

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE EXTRACTO DE AJO (*Allium sativum*) EN UNA RACIÓN BALANCEADA, SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA SOBREVIVENCIA DE GOLDFISH (*Carassius auratus*) Y LEBISTES (*Poecilia reticulata*) EN CULTIVO**

**por**

**Sergio Adrián SILVA BLANCO**

**TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias Orientación: Higiene, Inspección-Control y Tecnología de los Alimentos de Origen Animal**

**MODALIDAD Ensayo Experimental**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2013**

## **PÁGINA DE APROBACIÓN**

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

---

Dr. Alejandro Perretta

Segundo miembro (Tutor):

---

Dr. Daniel Carnevia

Tercer miembro del tribunal:

---

Dr. María Salhi

Fecha:

Autor:

---

Sergio Silva

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia por el apoyo brindado durante la carrera.

A mi prometida Henie.

A mi tutor, Dr. Daniel Carnevia por compartir su conocimiento y al Instituto de Investigaciones Pesqueras por dar acceso a sus instalaciones.

A todos aquellos que de alguna u otra manera, han posibilitado el desarrollo de este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VI
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. LA ACUICULTURA DE PECES ORNAMENTALES EN URUGUAY.....	4
3.1.1. Aspectos generales.....	4
3.1.2. Aspectos comerciales.....	4
3.1.3. Requerimientos necesarios para el cultivo.....	4
3.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES INVESTIGADAS.....	5
3.2.1. Características de la cría de <i>Carassius auratus</i> .....	5
3.2.2. Características de la cría de <i>Poecilia reticulata</i> .....	5
3.3. UTILIZACION DEL AJO.....	6
3.3.1. Composición de ajo ( <i>Allium sativum</i> ).....	6
3.3.2. Antecedentes de la utilización de ajo en medicina.....	7
3.3.3. Antecedentes de la utilización de ajo en la acuicultura....	7
3.3.4. Estudios realizados <i>in vitro</i> con el ajo.....	9
4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	10
4.1. HIPÓTESIS.....	10
4.2. OBJETIVO GENERAL.....	10
4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
5.1. ESPECIES SELECCIONADAS PARA LA EXPERIENCIA.....	11
5.2. LUGAR FÍSICO DONDE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA....	11
5.3. FORMULACION Y ELABORACIÓN DE LA RACIÓN .....	11
5.4. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	12

5.4.1. <i>Carassius auratus</i> .....	12
5.4.2. <i>Poecilia reticulata</i> .....	13
5.4.3. Parámetros evaluados en el agua .....	14
5.4.4. Mediciones, cálculos y análisis estadísticos.....	14
6. RESULTADOS.....	15
6.1. <i>Carassius auratus</i> .....	15
6.2. <i>Poecilia reticulata</i> .....	20
7. DISCUSIÓN.....	24
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
9. BIBLIOGRAFÍA.....	27
10. ANEXO I.....	32
10.1. PLANILLA DE REGISTRO DE TEMPERATURA Y pH, UTILIZADA DURANTE EL EXPERIMENTO CON <i>Carassius auratus</i> .....	32
11. ANEXO II.....	33
11.1. DATOS OBTENIDOS DE LARGO Y PESO POR INDIVIDUO AL FINAL DE LA EXPERIENCIA PARA <i>Carassius auratus</i> .....	33
12. ANEXO IV.....	34
12.1. PLANILLA DE REGISTRO DE TEMPERATURA Y pH, UTILIZADA DURANTE EL EXPERIMENTO CON <i>P. reticulata</i> .....	34
13. ANEXO IV.....	35
13.1. DATOS OBTENIDOS DE LARGO Y PESO POR INDIVIDUO AL FINAL DE LA EXPERIENCIA PARA <i>P. reticulata</i> .....	35

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

### Tablas

Tabla 1: Composición del ajo en compuestos sulfurados y ácidos grasos.....	6
Tabla 2: Composición de la ración base utilizada durante toda la experiencia, según datos extraídos de las tablas nutricionales, proporcionadas por los proveedores de la materia prima utilizada.....	12
Tabla 3: Porcentaje de biomasa de <i>Carassius auratus</i> utilizado para el cálculo de ración diaria suministrada durante la experiencia.....	13
Tabla 4: Peso final, largo final, sobrevivencia e índice de conversión en peces <i>Carassius auratus</i> suplementados con 2% de ajo, 4% de ajo o sin suplementación.....	15
Tabla 5: Peso final, largo final, sobrevivencia e índice de conversión en peces <i>P. reticulata</i> , suplementados con 2% de ajo, 4% de ajo o sin suplementación.....	19

### FIGURAS

Figura I: Peso final promedio en gramos, de <i>C. auratus</i> por tanque, alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	16
Figura II: Largo final promedio en milímetros de <i>C. auratus</i> por tanque alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	17
Figura III: Índice de conversión promedio por tanque, para <i>C. auratus</i> alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	17
Figura IV: Porcentaje de sobrevivencia por tanque, para <i>C. auratus</i> alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	18
Figura V: Promedio de peso de <i>C. auratus</i> (grupo peces grandes), alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	18
Figura VI: Promedio de peso de <i>C. auratus</i> (grupo peces pequeños), alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	19
Figura VII: Peso de final promedio en gramos de <i>P. reticulata</i> por pecera, alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	21
Figura VIII: Largo final promedio en mm de <i>P. reticulata</i> por pecera, alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	22

Figura IX: Índice de conversión promedio por pecera, para <i>P. reticulata</i> alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	22
Figura X: Porcentaje de sobrevivencia por pecera, para <i>P. reticulata</i> alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	23
Figura XI: Promedio de peso de <i>P. reticulata</i> alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.....	23

## **1. RESUMEN**

El cultivo de peces ornamentales es comercialmente rentable en Uruguay, por lo que hay numerosos productores a escala artesanal. Debido a las grandes pérdidas de peces por enfermedades, es necesario investigar sustancias naturales que mejoren la inmunidad, el crecimiento y la sobrevivencia de los peces. El ajo (*Allium sativum*), por su efecto bactericida e inmunoestimulante, entre otros, está siendo utilizado en cultivo de peces y camarones en varias partes del mundo. El objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de la inclusión de ajo en una ración balanceada, sobre el crecimiento y la sobrevivencia de juveniles de *goldfish*, *Carassius auratus* y lebistes, *Poecilia reticulata*. Los peces fueron cultivados en tanques de fibrocemento en el caso de *goldfish* y peceras de vidrio en el de lebistes. Cada especie de pez fue separada en tres grupos: un grupo control, un grupo alimentado con 2% de ajo y otro grupo con 4% de ajo en la ración, con tres tanques o peceras cada uno. Los parámetros registrados fueron porcentaje de sobrevivencia, índice de conversión, peso y largo final. En base a que el análisis estadístico de los resultados no muestra diferencias significativas en los parámetros evaluados entre los grupos, se demuestra que la inclusión de ajo en raciones balanceadas no afecta la sobrevida.

**Palabras clave:** *Carassius auratus*, *Poecilia reticulata*, *Allium sativum*, crecimiento, sobrevivencia.

## **2. SUMMARY**

Ornamental fish farming is commercially profitable in Uruguay, so there are many producers in artisanal scale. Due to the large losses of fish caused by disease, is necessary to investigate natural substances that improve immunity, growth and survival of fish. Garlic (*Allium sativum*), for its bactericide effects and immune-stimulant, among others, are being used in fish and shrimp farming in several parts of the world. The objective of this work was to study the effect of the inclusion of garlic in a balanced ration in the growth and survival of juvenile goldfish, *Carassius auratus* and guppy, *Poecilia reticulata*. The fish were grown in fibre cement tanks in the case of goldfish and place in fishbowls in de case of the guppy. Each specie was separated into three groups: one control group, one group fed with 2% of garlic, and another group with 4% of garlic in the ration, with three tanks or fishbowls. The parameters registered were survival percentage, conversion rate, final weight and length. Although the statistic analysis of the results shows no significant differences on the evaluated parameters, between the groups it is demonstrate that the inclusion of garlic in balanced rations does not affect the survival.

**Key words:** *Carassius auratus*, *Poecilia reticulata*, *Allium sativum*, growth, survival.

### **3. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

La acuicultura posee un desarrollo rápido y sostenido, contando con un gran futuro en cuanto a rendimientos, especies apropiadas de ser cultivadas y comercialización de productos (Sanz, 2001). En Uruguay una de las acuiculturas desarrolladas a escala comercial es la de peces ornamentales. La principal especie que se cría y comercializa es el *goldfish* (*Carassius auratus*), siendo menor la cría de peces tropicales, entre los cuales los poecílidos ocupan un importante lugar (Carnevia y Rosso, 2001).

*Carassius auratus* es una especie de clima templado conocida como pez dorado de la china o “goldfish”, con una amplia comercialización en todo el mundo, presenta numerosas razas con variaciones de forma, colorido y desarrollo de las aletas. *Poecilia reticulata*, es una especie conocida comúnmente como lebiste o “guppy” y se caracteriza por ser de clima tropical, además de ser de las especies más importantes en el acuarismo por sus formas, colores y fácil reproducción (Cabrera y Solano, 1995; Zúñiga, 1997 citado por Devezé y col., 2004).

Tanto en la fase de cría como en la de comercialización de los peces ornamentales, ocurren frecuentes epizootias con gran mortalidad lo que atenta contra la rentabilidad de las empresas (Carnevia y col., 1990).

El progreso de la acuicultura de peces ornamentales ha incrementado el uso de sustancias que previenen los problemas sanitarios o que se utilizan como tratamiento ante las epizootias. Dichas sustancias, principalmente antibióticos, son cuestionadas por generar resistencia por parte de microorganismos y contaminación hacia el medio ambiente (Lee y Gao, 2012; Shalaby y col., 2006).

En contraste, la tendencia actual es la incorporación de sustancias naturales que favorecen el crecimiento, la ganancia de peso y el desarrollo inmunitario. La inclusión del ajo en las raciones no causa efectos en el ambiente y ha demostrado ser eficaz para la prevención y el tratamiento de muchas enfermedades en seres humanos y animales. Esto es debido a sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antihipertensivas, inmunoestimulantes, regulador de la flora intestinal, cardioprotector, antiinflamatorio y posiblemente presente efectos anticancerígenos (García Gómez y Sánchez-Muniz, 2000; Lee y Gao, 2012).

Si bien el ajo se ha utilizado como aditivo en raciones de acuicultura, su efecto en diferentes especies es todavía controversial (Colorni y col., 1998; Sasmal y col., 2005).

Por lo expuesto anteriormente resulta de interés estudiar los posibles efectos de la inclusión de ajo en las raciones de peces ornamentales, en particular de la especie *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata* en Uruguay.

### **3.1. LA ACUICULTURA DE PECES ORNAMENTALES EN URUGUAY.**

La acuicultura puede definirse como el cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras. Esto implica, por un lado, la intervención en el proceso de crianza, con el fin de mejorar la producción y, por otro, la propiedad individual o empresarial del *stock* cultivado (DINARA, 2008).

Desde el año 1957, se han desarrollado diversos proyectos comerciales y experimentales de cultivo de diferentes especies de peces, crustáceos, moluscos, anuros y macrófitas acuáticas. Sin embargo, recién en el año 1996, se declaró la acuicultura, como una actividad de interés nacional en el Uruguay. Por lo que el desarrollo de la acuicultura a nivel nacional, está recién iniciándose (DINARA, 2008).

#### **3.1.1. Aspectos generales.**

Paralelamente, en el Uruguay, a nivel privado, existe desde la década del 50 una producción desarrollada de peces ornamentales, llevada a cabo por pequeños productores a escala artesanal (Carnevia, 2008). Se reconocen tres grupos de peces ornamentales en el mercado uruguayo: un grupo constituido por los peces exóticos tropicales (en este momento se crían 16 especies pertenecientes a este grupo), otro constituido por peces exóticos de clima templado (*Carassius auratus* y *Cyprinus carpio koi*) y el tercer grupo está constituido por peces autóctonos, los cuales en su mayoría son capturados y comercializados, aunque algunos son criados por aficionados y no se comercializan (Carnevia, 2008).

#### **3.1.2. Aspectos comerciales.**

El mercado mundial de peces ornamentales ocupa unos 1,5 billones de peces al año, lo que supone unos 327 millones de dólares. Si sumamos a esto el volumen total de negocios del sector (lo que incluye accesorios, acuarios, libros, etc.), se calcula en 2,2 billones de dólares al año el volumen divisas que genera este mercado. Los principales exportadores son países de Asia (Singapur, Malasia, Japón y Tailandia), Europa (República Checa, Holanda y Francia) y América (USA, Colombia y Brasil). Los principales países importadores están en Europa (Reino Unido, Alemania y Francia), Asia (principalmente Japón y Tailandia) y América (USA y Canadá) (Tissera, 2010). En Uruguay existe un mercado interno relativamente pequeño, con unos 500.000 peces/año, de los cuales aproximadamente 300.000 son exóticos de clima templado, 180.000 son exóticos tropicales y 20.000 son autóctonos (Carnevia, 2008).

#### **3.1.3. Requerimientos necesarios para el cultivo.**

Nuestro país presenta condiciones naturales favorables para el cultivo de peces ornamentales autóctonos y los conocimientos suficientes como para poder desarrollar el cultivo de exóticos de agua templada. Además, es posible criar peces exóticos tropicales, pero con elevados costos de producción, que sólo harían viable cultivos de especies de gran calidad zootécnica, con un alto valor. Respecto a los peces autóctonos, éstos pueden ser cultivados como peces ornamentales para

exportación. Éste es un tipo de cultivo interesante por la relativa facilidad del mismo, el bajo costo de producción y el elevado precio de venta (Carnevia, 2008).

### **3.2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES INVESTIGADAS.**

#### **3.2.1. Características de la cría de *Carassius auratus*.**

Los peces de esta especie se cultivan en China desde hace más de 1000 años con fines ornamentales. En la actualidad pueden reconocerse unas 50 razas y más de 100 variedades. Son peces omnívoros que pueden alimentarse de fitoplancton, zooplancton (fundamentalmente cladóceros), zoobentos (larvas de insectos), pequeños caracoles, vegetales acuáticos, *detritus* y que además aceptan raciones comerciales balanceadas. Soportan temperaturas de 0 a 35 °C, presentando un crecimiento óptimo entre los 20 y 28°C. Necesitan una concentración de oxígeno superior a 4 ppm y un pH entre 6,5 y 7. En general, los reproductores que se utilizan son de uno o dos años de edad. Los mismos se mantienen separados durante el invierno. Cuando la temperatura alcanza los 15 a 25°C (en primavera), se colocan en estanques de desove y se suministran *kakabans* confeccionados con plantas acuáticas o plástico, ya que los huevos son adhesivos. Las hembras pueden producir entre 500 a 2000 huevos por desove. En uno a tres días se produce el desove y se sacan los *kakabans*. Luego se ponen los mismos en tanques de nacimiento y larvicultura, con una densidad aproximada de 10.000 huevos cada 7.000 litros. Se incuban de 3 a 7 días, a 20°C, y una vez nacido los alevines, ingieren alimentos vivos (infusorios y cladóceros; o nauplios de artemia) y ración en polvo con un 40% de Proteína Bruta (PB). A los 20 días se pueden pasar a estanques fertilizados con abundante zooplancton (cladóceros). Para su crecimiento se utilizan estanques de tierra de 0,2 a 1 há., encalados y abonados, para proveer una cantidad abundante de alimento natural. Se siembran unos 100 peces.m<sup>-2</sup> y se alimentan a razón de 2 a 3 % de la biomasa por día, con raciones balanceadas durante 60 días. Las mejores raciones son las que contienen de 28 a 30% de PB, de la cual hasta un 60% puede ser de origen vegetal, y un alto porcentaje de carbohidratos, tales como almidón soluble o fibra. También pueden añadirse pigmentos (astaxantinas) para mejorar el color, con lo cual se puede incrementar el precio de venta de los peces. Luego se clasifican y se resiembran (50 a 70 peces por m<sup>2</sup>) y se crían durante 60 días más. En esta etapa la sobrevivencia es del 80%. Cuando los peces alcanzan un tamaño de 4 a 8 centímetros, pueden ser comercializados (Carnevia, 2008; Ikenoue y Kafuku, 1992; Watson y col., 2004).

#### **3.2.2. Características de la cría de *Poecilia reticulata***

Los lebistes, *Poecilia reticulata* son originarios de Centroamérica y norte de Sudamérica. Son peces vivíparos tropicales que toleran un amplio rango de temperatura, ya que viven en aguas que van desde los 16 °C hasta los 30°C, siendo la más adecuada entre 25 y 28°C (Devezé y col., 2004).

Es un pez omnívoro, usualmente empleado como control biológico de larvas de mosquito en regiones tropicales y es apreciada por los aficionados a la acuarofilia debido a su polimorfismo y variedad de colores (Skelton, 1993; Urriola y col., 2004).

Presentan un marcado dimorfismo sexual, los machos adultos se diferencian por los colores llamativos y la modificación en gonopodio de la aleta anal (Skelton, 1993). La reproducción es vivípara, el tiempo de desarrollo del embrión dentro de las hembras abarca de 25 a 30 días aproximadamente. La duración de este periodo depende de la temperatura del agua, la nutrición y la edad del pez. El hecho de que las crías se desarrollen dentro de la madre, proporciona una excelente protección contra depredadores y condiciones adversas del ambiente, aunque suele ocurrir canibalismo, ya que los padres con frecuencia se comen parte de sus crías. El número de crías por parto va desde 30 a 100. La alimentación de las crías se realiza con nauplios de artemia y luego con alimento balanceado. El período de crecimiento hasta tamaño comercial es de unos 3 a 4 meses. (Devezé y col., 2004; Fernando y Phang, 1985).

### 3.3. UTILIZACION DEL AJO.

#### 3.3.1. Composición de ajo (*Allium sativum*)

El ajo está compuesto por alrededor de 30 sustancias que le confieren sus propiedades. Esas sustancias son: compuestos azufrados, entre los cuales se encuentran: aliína, ajoeno, alicina, tiosulfatos, alil mercaptano y sulfuro de dialilo, y compuestos no azufrados: adenosina, fructanos (escorodosa), fracción proteica F-4, quercitina, saponinas (gintonina F, eurobósico B), escordina, selenio y ácidos fenólicos (García Gómez y Sánchez Muniz, 2000). Además, el ajo contiene azúcares (glucosa, fructosa, almidón y dextrina) y ácidos grasos (Kammana y Chanddasekhara, 1980).

**Tabla Nº 1: Composición del ajo en compuestos sulfurados y ácidos grasos**

Compuesto	mg cada 100 gr
Alicina*	310,3
Alilmetil-tiosulfato*	120,2
Alil-trans-1 propenil-tiosulfato*	30,8
Alil – sulfidos*	15,7
Gama-glutamil-S-alilcisteína*	504,9
Gama-glutamil-S-	371,6
S-alilcisteína*	6,2
Gama-glutamil fenilalanina*	112,3
Arginina*	470
Lípidos totales**	600
Lípidos insaturados**	435,6

\* Lawson y Gardner, 2005; \*\* Kammana y Chanddasekhara, 1980.

### 3.3.2. Antecedentes de la utilización de ajo en medicina.

Se han desarrollado diversos suplementos nutricionales para el hombre a partir de extracto de ajo combinado con otros derivados biológicos. Estos suplementos disminuyen el colesterol y triglicéridos en sangre y mejoran la relación entre las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y las lipoproteínas de alta densidad (HDL) (Hsia. y Fan, 2001). La utilización de ajo y aceite de pescado en conjunto, promueve cambios en las sub-fracciones de lípidos, mejorando la proporción lípidos/HDL, lo que disminuye el riesgo de padecer enfermedades coronarias (Morcos, 1997). El ajo puede tener efectos positivos, según demuestran García Gómez y Sánchez-Muniz (2000), reduciendo la hiperlipidemia, la hipertensión, y previniendo la formación de trombos.

### 3.3.3. Antecedentes de la utilización de ajo en acuicultura.

Shalaby y col., (2006), trabajaron con la Tilapia del Nilo alimentadas con raciones con ajo al 1%, 2%, 3% y 4% y suplementadas con cloranfenicol (15, 30 y 45 mg/kg). Los resultados obtenidos fueron un mayor crecimiento, sobrevida e índice de conversión en los peces alimentados con la ración suplementada con un 3 % de ajo.

En el mismo sentido, Diab, y col., (2008), compararon los efectos del ajo, semilla negra (*Nigella sativa*) y de un inmunoestimulante comercial (Biogen), también en la Tilapia del Nilo, y encontraron un mayor crecimiento, sobrevida, mejor condición, mayor resistencia al estrés y menor mortalidad en todos los grupos que recibieron inmunoestimulantes, excepto Biogen, y una menor mortalidad en individuos que fueron inoculados con *Pseudomonas fluorescens*. Además, Sahu y col., (2007) trabajando con *Labeo rohita*, utilizaron ración suplementada con ajo en concentraciones de 0 %, 0,1%, 0,5% y 1% e inoculada con *Aeromonas hydrophila*, y registraron una mayor sobrevida en los grupos suplementados con ajo en las tres concentraciones, respecto al grupo control.

Chitmanat y col., (2005) usaron extracto de ajo en tratamiento en forma de baño, en concentración de 800 ppm y eliminaron el 100% del ectoparásito *Trichodina spp.* en juveniles de tilapias del Nilo en dos días.

Ahmed y Razin (2009) formularon seis dietas con diferentes niveles de extracto de *Allium sativum* (1, 4 y 8 g.kg<sup>-1</sup>) y extracto de *Artemisia vulgaris* (1, 3, y 4.5 g.kg<sup>-1</sup>) añadido. Los resultados mostraron que los extractos crudos de ajo y *Artemisia vulgaris* eliminaron *Trichodina sp* y *Aeromonas hydrophyila* en tilapias.

La administración de extracto de ajo, lila india y cúrcuma, según Pandey y col., (2012), a través de la inmersión e inyección actúa como inmunoestimulante, aumentando la resistencia a las enfermedades de *Catla catla* (catla) durante el desove.

El efecto de dietas suplementadas con ajo sobre el crecimiento y la resistencia contra *Streptococcus iniae* en el mero de pintas naranjas (*Coioides epinephelus*), produjo una mejora de estos parámetros, además de una menor mortalidad y un mayor aumento de peso (Guo y col., 2012).

El ajo machacado y fresco fue utilizado como fungicida en las dermatomicosis de los peces de ornato por *Saprolegnia parasitica* en dosis de 200 mg/L de agua, en

tratamientos de 5 días con una efectividad del 100%, o bien deshidratado con una efectividad del 80%. (Auró y Jiménez, 2000 citado por Prieto, 2005).

Aly y col., (2008) concluyeron que el ajo mejora la respuesta inmune de *O. niloticus* a través de un rápido aumento de monocitos y aumento de la actividad fagocítica, lo que ofrece la protección contra el desafío inmediato y mejora significativamente la supervivencia.

Sahandi y col., (2012), observando los efectos del parásito *Ichthyophthirius multifiliis* en *Poecilia latipinna* en tratamientos en agua obtuvieron una menor mortalidad en el grupo tratado con ajo con respecto a un grupo control y a otro grupo tratado con manzanilla (*Matricaria chamomilla*) durante cinco días.

Las variables peso, conversión, eficiencia proteica, crecimiento y supervivencia en experiencias realizadas en Tilapias (*O. niloticus*), fueron mayores en sus valores en tratamientos que incluían adición de ajo al 2.5% y 5 % frente a tratamiento testigo (Franco, 2011).

La utilización de ajo al 0.1%, 0,15% y 0,2%, en la ración del pacú, *Piaractus mesopotamicus*, disminuyó la presencia de *Anacanthorus penilabiatus* en las branquias y aumentó en número de eritrocitos, leucocitos, hemoglobina, trombocitos y hematocrito, luego del día cuarenta y cinco de suplementación (Martins y col., 2002). De forma similar, el uso de ajo como aditivo en la ración, en combinación con hierbas con principios activos biológicamente similares, como las saponinas, en el camarón (*Panaeus chinensis*) infectado con *Vibrio alginolyticus*, produjo un incremento en la función inmunitaria, y otorgó un considerable efecto protector (Aifang, y col., 1997).

Por otro lado, el ajo también ha sido utilizado en el tratamiento contra piojos del género *Argulus*, en el salmón. Boxaspen y Holm (1991), adicionaron un 10% de ajo en una ración húmeda, y encontraron que el ajo fue más eficaz que el extracto de cebolla, aunque fue menos eficaz que los piretroides utilizados frecuentemente como insecticidas.

En diferentes trabajos, el ajo ha sido utilizado como suplemento en la dieta del *Carassius auratus*. Entre ellos, Sasmal y col., (2005) estudiaron el efecto del ajo sobre el crecimiento de esta especie. En este trabajo, los peces alimentados con una ración suplementada con un 1% de ajo, mostraron la mayor ganancia de peso e índice de conversión y no mostraron un efecto inhibitorio considerable sobre la microflora intestinal.

Por otro lado, Ji y col., (2008) utilizaron extracto crudo de ajo, cáscara disecada de mandarina (*Pericarpium citrus Reticulatae*), pinocha (*Pinus tabulae Formis*) y clavo de olor (*Syringa oblata*) para evaluar la capacidad como atrayentes de estos componentes sobre el Goldfish (*Carassius auratus*). Tanto la cáscara de mandarina, como el extracto de ajo y la pinocha presentaron propiedades atrayentes sobre el *goldfish*, mientras que el clavo de olor no tuvo efecto.

El ajo ha sido utilizado, aunque sin éxito, en *Dicentrarchus labrax*, sólo y en combinación con estreptomycin, inyectado por vía intraperitoneal con la finalidad de evitar la formación de granuloma por *Micobacterium marinum* (Colorni, y col., 1998).

Por otro lado, Soko y Barker (2004) estudiaron el efecto del ajo molido ( $3 \text{ g.L}^{-1}$ ) y del jugo de limón administrados en baños, para el tratamiento de la enfermedad del punto blanco producida por un protozoo ciliado (*Ichthyophthirius multifiliis*). Estos autores encontraron un mejor resultado del ajo molido comparado con el jugo de limón.

#### **3.3.4. Estudios realizados *in vitro* con el ajo.**

Para demostrar la actividad directa del ajo sobre microorganismos y parásitos se realizaron múltiples estudios *in vitro*.

Guo y col., (2012), observaron actividad antibacteriana *in vitro* del ajo contra *Streptococcus iniae* realizada en difusión agar.

En otros ensayos *in vitro* el extracto de ajo mostró capacidad de inhibición en el crecimiento bacteriano de *Aeromonas hydrophila*. La dosis más eficaz resultó ser  $25 \text{ mg.mL}^{-1}$  ( $2,5 \text{ g.L}^{-1}$ ) (Yuhana y Sukenda, 2008).

Buchmann y col., (2003), si bien encontraron que el ajo fue efectivo en matar a *Ichthyophthirius multifiliis* (agente del punto blanco), el tiempo y las concentraciones requeridas para lograrlo fueron superiores, comparado con la acción del percarbonato de sodio y verde de malaquita. No obstante, estas dos últimas sustancias han resultado carcinogénicas.

El extracto de ajo también ha sido efectivo, al igual que el metronidazol, contra *Neoparamoeba pemaquidens* (Peyghan y col., 2003) y, al igual que el ácido p-cumárico, inhibió el crecimiento bacteriano de las siguientes cepas: *Escherichia coli* pSB401 y pSB536, *Agrobacterium tumefaciens* NTL4, *Chromobacterium violaceum*5999 y wt 494, *Pseudomonas putrida* IsoF-gfp y *Pseudomonas chlororaphis* (Bodini y col., 2009).

## **4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **4.1. HIPÓTESIS**

Los peces alimentados con una ración suplementada con ajo tendrán mejor desempeño en el cultivo; medido como porcentaje de sobrevivencia, crecimiento (tomado como largo y peso final) e índice de conversión, en comparación con los peces sin suplementación.

### **4.2. OBJETIVO GENERAL**

Estudiar el efecto de dos niveles de inclusión de ajo en una ración balanceada sobre diferentes parámetros productivos en dos especies de peces ornamentales (*Carassius auratus* y *Poecilia reticulata*).

### **4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

4.3.1. Comparar el **crecimiento**, medido como largo y peso final, de *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata* alimentados con raciones suplementadas con dos concentraciones diferentes de ajo, en comparación con peces alimentados con ración no suplementada.

4.3.2. Comparar la **sobrevivencia** (en porcentaje) de *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata* alimentados con raciones suplementadas con dos concentraciones diferentes de ajo, en comparación con peces alimentados con ración no suplementada.

4.3.3. Comparar el **índice de conversión** de *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata* alimentados con raciones suplementadas con dos concentraciones diferentes de ajo, en comparación con peces alimentados con ración no suplementada.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. ESPECIES SELECCIONADAS PARA LA EXPERIENCIA**

Se utilizaron como sujetos de experimentación a las especies *Carassius auratus* y *Poecilia reticulata* provenientes cada uno de un mismo desove, con el fin de partir de una homogeneidad genética aceptable. La elección de estas especies se basó en que son, en el caso de *Carassius auratus* la principal especie criada en Uruguay y su rusticidad en cuanto a la temperatura permite realizar experiencias al aire libre; y *Poecilia reticulata* por ser la especie tropical más común en el mercado.

### **5.2. LUGAR FÍSICO DONDE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA**

La experiencia se realizó en el Instituto de Investigaciones Pesqueras “Prof. Dr. Víctor H. Bertullo”, entre los meses de diciembre del 2007 a octubre del 2008, en Montevideo, Uruguay. Los peces *Carassius auratus* se acondicionaron en tanques de fibrocemento en el exterior y *Poecilia reticulata* en peceras en el interior del Instituto.

### **5.3. FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE LA RACIÓN**

La ración se formuló teniendo presente los requerimientos nutricionales de las especies mencionados por Sealey y col., (1998) y Sales y Janssens (2003), utilizando insumos disponibles en plaza (ver Tabla N°2).

La ración se elaboró, una única vez, en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Pesqueras utilizando una mezcladora y una picadora. Luego de elaborada la mezcla base, cuya composición porcentual se muestra en la tabla 1, se dividió en tres partes iguales, a dos de las cuales se les adicionó ajo en polvo al 2% y 4% en base fresca, quedando el tercero sin suplementar. El ajo utilizado fue traído de China como suplemento para raciones de camarón, fabricado por Anhui Ruisen Biological Technology Co, Ltd, Anhui, China. Luego cada ración fue pasada por la picadora, lo que permitió obtener un “spaguetti” que fue secado en aire caliente a 40 °C, obteniéndose un “pellet” de aproximadamente 3 mm de diámetro.

**Tabla Nº 2: Composición de la ración base utilizada durante toda la experiencia, según datos extraídos de las tablas nutricionales, proporcionadas por los proveedores de la materia prima utilizada.**

Ingredientes	Harina de pescado	Harina de Soja	Harina de Maíz	Harina de Trigo	Semitín	Aceite de Maíz	TOTAL
Porcentajes en la ración	28	34	7	24	2	5	100
% Proteínas	60,4	44,0	14,3	13,2	15,3	0	36,3
% Grasas	6,6	9,9	2,2	1,2	2,2	100	10,7
% H. de C*.	2,2	30,7	80,8	85,1	70,3	0	38,5
% Minerales	30,8	9,9	1,7	0,6	5,6	0	12,3
% Fibra**	0,0	5,5	1,1	0,0	6,6	0	2,1
total	100	100	100	100	100	100	100

\* Hidratos de carbono no estructurales \*\* Hidratos de carbono estructurales

## 5.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 5.4.1. *Carassius auratus*:

El experimento correspondiente a *Carassius auratus* se desarrolló en tanques ubicados en la parte externa del Instituto, sometidos a las variaciones climáticas del entorno. Fueron utilizados nueve tanques de fibrocemento de 450 litros de capacidad, dispuestos en línea, juntos entre sí, en similares condiciones ambientales. Se adjudicaron números entre el 1 y el 9 en forma aleatoria a los tanques. Se diseñó una experiencia de tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. Mientras que tres tanques oficiaron como grupo control (grupo 1), otros tres tanques oficiaron como grupo con 2 % de ajo en la ración (grupo 2), y tres tanques como grupo con 4 % de ajo en la ración (grupo 3).

Para distribuir los peces en los estanques se procedió primeramente a dividirlos en dos grupos, según el tamaño, con la finalidad de lograr una distribución más uniforme dentro de cada grupo y controlar un factor (tamaño inicial) que podría afectar la interpretación de los resultados. El primer grupo, integrado por noventa individuos con un promedio de peso de 0.275 g, para esto, se muestrearon 29 individuos, los que dieron un peso total de 8g; y un largo promedio de 22.8mm con una desviación estándar de 2.75mm, y el segundo grupo, integrado por ciento ochenta individuos con un promedio de peso de 0.09g para lo cual se tomaron 33 individuos que dieron un peso total de 3g; y un largo promedio de 15.8mm con una desviación estándar de 2.07mm en promedio. Los individuos de mayor tamaño fueron distribuidos al azar en los tanques uno, cuatro y siete, con treinta peces por tanque. El segundo grupo integrado por peces de menor tamaño se ubicaron en los estanques dos, tres, cinco, seis, ocho y nueve, con igual número de individuos por tanque.

Para el llenado de los tanques, se utilizó agua de OSE proveniente de grifos ubicados sobre la superficie, en la parte posterior de cada tanque, la renovación de la misma se realizó por goteo permanente con una cantidad de 1/3 del volumen por

día, aproximadamente. Con una frecuencia semanal, se realizó un sifoneado del fondo de cada tanque, con un cambio del 25% del agua.

Cada tanque fue cubierto con una malla protectora (malla sombra) para evitar el acceso a pájaros ictiófagos y la caída de hojas.

Todos los días se registró el número de peces muertos (si los hubiera) en cada tanque y la cantidad de comida suministrada.

Los peces sea alimentaron durante 125 días con las raciones experimentales. La cantidad de alimento suministrado se calculó según la biomasa de cada grupo. A lo largo de la experiencia el porcentaje de biomasa utilizado para calcular la cantidad de alimento a suministrar se redujo debido a la disminución de la temperatura, asumiendo que el consumo de ración depende directamente de la temperatura.

La siguiente tabla muestra la evolución en el porcentaje de biomasa utilizado para calcular la cantidad de ración suministrada por día en *Carassius auratus*.

**Tabla Nº 3: Porcentaje de biomasa de *Carassius auratus* utilizado para el cálculo de ración diaria suministrada durante la experiencia.**

Fecha del Muestreo	Tasa de alimentación (Porcentaje de biomasa)
28/01/08	10%
26/02/08	6%
28/03/08	5%
04/05/08	3%
02/06/08	Muestreo final

#### **5.4.2. *Poecilia reticulata*:**

La experiencia con *Poecilia reticulata*, se desarrolló en el interior del Instituto, se utilizaron nueve peceras, dispuestas en línea, con medidas de 49 cm de largo, 19 cm de ancho y 30 cm de altura, cada una, llenándose de agua hasta los 25 cm de altura, lo que da un volumen de agua de 23 litros. En cada pecera se administró aire procedente de una bomba a través de tubos que culminaban en un filtro de esponja. Se colocaron calentadores eléctricos con termostato, para asegurar una temperatura constante y controlada de 25 °C. Se realizaron limpieza de los filtros y cambios de un tercio del agua una vez por semana.

El peso promedio inicial de los peces fue de 0.40 g con un desvío estándar de 0,033 g y un largo promedio inicial de 30.83 mm de largo con un desvío estándar de 0,642 mm. La experiencia se diseñó con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Tres peceras se tomaron como grupo control, otras tres peceras oficiaron como grupo con 2 % de ajo en la ración, y tres peceras como grupo con 4 % de ajo en la ración. En cada una de las peceras se colocaron veinte peces. Las peceras 3,6 y9 fueron el grupo control, las 1,4 y 7 fueron el grupo con 2 % de ajo y

las 2,5 y 8 como grupo con 4 % de ajo en la ración. El alimento se suministró en una cantidad de 3% de la biomasa durante los 115 días que duró la experiencia.

#### **5.4.3. Parámetros evaluados en el agua**

La temperatura se midió con una frecuencia diaria; el pH se midió cada 4-5 días. Los datos fueron registrados en la tabla de control de temperatura y pH. (ANEXO I y III)

#### **5.4.4. Mediciones, cálculos y análisis estadísticos**

La cantidad (en gramos) de ración a dosificar por estanque, se calculó de la siguiente manera: (Biomasa en gr X Porcentaje de biomasa utilizado) / 100 = Gramos de ración.

Los muestreos se realizaron tomando muestras representativas en forma aleatoria. Se realizaron cuatro muestreos durante la experiencia a efectos de corregir la cantidad de comida en función de la biomasa y un muestreo al final. El tiempo transcurrido entre los muestreos fue aproximadamente treinta días. El número de individuos utilizados por tanque, para los primeros 4 muestreos, se aproximó a 1/3 de la población. En el muestreo final se registraron los pesos y longitudes, en forma individual, en la totalidad de los individuos de cada estanque.

Para la medición del largo total se utilizó un ictiómetro de 1,0 mm de apreciación, mientras que para el pesaje se utilizó una balanza digital calibrada de 0.5 g de apreciación.

El porcentaje de sobrevivencia de cada lote se calculó según la fórmula:

$$(\text{Número final de individuos} \times 100) / \text{Número inicial de individuos.}$$

Se calculó el índice de conversión del alimento para cada lote según la fórmula:

$$\text{Peso total de alimento suministrado al tanque} / (\text{biomasa final} - \text{biomasa inicial})$$

Para realizar los análisis estadísticos se utilizó el programa Stata 11.0 (StataCorp. 2009. Stata: Release 11. Statistical Software. College Station, TX: StataCorp LP). Los datos de largo, peso, e índice de conversión, fueron comparados entre tratamientos mediante análisis de varianza (ANOVA) a dos vías, utilizando un alfa de 0,05. Se consideraron los efectos de los tratamientos (las tres raciones) y de los bloques por tamaño en el caso de *Carassius auratus*.

Los datos de sobrevivencia en los estanques fueron comparados entre tratamientos mediante un modelo mixto de regresión logística utilizando un alfa de 0,05.

Para el cálculo de dependencia de las variables índice de conversión y % de ajo en la ración se utilizó un análisis de regresión lineal que luego se ajustó a otras funciones de regresión hasta encontrar el mejor ajuste.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. *Carassius auratus*

La Tabla 4 muestra los promedios de largo y peso, el índice de conversión y el porcentaje de sobrevivencia, calculados por tanque al final de la experiencia. Las medidas individuales de los peces se muestran en el anexo II.

**Tabla Nº 4 – Peso final, largo final, sobrevivencia e índice de conversión en peces *Carassius auratus* suplementados con 2% de ajo, 4% de ajo o sin suplementación.**

Tanque	Tratamiento (% ajo)	Peso final Promedio (g)	Desvío estandar de Peso final (g)	Largo final promedio (mm)	Desvío estandar de largo final (mm)	Sobrevivencia (%)	Índice de conversión
1	0 *	2.26	0,75	42.40	5,39	56.70	3.41
2	0	1.88	1,1	36.30	9,04	60.00	1.58
3	0	1.60	1,3	36.00	7,21	73.30	1.70
4	2 *	1.90	0,33	42.00	4,89	90.00	2.65
5	2	1.50	0,89	36.00	6,82	80.00	1.60
6	2	1.50	0,52	38.00	8,28	56.70	2.40
7	4 *	2.30	0,92	44.00	5,65	50.00	3.97
8	4	2.15	1,16	36.00	7,15	56.70	1.70
9	4	1.57	0,79	38.00	5,74	90.00	1.30

\* Tanques con peces inicialmente más grandes.

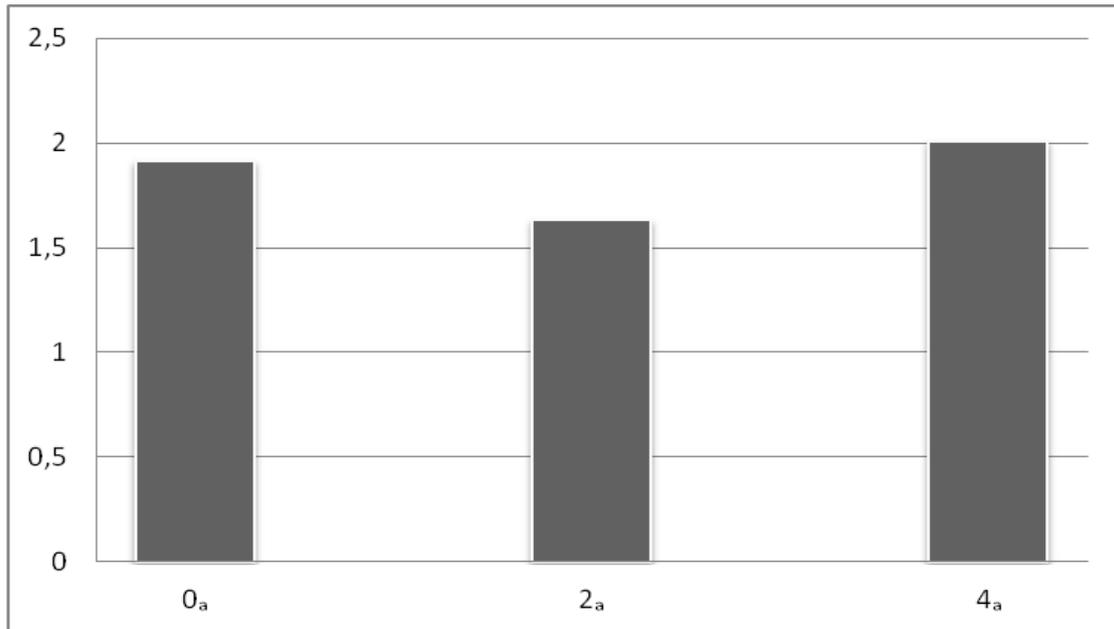
Con respecto al **peso final**, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F= 0,16$  con  $p= 0,8565$  y  $8, 2$  g.l.). Los valores promedio de peso variaron entre 1,5 y 2.26 g. Cuando se analizaron los datos de esta variable se confirmaron las diferencias entre los bloques (tamaño inicial) ( $F= 6,26$  con  $p= 0,0133$  y  $8,1$  g.l.), (Figura I).

El **largo final**, varió entre 3,6 y 4,24 cm, pero tampoco fue afectado por los tratamientos ( $F= 0,04$  con  $p= 0,9622$  y  $8,2$  g.l.). Cuando se analizaron los datos de esta variable también se confirmaron las diferencias entre los bloques (tamaño inicial) ( $F= 5,85$  con  $p= 0,0168$  y  $8,1$  g.l.), (Figura II).

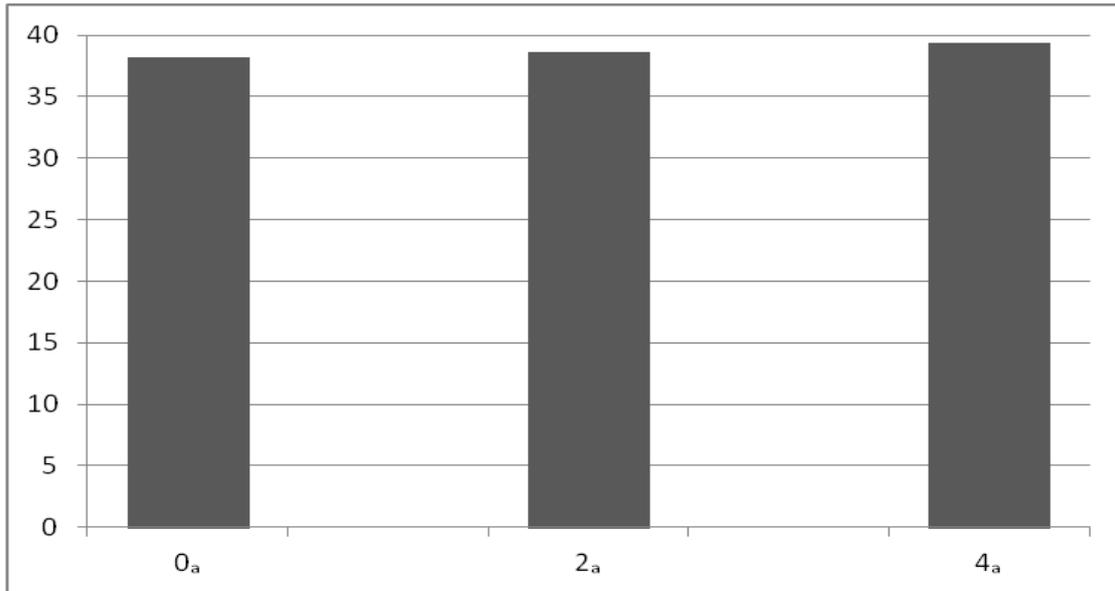
En relación a los **índices de conversión**, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F= 0,03$  con  $p= 0,9677$  y  $3, 2$  g.l.), (Figura III).

Finalmente, la **sobrevivencia** de los animales no muestra diferencias significativas entre tratamientos ( $p>0,05$ ) y se registró una sobrevivencia de 68,2 % en promedio, (Figura IV).

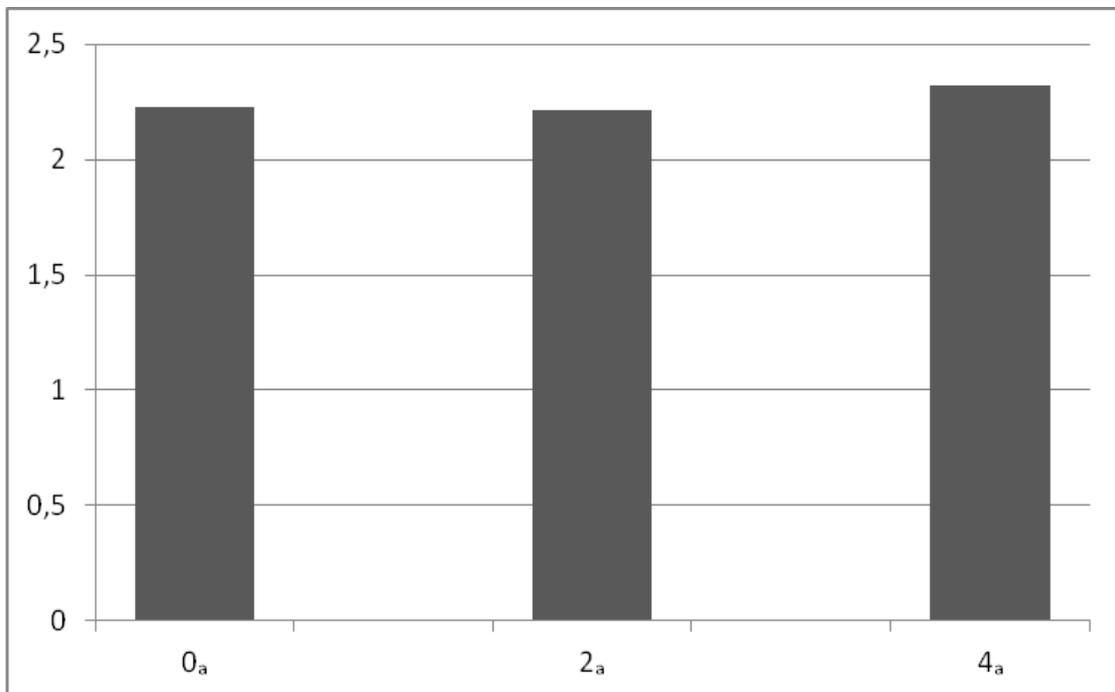
En las Figuras I a IV, se muestran los resultados en forma gráfica. Los promedios finales de peso y largo por tanque, se muestran en las Figuras I y II, respectivamente. El índice de conversión y el porcentaje de sobrevida por estanque, se muestran en las Figuras III y IV, respectivamente.



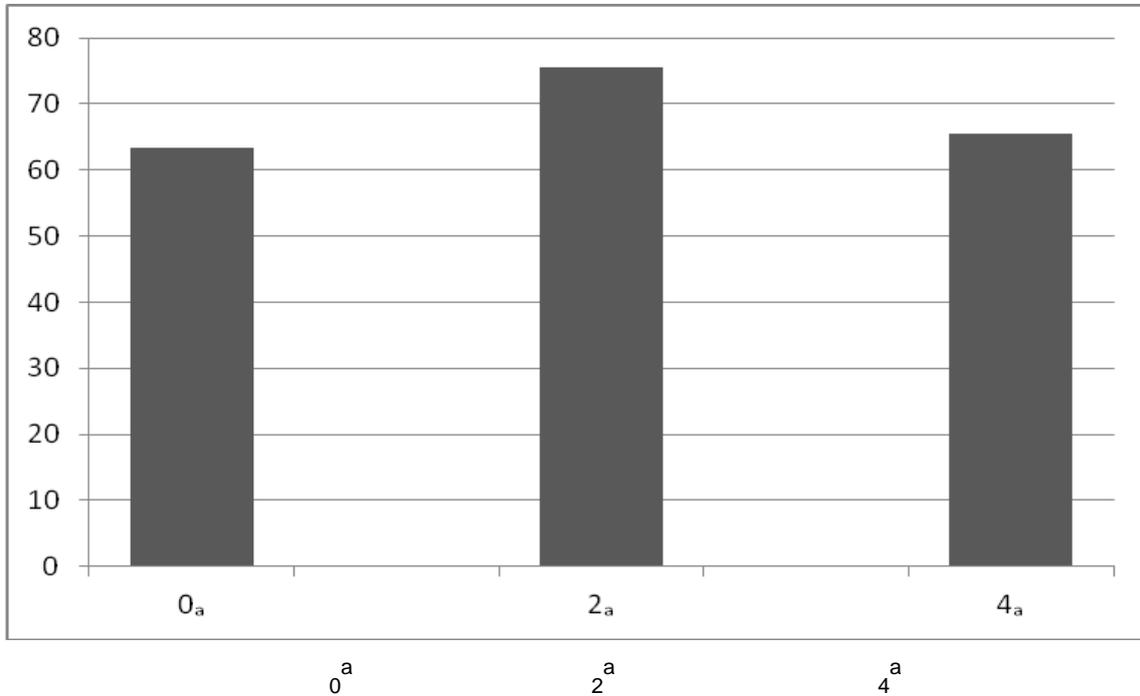
**Figura I: Peso final promedio en gramos, de *C. auratus* por tratamiento, alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



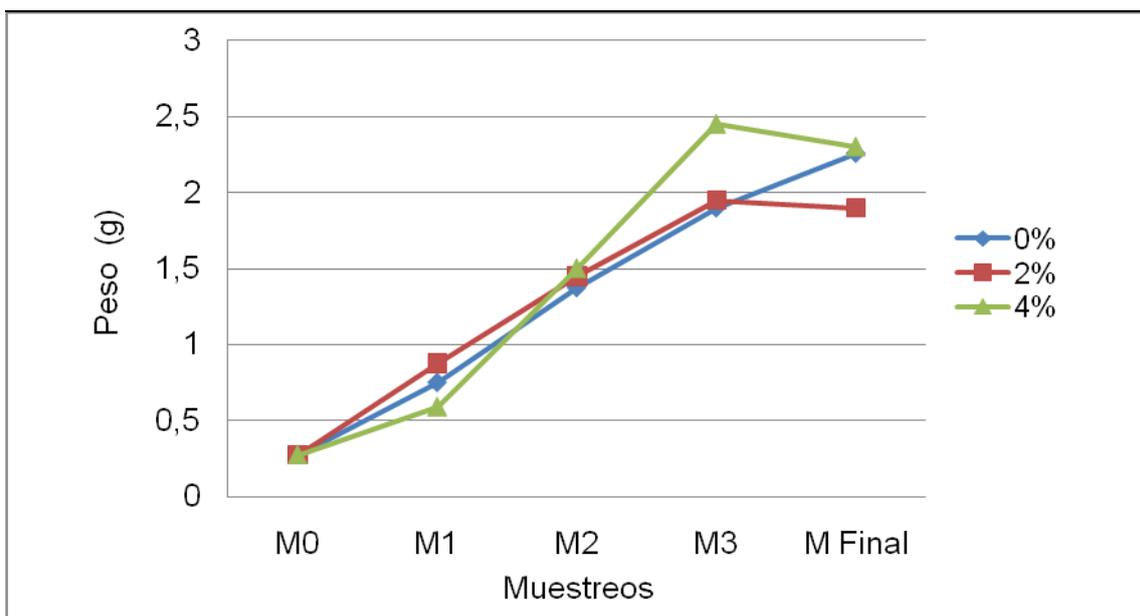
**Figura II: Largo final promedio en milímetros de *C. auratus* por tratamiento alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



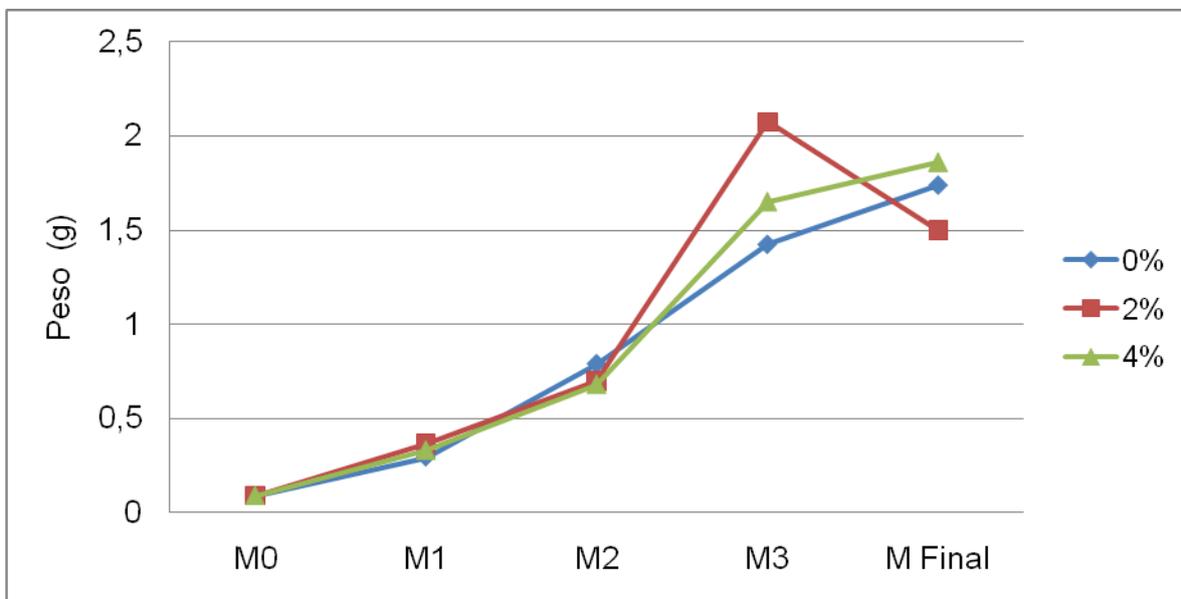
**Figura III: Índice de conversión promedio por tratamiento, para *C. auratus* alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



**Figura IV: Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento, para *C. auratus* alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



**Figura V: Promedio de peso de *C. auratus* (grupo peces grandes), alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



**Figura VI: Promedio de peso de *C. auratus* (grupo peces pequeños), alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**

## 6.2. *Poecilia reticulata*

Los datos finales de peso, largo total, sobrevivencia e índice de conversión para cada grupo se muestran en la Tabla 5. Los datos individuales del último muestreo se muestran en el anexo IV.

**Tabla Nº 5 – Peso final, largo final, sobrevivencia e índice de conversión en peces *P. reticulata*, suplementados con 2% de ajo, 4% de ajo o sin suplementación.**

Pecera	Tratamiento	Peso final Promedio (g)	Largo final promedio (mm)	Sobrevivencia (%)	Índice de conversión
1	0%	0,47	44,80	60	17,90
2	0%	0,53	44,30	55	13,10
3	0%	0,63	45,60	75	8,47
4	2%	0,52	42,20	85	11,29
5	2%	0,53	43,50	85	9,29
6	2%	0,50	44,00	25	23,46
7	4%	0,58	44,30	95	7,66
8	4%	0,64	45,20	70	7,06
9	4%	0,55	45,10	50	13,26

Con respecto al **peso final**, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F=1,35$  con  $p=0,2624$ ; 2 y 116 g.l.) con un 95 % de confianza. Los pesos finales promedio estuvieron entre 0, 47 y 0,64 gr, (Figura V).

Con respecto a los **largos finales**, se encontró una diferencia significativa con un 95 % de confianza ( $F=3,76$  con  $p=0,026$ ; 2 y 116 g.l.). Se realizó un análisis de mínimos cuadrados que mostró como grupo diferente, con una menor talla, al de 2 % de ajo en la ración. Los largos finales promedio estuvieron entre 42,20 y 45,20 mm, (Figura VI).

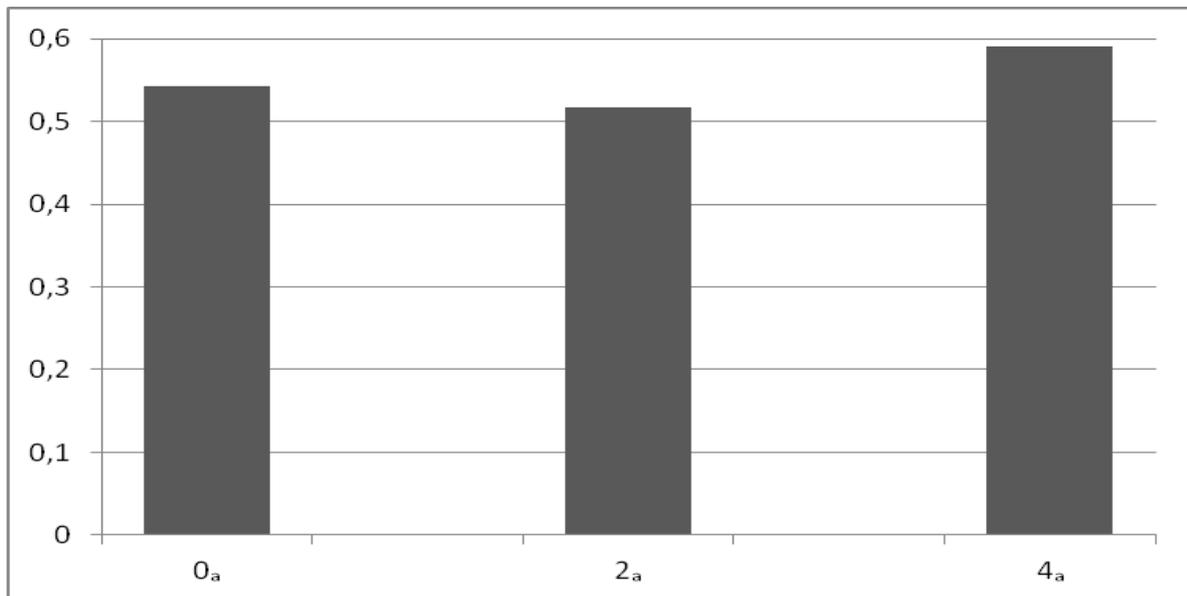
No se encontraron diferencias significativas entre los **índices de conversión** de los diferentes tratamientos ( $p=0,4297$ ). Sin embargo se encontró una correlación entre el % de ajo en la ración y el índice de conversión correspondiente a la función:

$$\text{I.C.} = 13,13 - 1,93 \times \sqrt{\% \text{ ajo}}$$

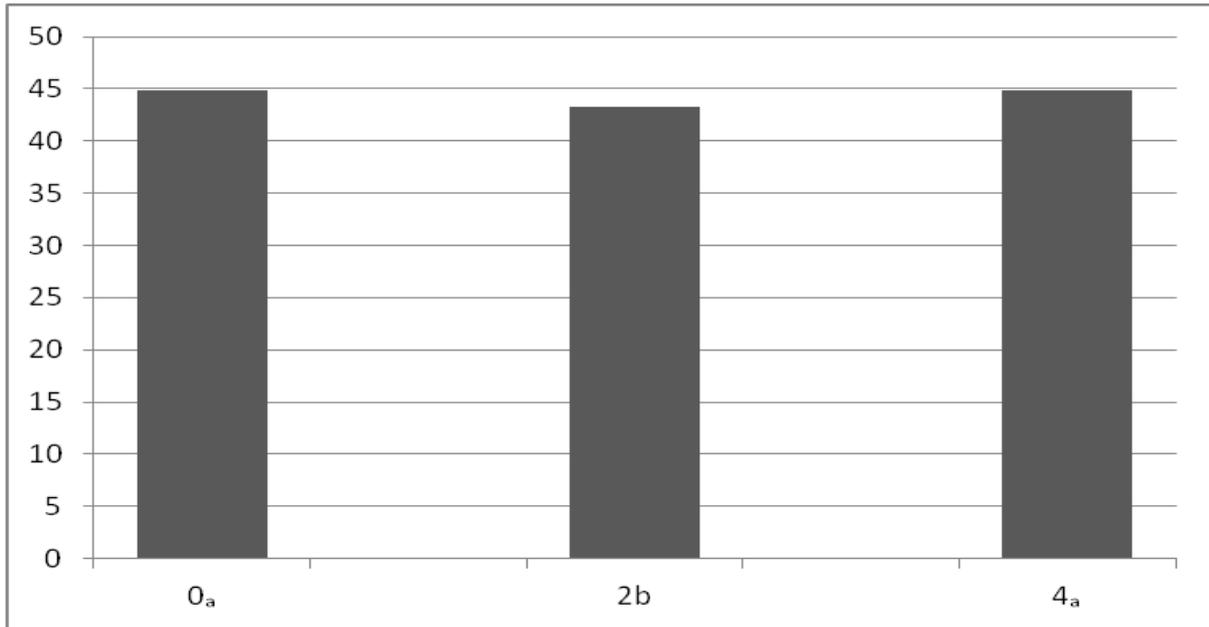
( $r=-0,9989$  con  $R^2$  corregido=99,58 y  $p=0,0290$ ). (Figura VII).

No hubo diferencias significativas en la **sobrevivencia** entre tratamientos ( $p=0,8742$ ), con un 95 % de confianza, (Figura VIII).

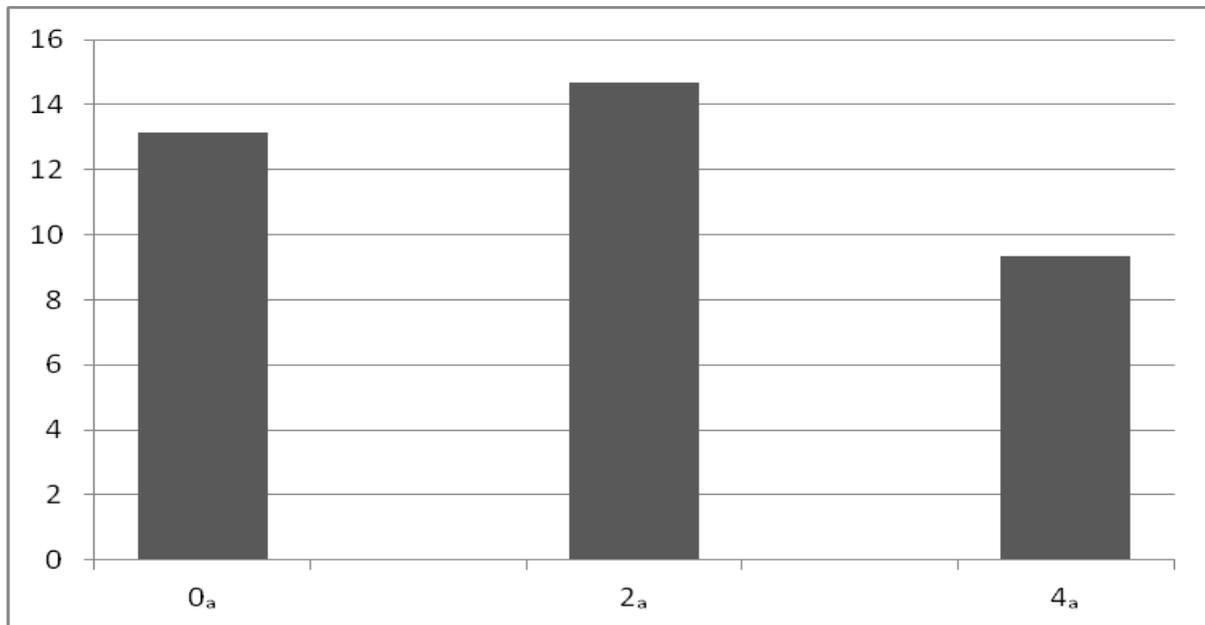
Los resultados de cada parámetro medido en los diferentes grupos se muestran en forma gráfica en las siguientes figuras.



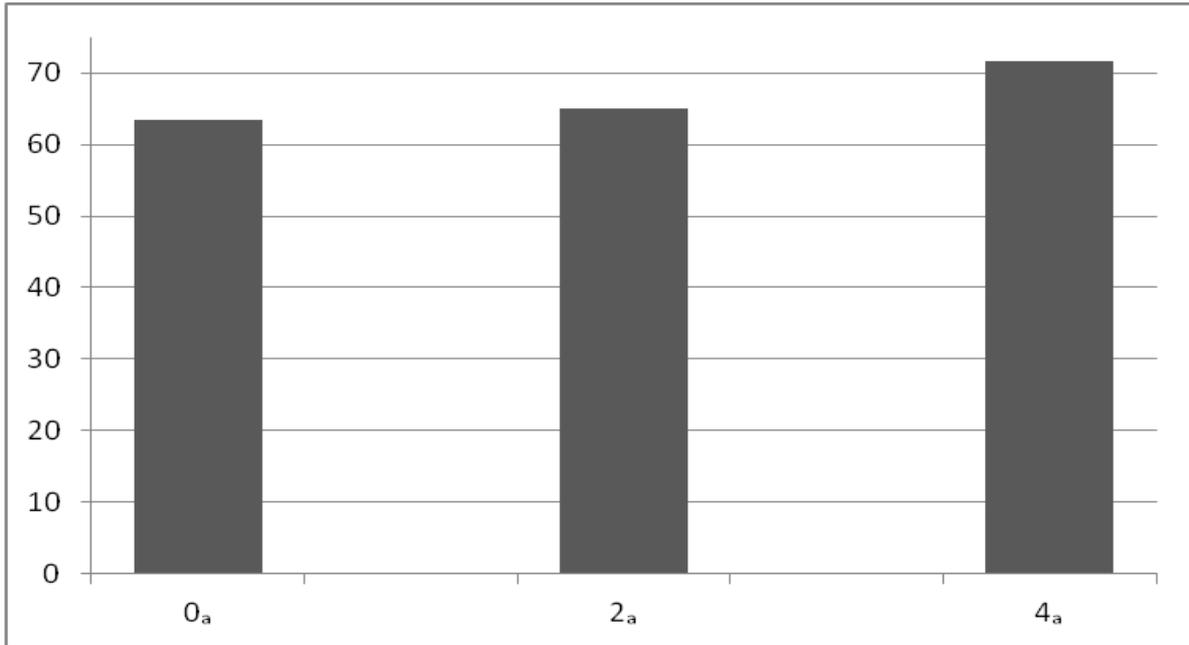
**Figura VII: Peso final promedio en gramos de *P. reticulata* por tratamiento, alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



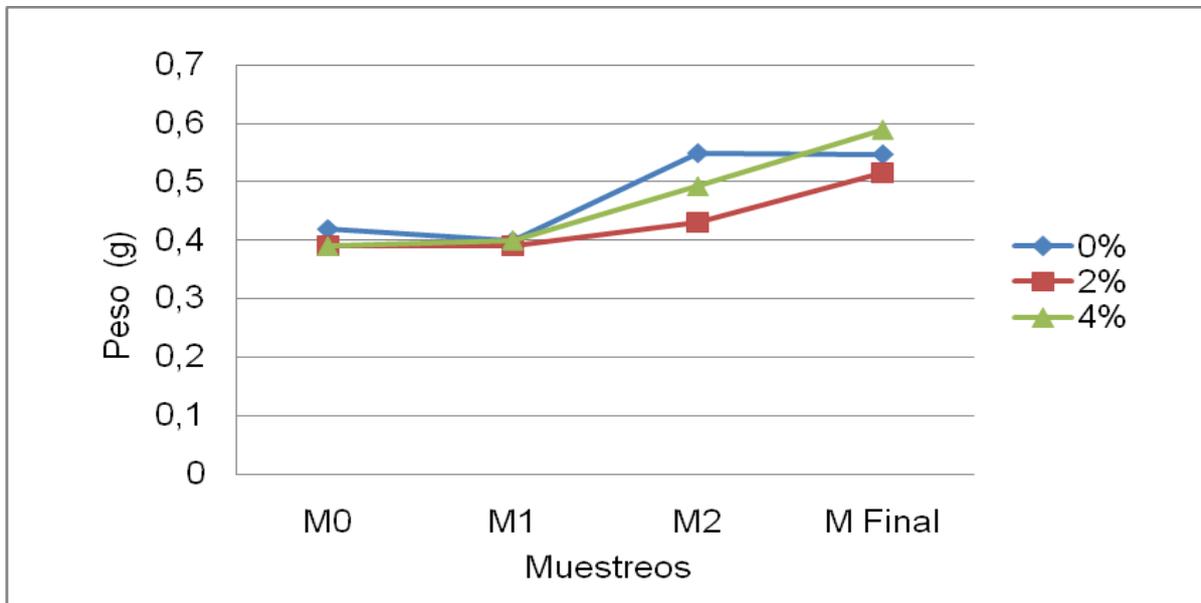
**Figura VIII: Largo final promedio en mm de *P. reticulata* por tratamiento, alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



**Figura IX: Índice de conversión promedio por tratamiento, para *P. reticulata* alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



**Figura X: Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento, para *P. reticulata* alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**



**Figura XI: Promedio de peso de *P. reticulata* alimentados con una ración control, una con 2 % de ajo y otra con 4 % de ajo.**

## 7. DISCUSIÓN

Existen numerosos estudios sobre el valor del ajo (*Allium sativum*) utilizado en acuicultura. Su utilización se realiza tanto en forma de baño, como incluido en la ración.

La inclusión de ajo en la ración de los peces no solamente es tolerada sin problemas, sino que parece actuar como atrayente en el alimento (Ji y col., 2008). En nuestro trabajo los peces aceptaron sin problemas la ración con un 2% o un 4 % de ajo, lo que estaría de acuerdo con los trabajos de otros investigadores.

Una de las acciones del ajo buscadas en piscicultura es en el tratamiento o prevención de enfermedades. La acción del ajo protegiendo de los patógenos y aumentando la sobrevivencia de los peces parece actuar por dos vías:

- a) la acción directa antimicrobiana y antiparasitaria. Se ha demostrado su acción tanto *in vitro* como *in vivo* sobre diversos parásitos como *Ichthiophthirius multifiliis*, *Trichodina* spp., *Argulus* sp. y *Saprolegnia* sp. (Buchman y col., 2003; Auró y Jiménez, 2000; Boxaspel y Holm, 1991; Soko y Barker, 2004; Chitmanat y col., 2005; Ahmed y Razin, 2009). También ha demostrado tener una acción inhibitoria en algunas de las principales bacterias patógenas de los peces como *Aeromonas hydrophila* y *Streptococcus* sp. (Guo y col., 2012; Yuhama y Sukeda, 2008).
- b) Una acción inmunoestimulante inespecífica demostrada en peces, aumentando los monocitos, trombocitos y eritrocitos, así como la actividad fagocítica de los leucocitos (Pandey y col., 2012; Aly y col., 2008; Martins y col., 2002).

En nuestro trabajo no se encontraron diferencias significativas en la sobrevivencia de los lotes de *C. auratus* ni de *P. reticulata* alimentados con raciones con ajo en relación a la ración control. Estos resultados no coinciden con aquellos reportados por Shalaby y col., (2006), trabajando con tilapias, quienes encontraron diferencias entre grupos con 0, 1, 2, 3, o 4 % de ajo en la ración. Diversos trabajos encuentran mayor sobrevivencia en los lotes de peces que consumen ración con ajo que en los grupos control (Guo y col., 2012; Franco, 2011). También es mayor la sobrevivencia de peces alimentados con ajo, enfrentados a un desafío con bacterias patógenas. Diab y col., (2008) obtuvieron una mayor sobrevivencia en tilapias inoculadas con *Pseudomona fluorescens* suplementadas con ajo en la ración. En el mismo sentido, Sahu y col., (2007) obtuvieron una mayor sobrevivencia de *Labeo rohita* inoculados con *Aeromona hidrophyla* en los grupos alimentados con 0.1, 0.5 y 1 % de ajo en la ración, respecto al grupo control.

Si bien el ajo ha sido utilizado también como promotor del crecimiento en piscicultura, los trabajos realizados para evaluar la acción del ajo sobre distintos parámetros del crecimiento en el cultivo de diferentes especies de peces, han presentado resultados ambiguos.

En nuestro trabajo, no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento (medido como largo final y peso final de los peces) ente los grupos alimentados con raciones suplementadas con ajo frente a los grupos control, para *C. auratus*. Sin embargo en el caso de *P. reticulata* si bien no hubo diferencias significativas para la

comparación de los pesos finales, si hubo una diferencia en el caso de los largos, creciendo menos los peces con 2 % de ajo en la ración.

Algunos investigadores encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los peces utilizando el ajo en diferentes niveles en la ración (Diab y col., 2008; Franco, 2011; Guo y col., 2012; Sasmal y col., 2005; Shalaby y col., 2006). Mientras que otros no encontraron efectos del uso del ajo en el crecimiento al 1% ni al 2% (Martins y col., 2002).

La falta de diferencias en el crecimiento de los *C. auratus* en nuestro caso, podría deberse a la utilización de niveles de ajo demasiado altos para la especie (2% y 4%). Al respecto, Sasmal (2005), trabajando con *C. auratus*, encontró que la concentración más efectiva fue la de 1 %. Nosotros probamos concentraciones más altas con el objeto de observar si tenían mejor efecto. Las menores temperaturas registradas al final de nuestra experiencia en *C. auratus* posiblemente generó un enlentecimiento en el crecimiento y podría haber ocultado los efectos del tratamiento. Un aspecto también importante a considerar en el presente experimento es la influencia de la densidad sobre el crecimiento de los peces. En grupos donde la sobrevivencia fue del 50 % (tanques 1, 6, 7 y 8), el crecimiento de los peces fue mayor, debido a la disponibilidad de mayor cantidad de agua por animal y menor competitividad por el espacio y por el alimento (aunque se corrigiera la cantidad de alimento por la biomasa). Este hecho podría haber enmascarado también el efecto del ajo en cuanto al crecimiento de los peces.

En el caso de *P. reticulata* tampoco se pudo demostrar un efecto positivo del ajo como promotor del crecimiento. Como no se ha encontrado ningún trabajo realizado con inclusión de ajo en esta especie, no podemos comparar con otros investigadores para sacar conclusiones con respecto a los niveles de inclusión utilizados.

En cuanto al efecto de la inclusión de ajo en la ración sobre el índice de conversión (IC), la mayoría de los autores encuentran una disminución del IC al incluir ajo en la ración. (Shalaby y col., 2006; Diab y col., 2008; Franco, 2011; Sasmal y col., 2005). Este efecto es detectado ya sea calculando el IC a partir de alimento consumido o a partir de alimento administrado. En nuestro trabajo no encontramos diferencias significativas en el IC tanto en el caso de *C. auratus* como en el caso de *P. reticulata* calculado a partir de alimento suministrado.

Sin embargo la correlación encontrada entre el IC y el porcentaje de inclusión de ajo en la ración en el caso de *P. reticulata* parecería coincidir con el efecto señalado por estos investigadores en otras especies de peces. La correlación explicaría el 99,58 % de la variación del índice de conversión con relación a los distintos niveles de ajo en la ración y significaría que a mayor inclusión de ajo en la ración se tiene un índice de conversión menor. Sin embargo como el análisis se realizó con pocos puntos, este resultado debe tomarse con reservas. Por otro lado, este efecto, es diferente al encontrado por otros autores, que reportan IC menores en los peces alimentados con un cierto porcentaje frente a los alimentados con menos o más ajo: 3 % en el caso de Shalaby y col., (2005) y 1% en el caso de Sasmal y col., (2005); señalando que parecería existir un porcentaje óptimo de inclusión en el alimento.

## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En esta experiencia no se observaron beneficios de la utilización de ajo en la dieta de *C. auratus* y *P. reticulata*.

Si bien los beneficios esperados al incluir ajo en la ración de peces ornamentales, no se pudieron comprobar en esta experiencia, sumados a los escasos y contradictorios antecedentes, serían necesarios más estudios (utilizando mayores rangos de dosis, un mayor número de repeticiones por tratamiento y realizar la experiencia en un tiempo mayor), para evaluar mejor los efectos de diferentes niveles de inclusión de ajo en la dieta de peces ornamentales.

## **9. BIBLIOGRAFÍA**

- 1) Ahmed, I.E., Razin, A.M. (2009) Application of some medicinal Plants to eliminate *Trichodina* spin tilapia (*Oreochromis niloticus*). Report and Opinion.
- 2) Aifang, D.U., Junan, Y., Lian, Y. (1997) Immunopotential activities of garlic oil compound as a feed additive in *Penaeus chinensis*. J. Zhejiang Agric. Univ. 23:317-320.
- 3) Aly, S.M., Atti, N.M.A., Mohamed, M.F. (2008). Effect of garlic on the survival, growth, resistance and quality of *Oreochromis niloticus*. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, El Cairo, Egipto, p. 277 -296.
- 4) Bodini, S.F., Manfredini, S., Epp, M., Valentini, S., Santori, F. (2009) Quorum sensing inhibition activity of garlic extract and p-coumaric acid. Lett. Appl. Microbiol. 49:551-555.
- 5) Boxaspen, K., Holm, J.C. (1991) New biocides used against sea lice compared to organophosphorus compounds. En: De Pauw, N., Joyce, J. Aquaculture and the environment. Aquaculture Society Special Publication No.16, Ghent, Gent, Belgium. p.393-402.
- 6) Buchmann, K., Jensen P.B., Kruse K.D. (2003) Effects of Sodium Percarbonate and Garlic Extract on *Ichthyophthirius multifiliis* theronts and tomocysts: in vitro experiments. N. Am. J. Aquac. 65: 21-24.
- 7) Cabrera, J., Solano, Y. (1995) Fertilidad y fecundidad en *Poeciliopsis turrubarensis* (Pisces: Poeciliidae) Rev. Biol. Trop., 43(1-3): 317-320.
- 8) Carnevia, D. (2008) Análisis de las oportunidades de cultivo de especies acuáticas en Uruguay. Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura. Montevideo, DINARA – FAO. 40 p.
- 9) Carnevia, D. y Rosso, A. (2001) Relevamiento de Pisciculturas de peces ornamentales en Uruguay: Datos productivos. VII Congr. Nac. Vet., 19 – 22 Noviembre, Montevideo, Uruguay, CD-ROM.
- 10) Carnevia, D., Rosso, A., Eastman, T. (1990) Enfermedades de los peces ornamentales en el Uruguay. Aspectos epizootiologicos. Anais do VI Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Florianopolis, Brazil. p. 294-298.
- 11) Chitmanat, C., Tongdonmun, K., Nunsong, W. (2005). The use of crude extracts from traditional medicinal plants to eliminate *Trichodina* spp. in tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. Songklanakarin Journal Science and Technology, 27(1): 359-364.

- 12) Colorni, A., Avtalion, R., Knibb, W., Berger, E., Colorni, B., Timan, B. (1998) Histopathology of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) experimentally infected with *Mycobacterium marinum* and treated with streptomycin and garlic (*Allium sativum*) extract. *Aquaculture* 160: 1-17.
- 13) Devezé, P. y col., (2004) Cultivo de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en cuerpos de agua tropicales, Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop. (Journal Tropical Biology)*. vol. 52 (4): 951-958.
- 14) Diab, A.S., Aly, S.M., John, G., Abde-Hadi, Y., Mohammed, M.F. (2008) Effect of garlic, black seed and Biogen as immunostimulants on the growth and survival of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae), and their response to artificial infection with *Pseudomonas fluorescens*. *Afr. J. Aquat. Sci*, 33: 63-68.
- 15) DINARA, URUGUAY. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO DE LA ACUICULTURA. 2008. Política Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en la República Oriental del Uruguay. Montevideo, DINARA – FAO. 28 p.
- 16) Fernando, A. A. y Phang, V.P.E., (1985). Culture of the Guppy, *Poecilia reticulata*, in Singapore. *Aquaculture*, 51: 49-63.
- 17) Franco, F. (2011). Evaluación de la productividad de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) alimentada con extracto de ajo (*Allium sativum* L.). Proyecto FODECYT N°70-2007.
- 18) García Gómez, L.J. y Sánchez Muniz, F.J. (2000) Revisión: Efectos cardiovasculares del ajo (*Allium sativum*). *Arch. Latinoam. Nutr.* 50: 219-229.
- 19) Guo, J.J., Kuo C.M., Chuang, Y.C., Hong J.W., Chou R.L., Chen T.I., (2012). The effects of garlic-supplemented diets on antibacterial activity against *Streptococcus iniae* and on growth in orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* *Aquaculture* 364–365: 33–38.
- 20) Hsia, S. y Fan, D. (2001). Method of decreasing cholesterol and triglycerides levels with a composition containing fish oil, garlic, rutin, and capsaicin. *Viva Life Science*, US Patent: 6326031 (abstract).
- 21) Iglesias Enríquez, I, Fraga Fernández, R., Menéndez, T., Nuñez, M., Prieto, X. (2008). Prevención de algunas enfermedades con el consumo de ajo y cebolla. Disponible en: <http://www.16deabril.sld.cu/rev/226/profe.html>. Fecha de consulta 13/08/2010.
- 22) Ikeme, A.I., Bhandary, C.S. (2001). Effect of spice treatment on the quality of hot-smoked mackerel (*Scomber scombrus*). Consultation d'experts FAO sur la technologie du poisson en Afrique. Saly-Mbour, République du Senegal, FAO Fish. Rep no. 712. p. 125-130.

- 23) Ikenoue, H., Kafuku, T. (1992). Modern methods of Aquaculture in Japan. 2a. ed. Developments in Aquaculture and fisheries science, Tokyo. Kodansha Ltda, 272p.
- 24) Ji, H., Li, H.M., Zhou, J.S., Liu, L.F. (2008). Feeding attraction of four kinds of plant crude extraction to goldfish (*Carassius auratus*). Fisheries Sciences Shuichan Kexue. 27: 67-70.
- 25) Kammana V. S., Chanddasekhara, N. (1980). Fatty acid composition of garlic (*Allium sativum* Linnaeus) lipids. Journal of the American Oil Chemists' Society June 1980, Volume 57, Issue 6, p. 175-176.
- 26) Kim, S.M., Bank, O.D., Lee, K.T. (1994). The development of squid *Todarodes pacificus* sik-hae in the Kang-Nung district 3. The effects of garlic concentrations on the properties of sik-hae. Journal Korean Fish Soc. 27:357-365.
- 27) Lawson, L.D., Gardner, C.D. (2005). Composition, Stability, and Bioavailability of Garlic Products Being Used in a Clinical Trial. Journal Agriculture and Food Chemistry. 53(16): 6254–6261.
- 28) Lee, J-Y y Gao, Y. (2012). Review of the Application of Garlic, *Allium sativum*, in Aquaculture. Journal of the World Aquaculture Society. 43 (4): 447–458.
- 29) Mahmoud, B., Yamazaki, K., Miyashita, K., Il-Shik, S., Dong-Suk, C. y Suzuki, T. (2004). Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. Food Microbiology. 21: 657-666.
- 30) Martins, M.L., Moraes, F.R., Miyazaki, D.M., Brum, C.D., Onaka, E.M., Fenerick, J.J., Bozzo, F.R. (2002). Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piarctus mesopotamicus* (Osteichthyes: *Characidae*) in Brazil and its haematological effects. Parasite 9:175-180.
- 31) Morcos, N.C. (1997). Modulation of lipid profile by fish oil and garlic combination. J. Nat. Med. Assoc. 89:673-678.
- 32) Noor El Deen, A.I.E., Razin, A.M. (2009). A. M. Application of some medicinal plants to eliminate *Trichodina* sp. in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Report and Opinion 1(6):1-5.
- 33) Pandey, G., Sharma, M., Sahni, Y.P. (2012). Beneficial effects of certain herbal supplements on the health and disease resistance of fish Novel Science International Journal of Pharmaceutical Science 1(7):497-500.
- 34) Peyghan, y col., (2003) *In vitro* Effect of Garlic Extract and Metronidazole Against *Neoparamoeba pemaquidensis*, Page 1987 and Isolated Amoebae from Atlantic Salmon. Pakistan Journal of Biological Sciences 11 (1): 41-47.

- 35) Prieto, A., A. Auró, Fernandez, A., Pérez, M. (2005). El empleo de medicina natural en el control de enfermedades de organismos acuáticos y potencialidades de uso en Cuba y Mexico. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 8(1):38-49.
- 36) Sahandi J., Gholipour Kanani H., y Rahmani Asgarabad, F. (2012). Influence of garlic (*Allium sativum*) and mother worth (*Matricaria chamomilla*) extract effects on *Ichthyophthirius multifiliis* parasite treatment in sail fin molly (*Poecilia latipinna*) ornamental fish. *Global Veterinaria* 9 (3): 362-366.
- 37) Sahu, S., Das, B.K., Mishra, B.K., Pradhan, J., Sarangi, N. (2007) Effect of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Ichthyology*. 23 (1): 80-86.
- 38) Sales, J., Janssens, G. (2003) Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquat. Living Resource*. 16: 533-540.
- 39) Sanz, F. (2001) La alimentación en Piscicultura. En: Rebollar, G., de Blas, C., Mateos, G. (eds.) XVII Curso de Especialización: Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, FEDNA. p. 317-327.
- 40) Sasmal, D., Babu, C.S. y Abraham, T.J. (2005) Effect of garlic (*Allium sativum*) extract on the growth and disease resistance of *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). *Indian J. Fish.* 52:207-214.
- 41) Schram, E., Pedrero, Z., Camara, C., Heul, J.W., Luten, J.B. (2008) Enrichment of African catfish with functional selenium originating from garlic. *Aquacult. Res.* 39:850-860.
- 42) Sealey, W., Barziza, D., Davis, J., Gatlin, D. (1998) Dietary protein and lipid requirements of golden shinner and goldfish. SRAC Public. Nº 124. Disponible en: [http://aquanic.org/pubicat/usda\\_rac/efc/srac/124fs.pdf](http://aquanic.org/pubicat/usda_rac/efc/srac/124fs.pdf). Fecha de consulta 11/01/2008.
- 43) Shalaby, A.M., Khattab, Y.A., Rahman, A.M. (2006) Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J. Venom. Anim. Tox.* 12:172-201.
- 44) Silveira-Coffigny, R. (2006). Los productos fito-farmacéuticos en la acuicultura. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 7(8). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080806/080612.pdf>. Fecha de consulta: 14/06/2013.
- 45) Skelton, P. (1993). A complete Guide of the Freshwater Fishes of Southern Africa. Saouther Book Publishers, Harare. 388 p.

- 46) Soko, C.K., Barker, D.E. (2005) Efficacy of crushed garlic and lemon juice as bio-product treatments for *Ichthyophthirius multifiliis* ('Ich') infections among juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture Association of Canada, Special Publication 9: 108-110.
- 47) Tissera, K. (2010). Global Trade in Ornamental Fish. International Aqua Show, 2010, Cochin, Kerala, India. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/64002208/Global-Ornamental-Fish-Industry-An-overview-of-FAO-Trade-Data>. Fecha de consulta: 21/06/2013.
- 48) Watson, C., Hill, J., Pouder, D., (2004). Species Profile: Koi and Goldfish. SRAC Publication No. 7201.
- 49) Yuhana, M., Normalina dan Sukenda, I. (2008). Potency of Garlic (*Allium sativum*) Extract Against Motile Aeromonad Septicaemia Disease Caused by *Aeromonas hydrophila* in *Pangasionodon hypophthalmus*. Jurnal Akuakultur Indonesia, 7(1): 95–107.

## 10. ANEXO I

### 10.1. PLANILLA DE REGISTRO DE TEMPERATURA Y pH, UTILIZADA DURANTE EL EXPERIMENTO CON *Carassius auratus*.

Fecha	T <sup>a</sup> (°C)	pH									
28/01/2008	22	7	01/03/2008	24		03/04/2008	18		06/05/2008	14	
29/01/2008	23		02/03/2008	23.5		04/04/2008	15.5		07/05/2008	13.5	7
30/01/2008	24.5		03/03/2008	22	7	05/04/2008	19.5	7	08/05/2008	14	
31/01/2008	24		04/03/2008	21		06/04/2008	20.5		09/05/2008	13	
01/02/2008	21.5	7	05/03/2008	21		07/04/2008	20.5		10/05/2008	14	
02/02/2008	22		06/03/2008			08/04/2008	19.5		11/05/2008	15.5	7
03/02/2008	22		07/03/2008	21		09/04/2008	20	7	12/05/2008	16	
04/02/2008	19		08/03/2008	20	7	10/04/2008	19.5		13/05/2008	16	
05/02/2008	25		09/03/2008	24.5		11/04/2008	20		14/05/2008	15	
06/02/2008	22.5	7	10/03/2008	22		12/04/2008	20.5		15/05/2008	13	7
07/02/2008	24.2		11/03/2008	23		13/04/2008	19	7	16/05/2008	13	
08/02/2008	21.5		12/03/2008	21		14/04/2008	19		17/05/2008	12.5	
09/02/2008	22		13/03/2008	20	7	15/04/2008	16		18/05/2008	15	
10/02/2008			14/03/2008	21		16/04/2008	13		19/05/2008	15	
11/02/2008	19	7	15/03/2008	19,5		17/04/2008	13		20/05/2008	15	7
12/02/2008	19		16/03/2008	22		18/04/2008	14	7	21/05/2008	14	
13/02/2008	21		17/03/2008	19,5		19/04/2008	12.5		22/05/2008	14	
14/02/2008	27		18/03/2008		7	20/04/2008	12.5		23/05/2008	15	
15/02/2008	27		19/03/2008	24		21/04/2008	16		24/05/2008	17	7
16/02/2008	26	7	20/03/2008			22/04/2008	15.5		25/05/2008	19	
17/02/2008	28		21/03/2008			23/04/2008	18.3	7	26/05/2008	18.5	
18/02/2008	24.5		22/03/2008	23	7	24/04/2008	16.5		27/05/2008	16	
19/02/2008			23/03/2008			25/04/2008	17		28/05/2008	16	
20/02/2008			24/03/2008	24		26/04/2008	13		29/05/2008	15	7
21/02/2008	29	7	25/03/2008			27/04/2008	13	7	30/05/2008	17	
22/02/2008	24		26/03/2008	21	7	28/04/2008	11		31/05/2008	15	
23/02/2008	26		27/03/2008	23		29/04/2008	10		01/06/2008	16	
24/02/2008	24		28/03/2008	19.5		30/04/2008	0		02/06/2008	16	7
25/02/2008	24	7	29/03/2008	21		01/05/2008	10				
26/02/2008	23		30/03/2008	19.5	7	02/05/2008	12.5	7			
27/02/2008	23		31/03/2008	20		03/05/2008	14.5				
28/02/2008	24.5		01/04/2008	20.5		04/05/2008	15				
29/02/2008	22	7	02/04/2008	18		05/05/2008	15				

## 11. ANEXO II

### 11.1. DATOS OBTENIDOS DE LARGO Y PESO POR INDIVIDUO AL FINAL DE LA EXPERIENCIA PARA *Carassius auratus*.

	Estanque 1		Estanque 2		Estanque 3		Estanque 4		Estanque 5		Estanque 6		Estanque 7		Estanque 8		Estanque 9		
	gr.	mm	gr.	mm	gr.	mm	gr.	mm	gr.	mm	gr.	mm	gr.	mm	gr.	mm	gr	gm	
Individuos	1	3	46	0.5	25	0.3	24	1	34	1	32	0.5	22	1	35	0.5	28	2	42
	2	2	34	1	30	1	30	1.5	40	1.5	36	1	35	1	36	0.5	30	0.5	28
	3	1.5	35	1	35	1	30	0.5	38	1	25	0.5	26	1.5	43	0.5	28	0.5	33
	4	2.5	45	1	30	1	32	1	25	1	30	1	39	1.5	37	1	30	0.5	26
	5	2	40	0.3	22	1	26	2	42	0.5	25	1	32	1	35	1.5	33	1	33
	6	3.5	50	0.51	30	1	32	2	38	1	34	1.5	36	2	42	1.5	35	0.5	26
	7	2.5	41	1	26	1.5	34	2	38	1	32	1	36	2.5	45	1.5	32	1	35
	8	2.5	45	2	33	1.5	35	2	42	1.5	37	0.5	33	2.5	45	1.5	30	1.5	36
	9	3.5	55	1.5	42	2	40	2.5	45	2.5	42	1.5	37	3.5	46	3	39	1.5	38
	10	1.5	40	3	36	1	35	2	46	1	27	2	44	3	50	2	35	2	43
	11	2.5	44	1	45	1	37	2.5	50	1	30	1	40	3.5	52	2	40	2	39
	12	2.5	45	2.5	35	1.5	35	2	46	3	46	2	45	3	47	3	41	1.5	40
	13	2	42	2.5	45	1.5	35	2	42	1	37	4.5	58	3.5	48	3	38	1.5	38
	14	1.5	36		46	2	40	2	46	1	36	1	38	3	50	3.5	45	1.5	39
	15	1	38	1.5	35	1.5	36	1.5	39	1.5	38	2	39	2	45	3	40	1.5	40
	16	3	45	3.5	45	1.5	36	2	37	1.5	40	2	45			5	55	1.5	35
	17	1.5	40	4	50	1.5	38	1.5	45	1	35	2.5	47			3.5	43	1	39
	18			5.5	53	1	35	2	40	1.5	34							1.5	40
	19					1.5	34	2	42	1	37							1.5	42
	20					2	39	2.5	46	1.5	40							1.5	40
	21					4	54	2	39	2	42							2	40
	22					5	55	2.5	43	2	40							2	44
	23							2	40	2	43							2	40
	24							2.5	45	4	55							2	42
	25							2	45									2	38
	26							2.5	42									2.5	49
	27							2	45									4	50

## 12. ANEXO III

### 12.1. PLANILLA DE REGISTRO DE TEMPERATURA Y pH, UTILIZADA DURANTE EL EXPERIMENTO CON *P. reticulata*.

Fecha	T <sup>a</sup> (°C)	pH									
07/07/2008	24	7	01/08/2008	25		01/09/2008	27		01/10/2008	25	7
08/07/2008	26		02/08/2008	25		02/09/2008	27	7	02/10/2008	27	
09/07/2008	24		03/08/2008	24	7	03/09/2008	24		03/10/2008	25	
10/07/2008	27		04/08/2008	24		04/09/2008	26		04/10/2008	27	
11/07/2008	24		05/08/2008	25		05/09/2008	27		05/10/2008	24	
12/07/2008	25	7	06/08/2008	27		06/09/2008	24		06/10/2008	27	7
13/07/2008	25		07/08/2008	27		07/09/2008	26	7	07/10/2008	27	
14/07/2008	24		08/08/2008	26	7	08/09/2008	25		08/10/2008	24	
15/07/2008	24		09/08/2008	24		09/09/2008	25		09/10/2008	25	
16/07/2008	26		10/08/2008	26		10/09/2008	24		10/10/2008	26	
17/07/2008	24	7	11/08/2008	25		11/09/2008	27		11/10/2008	24	7
18/07/2008	25		12/08/2008	25	7	12/09/2008	24	7	12/10/2008	26	
19/07/2008	24		13/08/2008	26		13/09/2008	26		13/10/2008	27	
20/07/2008	27		14/08/2008	26		14/09/2008	27		14/10/2008	24	
21/07/2008	24	7	15/08/2008	24		15/09/2008	25		15/10/2008	26	7
22/07/2008	25		16/08/2008	25	7	16/09/2008	25		16/10/2008	27	
23/07/2008	27		17/08/2008	25		17/09/2008	27	7	17/10/2008	25	
24/07/2008	26		18/08/2008	26		18/09/2008	24		18/10/2008	26	
25/07/2008	25	7	19/08/2008	25		19/09/2008	26		19/10/2008	26	
26/07/2008	26		20/08/2008	25		20/09/2008	27		20/10/2008	27	7
27/07/2008	24		21/08/2008	26	7	21/09/2008	24	7	21/10/2008	25	
28/07/2008	27		22/08/2008	26		22/09/2008	24		22/10/2008	26	
29/07/2008	26		23/08/2008	24		23/09/2008	25		23/10/2008	25	
30/07/2008	25	7	24/08/2008	24		24/09/2008	26		24/10/2008	24	7
31/07/2008	25		25/08/2008	24	7	25/09/2008	26		25/10/2008	25	
			26/08/2008	26		26/09/2008	24	7	26/10/2008	25	
			27/08/2008	25		27/09/2008	25		27/10/2008	27	
			28/08/2008	26		28/09/2008	27		28/10/2008	25	
			29/08/2008	26	7	29/09/2008	27		29/10/2008	24	7
			30/08/2008	24		30/09/2008	24	7	30/10/2008	25	
			31/08/2008	25					31/10/2008	26	

### 13. ANEXO IV

#### **13.1. DATOS OBTENIDOS DE LARGO Y PESO POR INDIVIDUO AL FINAL DE LA EXPERIENCIA PARA *P. reticulata*.**

		Pecera 1		Pecera 2		Pecera 3		Pecera 4		Pecera 5		Pecera 6		Pecera 7		Pecera 8		Pecera 9		
		gr.	mm																	
Individuos	1	0.7	44	0.3	35	0.8	45	0.5	45	0.4	40	0.6	45	0.6	45	0.9	46	0.7	46	
	2	0.7	44	0.5	41	0.4	45	0.5	42	0.4	41	0.4	39	0.4	45	0.6	43	0.5	45	
	3	0.9	45	0.5	44	0.6	46	0.5	43	0.4	40	0.4	39	0.3	42	0.4	42	0.5	44	
	4	0.3	36	0.9	46	0.4	40	0.4	43	0.7	45	0.7	43	0.4	43	0.7	49	0.3	44	
	5	0.6	49	0.9	51	0.5	42	0.3	44	0.6	45	0.5	44	0.8	45	0.5	46	0.6	45	
	6	0.4	41	0.8	50	0.4	46	0.5	46	0.9	51	0.6	45			0.4	44	0.5	42	
	7	0.3	38	0.3	36	0.4	47	0.8	45	0.8	47	0.5	39			0.4	45	0.7	47	
	8	0.4	39	0.5	40	0.5	50	0.8	45	0.6	46	0.7	52			0.7	48	0.7	46	
	9	0.4	40	0.7	46	0.5	42	0.5	42	0.5	45	0.6	47			0.3	42	0.8	47	
	10	0.4	40	0.6	50	0.4	45	0.5	45	0.6	45	0.4	40			0.6	46	0.4	45	
	11	0.5	42	0.5	45	0.5	45	0.6	40	0.8	49	0.5	44					0.3	42	
	12	0.4	41	0.6	45	0.3	45	0.5	42	0.8	46							0.6	47	
	13	0.4	43	0.4	45			0.4	43	0.6	48								1.1	54
	14	0.6	42	0.8	50			0.7	45	0.5	45								0.8	45
	15	0.6	45	0.7	44			0.5	45										1.0	45
	16	0.7	45	0.4	40			0.5	45											
	17	0.6	44	0.5	44			0.5	42											
	18			0.6	45															
	19			0.5	45															