Maduros</b>	<b>% Inmaduros</b>	<b>% Maduros</b>	<b>% Inmaduros</b>	<b>% Maduros</b>
<b>27 %</b>	70	30	52	48	10	90
	46	54	50	50	22	78
	62	38	30	70	4	96
<b>32 %</b>	62	38	24	76	18	82
	58	42	16	84	16	84
	54	46	54	46	38	62
<b>37 %</b>	44	56	18	82	2	98
	40	60	40	60	6	94
	58	42	44	56	4	96
<b>57 %</b>	56	44	18	82	2	98
	38	62	40	60	2	98
	32	68	20	80	0	100
<b>53% Extruído</b>	30	70	40	60	4	96
	58	42	20	80	6	94
	50	50	30	70	4	96



**Figura 6.** Gráficos del estado de madurez sexual de adultos de *Galaxias maculatus* alimentados con cinco tipos de dietas con distintos niveles de proteínas.

### 6.2.5. Mortalidad y estado de madurez sexual.

Los registros de mortalidad y estado de madurez sexual estuvieron relacionados todo el tiempo que duró el bioensayo. El experimento se inició con 1500 peces, terminando con 828 peces vivos, y una mortalidad de un 45%. Al analizar el estado de madurez sexual mensualmente se pudo observar que a medida que avanzó el bioensayo, los peces fueron madurando y a la vez aumentando su mortalidad. El primer mes la mortalidad fue en porcentaje iguales para todas las dietas con sus respectivas réplicas (Tabla 15a), el segundo mes aumentó la mortalidad debido al aumento de su estado de madurez sexual (Tabla 15b), y el tercer mes la mortalidad en algunas réplicas fue casi la mitad del total de la población, verificándose claramente que esta mortalidad fue debida a que los peces aumentaron su estado de madurez sin llegar al estado de H3 y M3 por ende sin desovar (Tabla 15c).

El análisis de varianza realizado a la mortalidad acumulada en el mes de diciembre, arrojó que no existen diferencias significativas entre las dietas.

**Tabla 15 a.** Mortalidad y estado de madurez sexual de adultos de puye alimentados con cinco dietas con distintos niveles de proteínas. Mes de Octubre temperatura 13.7 °C y 424.2 UTA.

Mes Octubre	Mort. Total	Mort. %	Mort. Acum. %	Estado de Madurez								
				% V	% H1	% H2	% H3	% M1	% M2	% M3	% PD	% R
27	22	7	7	54	14	2	0	22	8	0	0	0
32	23	8	8	47	19	0	0	31	3	0	0	0
37	28	9	9	58	13	4	0	20	5	0	0	0
57	28	9	9	42	16	2	0	35	5	0	0	0
53 Extruído	8	3	3	46	21	2	0	28	3	0	0	0

**Tabla 15 b.** Mortalidad y estado de madurez sexual de adultos de puye alimentados con cinco dietas con distintos niveles de proteínas. Mes de Noviembre temperatura 14 °C y 433.3 UTA.

Mes Noviembre	Mort. Total	Mort. %	Mort. Acum.	Estado de Madurez								
				% V	% H1	% H2	% H3	% M1	% M2	% M3	% PD	% R
27	25	8	16	40	18	3	0	29	10	0	0	0
32	33	11	19	31	19	2	0	41	7	0	0	0
37	47	16	25	30	21	6	0	35	8	0	0	0
57	50	17	26	23	25	6	0	33	13	0	0	0
53 Extruído	21	7	10	29	25	11	0	17	18	0	0	0

**Tabla 15 c.** Mortalidad y estado de madurez sexual de adultos de puye alimentados con cinco dietas con distintos niveles de proteínas. Mes de Diciembre temperatura 14.5 y 443 UTA.

Mes Diciembre	Mort. Total	Mort. %	Mort. Acum. %	Estado de Madurez								
				% V	% H1	% H2	% H3	% M1	% M2	% M3	% PD	% R
27	67	22	38	31	10	12	0	30	17	0	0	0
32	72	24	43	4	9	22	0	42	23	0	0	0
37	86	29	54	17	19	25	0	29	10	0	0	0
57	75	25	51	0	15	29	0	41	15	0	0	0
53 Extruído	105	35	45	5	7	29	0	34	25	0	0	0

## VII. DISCUSIÓN

Los resultados determinaron que las dietas con mayor porcentaje de proteínas, incrementan el peso y la longitud en adultos de puye. Sin embargo, la evaluación del crecimiento se realizó sólo para el primer mes de los bioensayos de alimentación, debido a que en los dos meses siguientes, los peces entraron en estado de madurez sexual, dejando de comer y aumentando la mortalidad. Para el primer bioensayo de alimentación el crecimiento en peso fue significativamente mayor con dietas con mayor nivel de proteínas (37%). Para el segundo bioensayo al igual que en el primero, el mayor crecimiento en peso fue con dietas con mayor nivel de proteínas (53%) (dieta comercial extruída) lo que concuerda con Koppe & Roem (1998) que mencionan que los requerimientos de proteínas son mayores en los peces carnívoros debido a que la proteína es usada como una gran fuente de energía y si se mide como porcentaje de la dieta, es más alta que la de otros animales, además tienen un requerimiento relativo de aminoácidos más alto. Esto se ve claramente si se compara el requerimiento de Proteína bruta (PB) para los bovinos, que es de alrededor de 12%, con el de peces omnívoros que tienen un requerimiento de 35-45% y el de los peces carnívoros de 40-58%.

Se pudo determinar que dietas con menor porcentaje de proteína (27%) y mayor porcentaje de H. de carbono (57%) obtienen menor crecimiento, según Steffens (1987) señala que la administración de tasas de carbohidratos en exceso empeora el crecimiento y la conversión del alimento. Porcentajes más bajos de proteínas y proporciones altas de carbohidratos perjudican el crecimiento y motivan a la formación de grasa corporal y cantidades considerables de glucógeno en el hígado. Espinoza de los Monteros & Labarta (1987) mencionan que la cantidad y calidad de las proteínas cumplen un rol determinante en el crecimiento. Los peces necesitan más proteína en su dieta. Esto se debe, probablemente, al hecho de que la mayoría de las especies de peces son carnívoros y necesitan dietas ricas en proteína dada su mala utilización de los hidratos de carbono. Navas (1997) señala que los peces carnívoros son dependientes de un alto contenido proteico en la dieta, a causa de su capacidad para metabolizar proteínas y su limitada capacidad para digerir y metabolizar los carbohidratos. Sin embargo, durante la

vitelogenesis los salmónidos presentan un aumento de esta capacidad, probablemente en relación con los cambios que se observan en el metabolismo de los hidratos de carbono durante esa fase. Esta condición hipoglucémica durante la migración de los salmónidos es un hecho clásicamente conocido, que parece causado por un elevado catabolismo de los azúcares, asociados a la estimulación de la gluconeogénesis a partir de los aminoácidos.

Los puyes alimentados por sobre un 37% de proteínas obtuvieron en los dos bioensayos de alimentación mayores índices de crecimiento que aquellos alimentados con 27%, esto concuerda por lo mencionado por Phillips (1975) que recomienda para un mayor crecimiento los siguientes valores de nutrientes y calorías para la trucha arco iris, especie carnívora igual que el puye,: Proteínas 35-40% (3.9 calorías/g ), Lípidos menor a 8% (8 calorías/g), H. de carbono menor 12% (1.6 calorías/g).

Es importante destacar que no se puede comparar ambos bioensayos de alimentación, debido a que sus tallas iniciales son diferentes. En el primer bioensayo, la talla inicial fue 1.4 g, con un incremento mensual en peso entre 9% a 53%, el segundo bioensayo su talla inicial fue 3.9 g, con un incremento en peso mensual menor entre un 13% a 34%. Esta diferencia fue debido a que los peces de menor tamaño tienen una mayor velocidad de crecimiento, según Steffens (1987) la talla de los peces juegan un papel importante en las necesidades proteicas, los juveniles precisan superiores contenidos proteicos en el alimento que los peces de más edad. Akiyama (1995) señala que los niveles óptimos de proteína en la dieta, varían de acuerdo a la especie del pez, la etapa de vida, la temperatura del agua, el consumo del alimento, el consumo diario de alimento balanceado, la frecuencia en la alimentación, la calidad de la proteína, la composición de aminoácidos y la cantidad de energía no proteica.

Al evaluar el factor de conversión los resultados determinaron que el menor factor, se obtuvo con dietas con alto porcentaje de proteínas. Para el primer bioensayo se obtuvo un factor de conversión de 1.5 con la dieta “pelletizada” isocalórica de 37% de proteínas, seguido de la dieta “pelletizada” isolipídica de un 33% de proteínas con un valor de 1.7. Para el segundo bioensayo de alimentación se obtuvo un factor de conversión 0.7 para la dieta extruída de 53% de proteínas, seguido de la dieta “pelletizada” de 57% de proteínas

con un valor de 1.0. Determinándose que entre un 53 a 57% se puede obtener un menor factor de conversión y a la vez con un 37% de proteína el factor sigue siendo bajo, lo que concuerda por lo señalado por Koppe & Roem (1998) que mencionan que con un mayor porcentaje de proteína se obtienen Factores de conversión bajo, por esto es necesario tener conocimiento de las características de los requerimientos proteicos de los peces, ya que permite optimizar el uso de las fuentes de proteínas. Por otra parte, y puesto que la proteína es uno de los ingredientes más caro de la dieta, es económicamente deseable que el contenido proteico de la dieta se ajuste a un mínimo, lo suficientemente elevado como para mantener tasas de crecimiento rentables. Steffens (1987) menciona que a medida que se incrementa proteína en el alimento de trucha arcoiris, mejora el incremento en peso y el aprovechamiento del alimento (factor de conversión).

Según Vega (1990) el factor depende de: la especie, su selección genética, la edad, la temperatura del agua, la calidad nutricional y energética del alimento y del manejo técnico. Existieron altos factores de conversión en el segundo mes del segundo bioensayo, el máximo factor de conversión fue 11.7, lo que es irreal, teniendo que señalar, que se debió principalmente por una sobrealimentación con peces inapetentes por su estado de madurez, lo que solamente produjo contaminación y proliferación de enfermedades, esto concuerda con lo señalado por Vega (1990) de que no es bueno la sub o sobrealimentación, la subalimentación produce un crecimiento más lento. La sobrealimentación tiene un efecto económico negativo por pérdida de alimento y contaminación, y en efectos metabólicos negativos en los peces por el incremento en la producción de amoníaco, CO<sub>2</sub> y de residuos sólidos.

Es importante destacar que además de las proteínas, los lípidos juegan un rol importante, debido a que contribuyen a una mejor utilización de estas. En el experimento las dietas “pelletizada” no se reflejó mayormente el incremento de aceite de pescado en los niveles de lípidos. Las dietas con un mayor porcentaje de aceite de pescado (22%) contenían niveles de lípidos de un 15% y las dietas con un menor porcentaje de aceites de pescado (15%), los niveles de lípidos fueron de un 11%. Se pudo observar que el agregar mayor cantidad de aceite de pescado en la preparación del alimento no incrementó mayormente los niveles de

lípidos de las dietas, lo que se pudo determinar que una dieta “pelletizada” no tiene gran ventaja en agregar más lípidos, debido a que tiene poca capacidad de absorberlo, sin embargo, en la dieta comercial extruída se observó claramente un mayor porcentaje de lípidos (20%), debido a su mecanismo de fabricación, que incorpora de mejor forma el nutriente, esta dieta tuvo ventajas comparativas con respecto a la dieta “pelletizada” fabricada en el desarrollo del bioensayo, lo que concuerda por lo señalado por Steffens (1987) una elevada tasa de lípidos en la dieta de trucha arcoiris actúa favorablemente sobre el crecimiento y el factor de conversión, a lo que se le añade un mejor aprovechamiento de la proteínas. Romero (1988) quien señala que el efecto principal del ahorro de proteína, por los lípidos de la dieta (“sparing effect”), es el de reemplazar una fracción de proteína que de otra forma habría de ser catabolizada y utilizada tanto como energía, como para sintetizar lípidos. Los lípidos de la dieta juegan un papel importante en los procesos de producción de energía y como fuente de ácidos grasos esenciales (AGE). Además de esas funciones, tienen otras importantes, como la de ser transportadoras de ciertos nutrientes no grasos, principalmente las vitaminas liposolubles A, D y K. Espinoza de los Monteros & Labarta (1987) señalan que la adición de lípidos a una dieta, con ácidos grasos esenciales (AGE) como fuente de energía, contribuye a una mejor utilización de la proteína. Vega (1990) señala que la adición de más lípidos a la dieta aporta más energía y a un costo menor. Este efecto economizador de proteínas se llama “sparing effect”.

Dentro del bioensayo los niveles de lípidos en las dietas “pelletizada” fueron buenos para peces carnívoros, ya que fluctuaron entre 11-18%, lo que concuerda con lo citado por Espinoza de los Monteros & Labarta (1987) que señala que la composición de los lípidos del cuerpo está significativamente afectada por los lípidos de la dieta, aunque la adición de los lípidos de buena calidad entre el 5 y 25 % nunca llevó a efectos negativos en la trucha arco iris o en la carpa. Margor-Jensen, (1993) señala que la deficiencia de los ácidos grasos disminuyen la eficiencia en el desove, tasa de eclosión y la sobrevivencia, descubriendo así la gran importancia que juega en la reproducción donde tiene un rol crucial en las etapas del desarrollo vitelogénico y embriogénico.

Los resultados en relación al estado de madurez determinaron que en el primer mes hubo una mayor madurez (53- 58%) con las dietas con un mayor porcentaje de proteínas (37- 57%). Al observar ambos bioensayo las dietas ricas en proteínas en el primer mes incrementaron el estado de madurez sexual de los peces. Lo que concuerda por lo citado por De Silva et al, (1995). En tilapia el nivel óptimo para el crecimiento en adultos es de un 30 % de proteína y el mejor porcentaje para desovar ocurre con niveles de un 25 y 30 % de proteínas. Existe una correlación positiva entre la tasa de desove y la cantidad de proteína, es decir, al recibir menor proteína el desove es de menor cantidad. El nivel óptimo de proteína no tiende a acelerar su actividad reproductiva, pero utiliza mas el aprovechamiento de la energía para el crecimiento.

La mortalidad fue uno de los factores limitantes en la investigación, la temperatura pudo haber sido uno de los puntos críticos. En el primer bioensayo los peces se mantuvieron a una temperatura promedio de 12.5°C y en el segundo bioensayo los peces se encontraron a una temperatura promedio de 13.5°C, fuera de los rangos óptimo de 10°C para reproductores señalados por Vega et al.,(2003). Sin embargo, Mitchell (1989), publica las primeras experiencias de cultivo a nivel de laboratorio, determinando que el puye tolera temperaturas entre 12 a 18°C y que las larvas pueden alimentarse de rotíferos y nauplius de artemias.

Los peces como los salmones y puyes pueden tolerar un amplio rango de temperatura, pero su temperatura óptima para los procesos reproductivos o de crecimiento es estrecha y en diferentes niveles: 5 –10 °C y 10-15°C respectivamente (Vega et al., 2003).

Es importante destacar que la temperatura pudo haber influenciado en la mortalidad y la detención del proceso de maduración, pero el punto crítico fue el estrés, ya que para ambos bioensayos se utilizaron peces silvestres, lo que al ser sometidos a condiciones de cultivo se estresaron y la mortalidad fue en aumento, según Schreck et al., (2001) señala que los peces adultos salvajes sufren de estrés al estar sometidos en condiciones de cultivo. Tienen respuesta fisiológicas a este factor, que varía según la especie, la etapa de madurez en que se encuentren y el grado de estrés. Numerosos factores pueden contribuir a variaciones en la respuesta fisiológica del organismo al estrés, los factores pueden ser según la especie,

condición estacional, física, estado nutricional, calidad de agua, y la naturaleza del genotipo. Los salmonideos responden al estrés con una elevación casi inmediata en los niveles circulantes de cortisol, este es un esteroide de tensión predominante de los teleósteos. Pankhurst & Van Der Kraak (2001), mencionan que diversos estudios que incorporaron cortisol en la dietas de los peces, producían una incidencia en la mortalidad producida por infecciones oportunistas. Las posibilidades son que el cortisol actúa en el sistema endocrino y ejerce sus efectos en la reproducción por mecanismo indirecto en la suspensión de ésta. También hay evidencia que diversas contaminaciones medioambientales, tiene un efecto inhibitorio de la reproducción. El estrés induce a la inhibición del crecimiento y la reproducción, con consecuencias severas en el manejo de poblaciones de peces salvajes. El estrés por la contaminación del agua tiene un efecto inhibitorio en la reproducción. Los salmonideos responden al estrés a través del retardo de la ovulación. Kjørsvik et al., (1990) el fotoperíodo y temperatura son los factores ambientales de mayor efecto sobre el control de la reproducción en la mayoría de las especies de peces. El crecimiento gonadal y la fecundidad, son muy susceptibles a las influencias medioambientales, es claro que la calidad de los huevos producidos, podría también verse afectada, limitando la producción de larvas y su viabilidad. Coates, (1988) señala que numerosos factores pueden contribuir a los cambios fisiológicos y respuestas del organismo ante el estrés. Estos incluyen el género, la edad, condición física, calidad del agua y la naturaleza del estrés. Se han sugerido muchos factores que determinan la calidad de la descendencia, sin embargo, sólo algunos han mostrado influir en ella claramente; entre estos se consideran el genotipo, el tiempo al primer desove, la edad del reproductor y en huevos el proceso de eclosión. Campbell et al.,(1994) señala que estudios preliminares han establecido que exposiciones crónicas al estrés, durante el final del desarrollo reproductivo, no sólo interrumpe la reproducción endocrinológica, sino que también resulta en una disminución del tamaño del huevo en *O. mykiss* y bajan significativamente los porcentajes de sobrevivencia larval. El estrés ha mostrado que afecta adversamente rangos o índices reproductivos, los cuales afectan directamente la calidad de los gametos.

El Ich y Flavobacteria provocó mortalidades, para el primer bioensayo la mortalidad acumulada fue de 88%, donde murió casi toda la población. Esto llevó a realizar un segundo bioensayo de alimentación donde se mejoró el manejo técnico. Sin embargo, los peces también presentaron mortalidades, la mortalidad acumulada fue de un 41%. Lo que permitió interpretar que los adultos de puye no se encontraban dentro de sus niveles óptimos ambientales, y al estar sometidos a manipulaciones técnicas y entrar en estado de madurez sexual, el estrés aumento considerablemente. Según lo mencionado por Leal (1999) quien señala que en las muestras de agua dulce el principal agente encontrado es *Flavobacter sp.* Los brotes de flavobacteriosis son causados por organismos que, en la mayor parte de los casos, son oportunistas. Existe, por lo tanto, una relación muy estrecha entre los brotes y las condiciones ambientales a las cuales son sometidos los peces. De esta forma, el correcto manejo de los especímenes tiene una gran influencia en la aparición de la patología. Trabajos recientes han demostrados una gran relación entre la calidad de la alimentación, la limpieza de los estanques, la correcta circulación (entrada y salida ) del agua en los estanques y el número de flavobacterias presentes, ya sea asociadas a las paredes de los estanques o en el agua contenida en estas unidades. La prevención de la enfermedad es muy difícil dada la amplia distribución de estos agentes en la naturaleza. Sin embargo, un óptimo diseño de los estanques sumado a buenas rutinas de higiene y carga, disminuye en forma importante la proliferación de la enfermedad.

Según Schreck et al., (2001) el éxito del manejo reproductivo de una especie depende de distintos factores relacionados con el manejo como son: alimentación, temperatura, densidad, salinidad, selección, palpaje, etc. Por esta razón, disturbios provocados por el cautiverio aumentan el estrés, lo que puede afectar el tiempo de reproducción, acelerándola o retardándola. Coates (1988) menciona que numerosos factores pueden contribuir a los cambios fisiológicos y respuestas del organismo ante el estrés. Estos incluyen el género, la edad, condición física, calidad del agua y la naturaleza del estrés. Díaz (2001) señala que el efecto de la temperatura sobre la ovulación y el desove, es mucho más pronunciado que el del fotoperíodo. Aunque la temperatura es importante, tanto para el desove como para la calidad del huevo, no existen muchas evidencias de que pueda producir variaciones en la fecundidad. El efecto de la temperatura puede ser diferente según el estadio en que se

encuentre el ovario. La cantidad de alimento ingerido es termodependiente, por tanto, es posible considerar que temperaturas bajas podrían afectar la fecundidad por medio de la reducción de la ingesta. Para el primer bioensayo de alimentación la mortalidad en el primer mes fue similar para todas las dietas (15 y 22%). En los dos meses siguientes las mortalidades se dispararon, llegando con muy pocos peces al final del experimento, la mortalidad estuvo relacionada directamente con el estado de madurez sexual, es decir, que a medida que avanzaba el estado de madurez, los peces aumentaban su mortalidad, llegando a tener en algunas réplicas el 100% de peces muertos. Para el segundo bioensayo se tomaron diferentes medidas en el manejo técnico, sin embargo la mortalidad fue en aumento según el tiempo que transcurría y el avance de su estado de maduración. Las dietas “pelletizada” en el primer mes presentaron mortalidades similares entre un 7 y 9%, no así para la dieta extruída, que presentaron mortalidades de un 3%. Para el segundo mes el menor porcentaje de mortalidad se presentó con la dieta con 27% proteína con un 9% de mortalidad y la dieta comercial extruída con 53% de proteínas con un 7% de mortalidad. El máximo porcentaje de mortalidad se obtuvo con la dieta “pelletizada” de un 57% de proteínas con 19% de mortalidad. Lo que indica que las dietas “pelletizada” con mayor porcentaje de proteínas incrementaron el estado de madurez y por ende la mortalidad, debido al estrés. Sin embargo, la dieta comercial extruída con porcentaje de 53% de proteínas, el estado de madurez fue en aumento, pero la mortalidad se mantuvo en menor cantidad con respecto a las otras dietas durante los primeros meses, lo que indica que el alimento comercial extruído presentó ventajas comparativas, permitiendo tener un mayor crecimiento y una mejor resistencia a enfermedades. Sin embargo al tercer mes, los porcentajes de peces maduros fueron similares a las otras dietas con altos niveles de proteínas, las mortalidades acumuladas estuvieron alrededor del 36 – 50%, esto concuerda por lo señalado por Espinoza de los Monteros & Labarta (1987) quien menciona que los lípidos de la dieta juegan un papel importante en los procesos de producción de energía y como fuente de ácidos grasos esenciales (AGE), además de esas funciones, tienen otras importantes, en la dieta, como la de ser transportadores de ciertos nutrientes no grasos, principalmente las vitaminas liposolubles A, D y K.

Morehead et al.,(2001) determinó que deficiencias severas en vitaminas pueden reducir la calidad del huevo en peces salvajes, indicando a la vez que es muy poco probable que estas vitaminas estén limitadas en las dietas de adultos en cautiverio.

Vega (1990) señala que una dieta balanceada debe contener los nutrientes esenciales en las cantidades mínimas o máximas requeridas. La carencia o exceso de un nutriente origina las enfermedades nutricionales.

Es importante considerar que para realizar un experimento en donde se requiere evaluar el crecimiento en peso-longitud, es necesario partir con peces juveniles cristalinos de cautiverio, debido a que en el presente experimento, el factor limitante fue la madurez sexual y el estrés de los peces silvestres. Lo mejor es iniciar el bioensayo con peces juveniles de 0.5 gramos, debido a que se tienen varios meses para incrementar el crecimiento hasta que entren en estado de madurez sexual. Por otra parte es importante considerar que si se trabaja con peces silvestres es necesario ambientarlos por un mes antes de iniciar el experimento para evitar un mayor estrés y las altas mortalidades.

La importancia en esta investigación fue encontrar niveles de proteína adecuados para una especie que esta vía de un desarrollo comercial. El tener un conocimiento de los requerimientos proteico para la dieta de los puye permitirá obtener adultos más grandes, con un estado nutricional bueno y a la vez obtener mejor calidad de los gametos.

## VIII. CONCLUSIONES

- En *G. maculatus* existe una relación directamente proporcional entre los niveles de proteína en la dieta y las tasas de crecimiento en peso y longitud, determinándose que niveles mayores o iguales a un 37 % producen el mayor incremento en las tasa de crecimiento.
- En *G. maculatus* las dietas ricas en proteínas tienen un mejor aprovechamiento del alimento (factor de conversión bajos).

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- **Akiyama, D. 1995.** Nutrición, alimentos y alimentación de los peces. Soyanoicias. Abril-junio 22-25.
- **Billard, R. 1988.** Artificial insemination and gamete management in fish. Mar. Behav. Physiol. 14: 3-21.
- **Campbell P.M.; Pottinger T.G & Sumpler, J. P. 1994.** Preliminary evidence that chronic confinement stress reduced the quality of gametes produced by brown and rainbow trout. Aquaculture 120: 151- 169.
- **Campos, H. 1970.** *G maculatus* (Jenyns, 1842) en Chile, con especial referencia a su reproducción. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Santiago-Chile 31: 5-20.
- **Campos, H. 1979.** Avances en el estudio sistemático de la familia Galaxiidae (Osteichthys: Salmoniformes). Archivos de Biología y Medicina Experimental 12: 107-118.
- **Campos, H. 1993.** Gestión en recursos hídricos de la cuenca del río Bio Bio y del Área marina costera adyacente. Serie: Publicaciones de divulgación 5: 3-5.
- **Carrillo, M.; Zanuy, S.; Cerdá, F.; Navas, J. & Ramos, J. 2000.** Some Criteria of the Quality of the Progeny as Indicators of Physiological Broodstock Fitness. Centre International de Hautes Etudes Agronomiques mediterranéenes (CIHEAM). Zaragoza-España .47: 61-71.
- **Cerdá, J. 1993.** Nutrición de Adultos de lubina (*Dicentrarchus labrax L.*): efecto del nivel de ingesta y de la administración de diferentes dietas sobre el metabolismo intermediario del reproductor y la calidad de la progenie. Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de Barcelona. 226pp.
- **Coates, D. 1988.** Length- Dependent Changes in Egg Size and Fecundity in Females, and Brooded Embryo Size in Males, of Fork- Tailed Catfishes (Pisces: Ariidae) from the Sepik River, Papua New Guinea, with some implications for stock assessments. J. Fish Biology. 33: 455-464.
- **De Silva S. & Anderson T. 1995.** Fish Nutrition in Aquaculture. Aquaculture. 6: 151-158.

- **Díaz, N. 2001.** Manejos Fisiológicos del Proceso Reproductivo. En Seminario “Manejo de Adultos en la Situación Actual de la Producción Nacional de Ovas”. Organizado por el Instituto Tecnológico del Salmón S.A. Puerto Montt. Chile: 7-10.
- **Espinoza de los Monteros & U. Labarta (Eds). 1987.** Nutrición en Acuicultura Edic. Mundi prensa. Madrid. 318 pp.
- **Ferriz, R. A. 1984.** Alimentación del puye *Galaxias maculatus* (Jenyns) en el Río Limay, Provincia de Neuquén. Physis, secc B 42. 29-32.
- **Infante, M. 1989.** Hábitos alimentarios de *Galaxias maculatus* (Jenyns) presente en el río Cautín (IX región, Chile). I Congreso estudiantes de Ciencias biológicas de Chile. Libro resumen. Universidad de Talca.
- **Infante, M. 1991.** Alimentación y biometría de *Galaxias maculatus* (Jenyns) en el río Cautín (IX región, Chile). Seminario conducente al título de profesor de CCNN y Biología. P. Universidad Católica de Chile, sede Temuco. 69 pp.
- **González, J. 1995.** Requerimientos y suplementación de vitaminas en dietas para peces. Productos Roche Ltda.. Santiago. Chile. 46 pp.
- **Kjorsvik, E.; Mangor-Jensen, A. & Holmefjord, I. 1990.** Egg quality in fishes. Advances in Marine Biology. 26: 71-97.
- **Koppe, W.& Roem, A. 1998.** Variación del perfil de aminoácido en harina de pescado. En profundidad. 2: 18-19
- **Leal, J. 1999.** Análisis de la situación sanitaria nacional. En profundidad. 6: 78-81.
- **Lozano, M. L. 1999.** Galixicultura: Puyes en cultivo. Aqunoticias Internacional Chile. 51: 68-71.
- **McDowall, R.M. 1968.** *Galaxias maculatus* (Jenyns). The NewZeland Whitebait. N.Z. Marine Dept. Fisheries Research Bulletin (2): 1-84.
- **Margor-Jensen, A. 1993.** Importance of Broodstock for Optimal Production in Acuicultura. Fish Farming Technology. Dahle, Jorgensen, Tvinnereim(Eds) Bakelma. Rotterdam. 35-40.
- **Mitchell, C. 1989.** Laboratory culture of *Galaxias maculatus* and potential applications. New Zeland Journal of Marine and Freshwater Researche. 23: 325-336.

- **Morehead, D.T.; Hart, P.R.; Dunstan, G.A. & Brown, M. 2001.** Differences in egg quality between wild striped trumpeter (*Latris lineaeta*) and captive striped trumpeter that were fed different diets. *Aquaculture* 192: 39-53.
- **Navas, J. 1997.** Efecto del contenido lipídico de las dietas administradas a adultos de lubina (*Dicentrarchus labrax L.*) sobre el proceso reproductor y sobre la calidad y composición de los huevos. Memoria presentada en el Departamento de Biología Animal de la Universidad de Valencia. 304 pp.
- **Pankhurst, N. & Van Der Kraak, G. 2001.** Efects of stress on reproduction and growth of fish. Society for experimental biology seminar series. 73-86.
- **Peredo, S. & Sobarzo, C. 1993.** Microestructura del ovario y ovogénesis en *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) (Teleostei:Galaxiidae). *Biología Pesquera*, 22: 23-32.
- **Peredo, S. & Sobarzo, C. 1994.** Actividad gonádica estacional de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) en el Río Cautín. IX Región, Chile. *Boletín Soc. Biol.* Concepción, Chile 65: 65-70.
- **Phillips, A. 1975.** Alimentos y alimentación de la trucha. Centro Regional de ayuda técnica AID. 41pp.
- **Romero, J. 1988.** Efectos de variantes de elaboración sobre la calidad de alimentos para salmones. En técnicas de cultivo y manejo de salmón: Desarrollo reciente. Fundación Chile. 13 pp.
- **Schreck, C.; Contreras, W. & Fitzpatrick, M. 2001.** Effect of stress on fish reproduction, gamete quality and progeny. *Aquaculture* 197: 3- 24.
- **Steffens, W. 1987.** Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Editorial Acribia. España. 272 pp.
- **Tacon, A. 1987.** The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 1.- The essential nutrients. FAO. 85-89.
- **Toledo, M. 1990.** Antecedentes de parámetros físicos y químicos de los alimentos “pelletizados” y su incidencia en el comportamiento alimentario de los peces. Fundación Chile. 37 pp.
- **Uribe, M. 1991.** Alimentación de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) en tres ambientes naturales de la IX Región, Chile. Seminario de investigación ciclo básico de biología. Universidad Católica de Temuco. 32 pp.

- **Vega, R.; Palma, R. & Infante. M. 1988.** Biología de *Galaxias maculatus* (Jenyns), presente en el río Cautín, IX región. VII Jornadas ciencias del mar. 150 pp.
- **Vega, R, 1990.** Alimentación de Salmonídeos. Avances en Producción Animal. Facultad de Cs. Agrarias. Instituto de Producción Animal. UACH. 285-315 pp.
- **Vega, R.; Bariles, J.; Borquez. A.; Dantagnan, P.; Mardones. A. & Valdebenito, I. 1999.** Biología y ecología del puye. Una revisión. Facultad de Acuicultura y Cs veterinarias, departamento de Ciencias de la acuicultura, Universidad Católica de Temuco. 24 pp.
- **Vega, R; Encina, F. & Zamorano, J. 2003.** Efecto de la temperatura en la madurez plena, desove y mortalidad de reproductores del puye *Galaxias maculatus*. (No publicado).

# ANEXO 1

## Enfermedades comunes en adultos de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842)

Clasificación	Nombre	Agente Etiológico	Diagnóstico	Tratamiento
Protozoarios flagelados	Costiasis	<i>Ichtiobodo necatrix</i>	Examen directo branquias	Metrodinazol, Cloramina T
Protozoos ciliados	Ichtiotiriasis	<i>Ichtiopirius multifilis</i>	Examen directo branquias y piel	Baño de sal
	Trichodiniasis	<i>Trichodina sp.</i>	Examen directo branquias	Metronidazol, Cloramina T
	Chilodoneliasis	<i>Chilodonella sp.</i>	Examen directo branquias	Metronidazol, Cloramina T
Metazoarios Monogenicos	Dactylogiriusis	<i>Dactylogyrus sp.</i>	Examen directo branquias	Metronidazol, Cloramina T
	Girodactilosis	<i>Gyrodactylus sp</i>	Examen directo branquias	Metronidazol, Cloramina T
Bacterias	Enfermedad columnar	<i>Flexibacter columnaris</i>	Tinción Gram., cultivo TSA Cytophaga y shich	Oxitetraciclina
	Enfermedad de las branquias	<i>Flavobacterium sp.</i>	Tinción Gram., cultivo TSA Cytophaga y shich	Oxitetraciclina
	UA2	<i>Rickettsia sp.</i>	Tinción Gram y Giemsa	Oxitetraciclina Ácido oxolínico
Otras	Enfermedad de la burbuja	Saturación de gases en el agua	Examen microscópicos	Disminución de O <sub>2</sub>