

## **Manejo preventivo de la flavobacteriosis de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en cultivos intensivos en jaulas flotantes y superintensivos en raceways**

### **Prevention of flavobacteriosis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in intensive growing culture in floating cages and raceways**

López–Macías, J.N.<sup>1</sup>. y Ruales, E<sup>2</sup>.

#### **1. Resumen**

La flavobacteriosis, es una de las principales afecciones, que causa mayores mortalidades en los primeros estadios de desarrollo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y su importancia económica en los cultivos intensivos de esta especie íctica, se ha hecho más evidente en la última década debido a los cambios bruscos de la temperatura en el agua, aparición de cepas de gran virulencia y a la importación indiscriminada de ovas y alevines de distintos sitios del país y del exterior. Con el propósito de desarrollar una estrategia en manejo preventivo de esta enfermedad en cultivos intensivos y superintensivos, realizados en jaulas flotantes y en canales, el Grupo de Investigaciones Acuícolas de la Universidad de Nariño (GIAC), dentro de la Línea de Evaluación de Probióticos y Prebióticos en especies ícticas, evaluó inicialmente el efecto comparativo de distintos niveles de fosfato de ácido ascórbico y  $\beta$ -Glucán sobre la sobrevivencia, ganancias de peso por individuo y período, consumo de alimento, conversión alimenticia, producción total calculada, monitoreo de la calidad de agua y análisis económico durante las etapas de levante y ceba de trucha arcoíris (*O. mykiss*). Para este efecto se utilizaron 16 jaulas flotantes, localizadas en el Lago Guamuez, distribuidas en cuatro módulos de cuatro jaulas flotantes de malla multifilamento de 10m<sup>3</sup> de volumen cada una y un ojo de ¼ a ½ pulgada según la fase de desarrollo.

Se utilizó un Diseño Irrestrictamente al Azar (DIA), conformado por cinco tratamientos y tres réplicas por tratamiento para un total de 15 unidades experimentales. Los peces se sembraron de manera totalmente aleatoria, en las diferentes jaulas experimentales, con un peso aproximado de 40gr en una proporción de 530 animales por jaula para un total de 8480 ejemplares, Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Balanceado comercial.

T2: Balanceado comercial + 300 mg de fosfato de ácido ascórbico por kg de alimento artificial.

T3: Balanceado comercial + 600 mg de fosfato de ácido ascórbico por kg de alimento.

T4: Balanceado comercial + 1,0 g de  $\beta$ -glucán por kg de alimento.

T5: Balanceado comercial + 2,0 g de  $\beta$ -glucán por kg de alimento.

---

<sup>1</sup> D.M.V.Z., Esp., M.Sc., Ph.D., Profesor Titular, Universidad de Nariño. jorgelopezmacias@gmail.com

<sup>2</sup> M.v., Universidad de Nariño. eduardo.ruales@eldiviso.com

Se efectuaron, durante el periodo de cultivo, 24 muestreos semanales, incluyendo la siembra y la cosecha que comprendían los regímenes climáticos de lluvia y verano.

El estudio demostró que la fortificación del alimento artificial con fosfato de ácido ascórbico y  $\beta$ -glucán, reduce la incidencia de flavobacteriosis, aumenta la sobrevivencia, incrementa la ganancia de peso semanal y total, mejora la conversión alimenticia y la relación beneficio–costo. Sin embargo desde el punto de vista comparativo, el fosfato de ácido ascórbico registró ventajas sobre los índices productivos y económicos con relación al  $\beta$ -glucán. El mejor tratamiento fue el T3 (600 mg de fosfato de ácido ascórbico) debido a la mayor sobrevivencia, menor porcentaje de enfermedades bacterianas y fúngicas, mejores ganancias de peso, conversión alimenticia y relación beneficio-costo. El T3 fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos en las variables señaladas. El tratamiento 6 (600 mg de fosfato de ácido ascórbico y 2gr de  $\beta$ -glucán/kg de alimento) fue estadísticamente similar al T3 en las variables sobrevivencia, conversión alimenticia, ganancias de peso y relación beneficio-costo.

Igualmente, se desarrolló otra investigación con el objetivo de manejar preventivamente la flavobacteriosis en cultivos superintensivos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) realizado en “raceways” (canales de concreto) mediante la evaluación comparativa de un antibiótico (florfenicol), una vitamina inmunoestimulante (ácido ascórbico) y sustancias químicas profilácticas y antisépticas como lo son el methylbenesulfonamide y el Amonio Cuaternario en alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*), la cual se llevó a cabo en la piscifactoría El Diviso Ltda., ubicada en la vereda San Ignacio a 17 km al nororiente de la ciudad de Popayán-Cauca.

Se evaluaron durante 120 días, 180.000 alevinos de peso promedio de 1 gramo y longitud estándar promedio de 2,5 cm, distribuidos en 18 estanques de concreto de 4 m de longitud, 1 m de ancho y 0.7 m de columna de agua. Se utilizó un Diseño Irrestrictamente al Azar (D.I.A.) constituido por seis tratamientos y tres replicas por tratamiento. Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente forma:

T0. Balanceado comercial sin medicamento.

T1. Balanceado comercial, adicionado con 600 mg de fosfato de ácido ascórbico por kg de alimento suministrado durante 10 días.

T2. Balanceado comercial, fortificado con 1,5 g de Florfenicol por kg de alimento, proporcionado durante 10 días.

T3. Baños de inmersión en una solución de Amonio Cuaternario en dosis de 1 ppm durante 10 minutos, por diez días consecutivos.

T4. Baños de inmersión en una solución de Amonio Cuaternario en dosis de 1 ppm, simultáneamente se suministró balanceado comercial medicado con Florfenicol en dosis de 1,5 gramos por kilogramo de alimento durante 10 días.

T5. Baños de inmersión en una solución de methylbenesulfonamida sódica en dosis de 5 mg / l de agua durante 10 minutos, por diez días consecutivos.

Los tratamientos anteriores fueron nuevamente aplicados a los ejemplares en condiciones similares de suministro cuando alcanzaron 5 g de peso. Se evaluaron las variables porcentaje de mortalidad pre y post-tratamiento, número de patologías,

conversión alimenticia (CA), incremento periódico de peso (IPC) y consumo de alimento. La variable de mortalidad al final de cada tratamiento presentó diferencias estadísticas altamente significativas, entre los distintos tratamientos según análisis de varianza ( $P \leq 0,001$ ) y el mejor resultado se presentó en el tratamiento T4 4,7% según prueba de Tukey al 95% de confianza, igualmente el T4 presentó los mejores resultados con relación al factor de conversión del alimento y al incremento de peso, de tal manera que con respecto a esta última variable el T4 fue 19,5% superior en comparación con los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T5 con 14,1%, 16.1% 19,1% ,19,0 y 19,0% respectivamente.

**Palabras claves:** Trucha arcoíris, jaula flotante, canales, ácido ascórbico,  $\beta$ -glucan, probiótico, antibiótico.

## 2. Abstract

This research was developed during two years in the research unit of floating cages, located in the lake of Guamuez (Province of Nariño, Colombia, Southamerica), known as Aquaculture Research Center of Intiyaco; witch belonged to University of Nariño. The purpose of this study, was to evaluate the comparative effect of Phosphate of Ascorbic Acid and  $\beta$ -Glucán in relation to incidence of diseases, according to treatments, climatic seasons, rate of survival, weight gain per fish, per day and per period, feed consumption, feed conversion, water quality and economic analysis, during the phase of raising and fattening of rainbow trout (*O. mykiss*). The fish were grown in 16 floating cages of polyester multifilament mesh of 10m<sup>3</sup> of volume each. The eye of the mesh changes from ¼ to ½ inches depending on the phase of the culture. An unrestricted Random Design was used, made up by five treatments and three replications by treatment for a total of 15 experimental units. The fish were stocked at random in the different experimental cages, with an average weight of 40g and 530 animals were stocked in each cage for a total population of 8480 trouts. The treatments were distributed in the following way:

T1: Commercial feed.

T2: Commercial feed + 300 mg of Phosphate of Ascorbic Acid / kg of feed.

T3: Commercial feed + 600 mg of Phosphate of Ascorbic Acid / kg of feed.

T4: Commercial feed + 10 g  $\beta$ -Glucán per Kg of feed.

T5: Commercial feed + 20 g  $\beta$ -Glucán per kg of feed.

Furthermore, there was a treatment without replication known as T6 made up by commercial feed + 600mg of Phosphate of Ascorbic Acid and 2 g of  $\beta$ -Glucán per kg of feed, in order to take advantage of one available cage. There were performed 24 weekly random samplings, during the whole experimental period, including the initial stocking and the final harvesting.

The study find out that the commercial feed fortified by Phosphate of Ascorbic Acid and  $\beta$ -Glucán, reduces the incidence of bacterial and fungal diseases, increases the weight gain per fish, per day, per week and during the whole experimental period, improve the feed conversion and the cost-benefit relationship; however from the comparative point

of view, the Phosphate of Ascorbic Acid is better than  $\beta$ -Glucán according to the productive and economic goals reached, during the culture.

The best treatment was T3 (600 mg of the Phosphate of Ascorbic Acid) due to the greatest survival rate, lowest percentage of bacterial and fungal diseases and the best feed conversion, weight gain and cost-benefit relationship. The T3 was statistic different compared to the other treatments, except to the treatment 6 (600mg of Phosphate of Ascorbic Acid and 2g of  $\beta$ -Glucán per kg of commercial feed), which was similar to T3 in relation to the variables feed conversion, weight gain and cost-benefit relationship.

**Key words:** Rainbow trout, floating cages, raceways, ascorbic acid,  $\beta$ -glucan, probiotic, antibiotic.

### 3. Introducción

La enfermedad acuícola requiere un agente patógeno, un huésped apropiado y condiciones ambientales de estrés, tales como superpoblación, desnutrición, contenido bajo de oxígeno, solubilización y/o precipitación de materia orgánica, cambios en pH, temperatura y deficiencias vitamínicas. El piscicultor utiliza gran cantidad de medicamentos y químicos, para diversidad de enfermedades y parásitos generando, no sólo problemas de resistencia de los microorganismos, sino también la destrucción del fitoplancton y por ende, la alteración total de la productividad primaria del medio acuático. Además, los fármacos usados en acuicultura representan hasta el 10% de los costos directos en la truchicultura del suroccidente colombiano. (López, 1997). Por esta razón, deben evaluarse sustancias naturales que mejoren el sistema inmunológico de los peces y crustáceos como es el Ácido ascórbico y el  $\beta$ -Glucán y no enfrentar los riesgos que conlleva para el medio ambiente la utilización indiscriminada de químicos y antibióticos.

Una de las principales afecciones, que está causando en la truchicultura suramericana, mortalidades de gran impacto económico, en los primeros estadios de desarrollo de la trucha arcoiris es la flavobacteriosis, bacilo gram (-) cuya epidemiología en los cultivos intensivos de esta especie íctica, se ha hecho más frecuente en la última década, debido a los cambios bruscos de la temperatura del agua, la aparición de cepas de gran virulencia y a la importación indiscriminada de ovas y alevines de distintos sitios del país y el exterior.

Por lo anteriormente expuesto, es pertinente estandarizar un protocolo de control de esta patología, mediante la evaluación comparativa de ácido ascórbico,  $\beta$ -Glucán, el antibiótico denominado Florfenicol y sustancias químicas profilácticas y antisépticas como la methylbenesulfonamida sódica y el Amonio Cuaternario para mejorar la sobrevivencia de la población íctica cultivada en jaulas flotantes o en canales.

A continuación, se describen las investigaciones realizadas por el Grupo de Investigaciones Acuícolas (GIAC) referentes el manejo preventivo de la flaviobacteriosis en cultivos intensivos y superintensivos de trucha arcoíris:

## 4. Metodología

a. Efecto de los probióticos ( $\beta$ -glucán y ácido ascórbico) en el manejo preventivo de la flavobacteriosis de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), cultivada en jaulas flotantes.

### i. Localización

La investigación, se desarrolló durante dos años y se realizaron 24 evaluaciones muestrales, en la Estación de Jaulas Flotantes, Intiyaco, de la Universidad de Nariño. La estación está ubicada en la vereda El Puerto, sobre el Lago Guamuez, corregimiento de El Encano, municipio de Pasto, Colombia, a una altura de 2840 msnm. 13°C de temperatura, con una extensión de 4240 Has. El citado corregimiento se encuentra localizado a 30 Km. al sureste de la ciudad de San Juan de Pasto, sobre la carretera que comunica a esta ciudad con el departamento del Putumayo. Las coordenadas geográficas del lago son: 01° 06' 3,80" N y 77° 07' 2,26" W.

### ii. Instalaciones

Se utilizaron 16 jaulas flotantes de 10m<sup>3</sup> cada una que consistían en una bolsa de malla multifilamento con un ojo de ¼ a ½ pulgada, según la fase de desarrollo de los ejemplares cultivados, con dimensiones de 2m de largo; 2m de ancho; 2,5m de profundidad, recubierta con una malla polisombra. Las jaulas se construyeron en marcos de varilla de acero inoxidable, muelles de madera, flotadores conformados por 40 canecas plásticas de 55 galones. Las jaulas se fijaron al lago, mediante cuatro lastres de concreto de 30 kg, amarrados en cuatro sitios distintos de los muelles.

### iii. Insumos

1. Betaglucán BAB<sup>®</sup>. Producto que se presenta en empaques de 10kg, de la empresa Ecuatoriana Interconsorcio S.A. División Acuacultura.

2. Fosfato de ácido ascórbico<sup>®</sup>. Presentación comercial de 5kg (Empresa Ecuatoriana Interconsorcio S.A. División Acuacultura.)

3. Balanceado artificial para trucha. Se utilizaron dos fórmulas comerciales para las fases de iniciación y levante de la trucha arcoíris (*O. mykiss*). En la fase de iniciación, se suministró alimento comercial peletizado en gránulos de 3,5 mm. de diámetro, con el 48% de proteína y en el levante un balanceado con peletes de 6mm de diámetro y 45% de proteína.

4. Alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*). Se importaron, 10000 alevinos variedad Kamloop desde Estados Unidos, mediante una empresa comercial radicada en Bogotá. Los ejemplares tenían un peso promedio de 1gr y 3 cm. de longitud total, los cuales fueron levantados en jaulas de alevinaje en la Estación de Intiyaco de la Universidad de Nariño durante un período de cuatro meses; previos a la iniciación del ensayo con el propósito de adaptar los ejemplares a las prácticas de manejo, alimentación y muestreo

y al mismo tiempo uniformizar tallas y pesos, hasta alcanzar un peso promedio en la población objeto del experimento de 40 g. En este momento, se sembraron los peces de manera totalmente aleatoria, en un Diseño Irrestrictamente al Azar en las diferentes jaulas experimentales, en una proporción de 530 animales por jaula para un total de 8480 ejemplares, según los diferentes tratamientos evaluados.

#### **iv. Alimentación**

La alimentación fue suministrada, teniendo en cuenta la biomasa total, el porcentaje de la ración y la temperatura promedio diaria del agua, según la tabla adaptada por López (1997) para el lago Guamuez de acuerdo a la talla y edad de los peces. Para ello, se utilizaron los pesos promedios reportados por cada uno de los 24 muestreos, con el fin de calcular el peso total de la población y ajustar la cantidad de cada ración, la que se distribuyó diariamente de tres a siete comidas.

Al balanceado comercial, se le adicionó el Betaglucán BAB<sup>®</sup> y Fosfato de ácido ascórbico<sup>®</sup>, mediante el método de impregnación definido por López (1997). Para esto, se utilizó como adherente una solución de almidón al 5% que contenía los inmunoestimulantes y se incorporó al concentrado, mediante el sistema de micromezclas en una proporción de 200 ml de solución de almidón por cada kg de concentrado. Con este propósito se pesaron previamente 10 g de almidón y se mezclaron con 200 ml de agua destilada. Se calentó hasta ebullición, agitando constantemente, se enfrió, se aforó y rotuló en beakers de 500 ml y se almacenó en refrigeración a 5°C hasta su uso, según los diferentes tratamientos evaluados.

#### **v. Plan de manejo**

Las actividades realizadas en las jaulas consistieron en el suministro del alimento al 7% del peso vivo diariamente (p.v.d) al inicio del ensayo. Este porcentaje se reducía gradualmente, según la fase de desarrollo, el crecimiento de los ejemplares y las condiciones fisicoquímicas del agua, de tal manera que cuando se incrementaba la turbidez, aumentaba la temperatura o disminuía el oxígeno disuelto, se suministraba menor porcentaje de alimentación y el ajuste se realizó en tal forma que en el momento de finalizar el experimento, los ejemplares recibían 4% p.v.d, según lo establecido por López (1997). Los porcentajes se modificaban, teniendo en cuenta la temperatura del agua y la condición poikilotérmica de los peces, en tal forma, los ejemplares recibían mayor cantidad de alimento cuando manifestaban actividad metabólica intensa que coincidía con los periodos de mayor nivel de oxígeno y temperatura óptima efectiva cercana a 16°C. El alimento se fraccionó en siete comidas diarias cuando los ejemplares tenían un peso promedio entre 30 a 100g; cinco comidas para peces entre 100 a 200 g y tres comidas para truchas superiores a 200g. La ración se distribuyó de manera homogénea, sobre el espejo de agua y en cada una de las áreas de la jaula para darle oportunidad a todos los ejemplares de tener acceso al alimento. Cada tercer día se cepillaban y lavaban las mallas con un jabón comercial líquido yodado como medida profiláctica con el fin de evitar la proliferación de bacterias y algas. Igualmente, cada 7 días, se efectuaban muestreos, colectando al azar, mediante una nasa los

ejemplares de cada jaula, hasta completar el 20% de la población existente en ese momento. Los animales se transferían a canecas de 55 galones, provistas de aireadores de batería, y se pesaban lotes de 106 a 120 truchas, en baldes de 10 galones, previamente tarados, consignado esta información en los respectivos registros. Es importante aclarar que en el momento de la cosecha se pesaron la totalidad de los ejemplares de cada jaula, como sucedió en la siembra.

Durante el experimento se efectuaron un total de 24 muestreos, con base en los datos obtenidos en los mismos, se calculaba el peso promedio individual, teniendo en cuenta el número de ejemplares muertos en la semana anteriormente al muestreo, se determinaba el peso total de la población y las demás variables estudiadas (ganancia de peso individual, ganancia de biomasa total por jaula, consumo de alimento por día, comida y semana y se establecía la conversión alimenticia). Igualmente, se efectuaba revisión del estado sanitario de los animales existentes en cada jaula.

El conteo de peces muertos por jaula y tratamiento, se efectuaba diariamente y en el momento de suministrar el alimento, se retiraban con una nasa los animales moribundos y se trasladaban, previamente rotulados e identificados, en estado fresco en cajas térmicas con hielo al laboratorio de Fisiopatología Acuática de la Universidad de Nariño, donde se pesaban, medían y se examinaban exhaustivamente, tanto externa como internamente cada uno de los órganos, aparatos y sistemas del animal mediante la metodología establecida por Plumb (1994).

## vi. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Irrestrictamente al Azar (DIA), conformado por cinco tratamientos y tres réplicas por tratamiento para un total de 15 unidades experimentales, distribuidas en cuatro módulos de cuatro jaulas flotantes de malla multifilamento de 10m<sup>3</sup> de volumen cada una y un ojo de ¼ a ½ pulgada según la fase de desarrollo. Los alevinos se sembraron a una densidad de 53 animales/m<sup>3</sup> para un total de 530 animales por jaula con un peso promedio de 38,87g que es la densidad recomendada en el lago Guamuez para cultivos comerciales de trucha arcoíris (*O. mykiss*) (López, 1997). Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Balanceado comercial.

T2: Balanceado comercial + 300 mg de fosfato de ácido ascórbico por kg de Balanceado.

T3: Balanceado comercial + 600 mg de fosfato de ácido ascórbico por kg de Balanceado.

T4: Balanceado comercial + 1,0 g de  $\beta$ -Glucán por kg de Balanceado.

T5: Balanceado comercial + 2,0 g de  $\beta$ -Glucán por kg de Balanceado.

Así mismo, se estableció a manera de observación estadística, un tratamiento sin réplica con el propósito de aprovechar una jaula disponible en el módulo 4 que fue denominado:

T6: Balanceado comercial + 600 mg de fosfato de ácido ascórbico + 2,0 g de  $\beta$ -Glucán por kg de Balanceado.

Se efectuaron, 24 muestreos semanales, incluyendo la siembra y la cosecha. Teniendo en cuenta que el Coeficiente de Variación de los distintos muestreos, fue inferior al 25%, reflejando la homogeneidad de los ejemplares sembrados y el crecimiento uniforme de los mismos. Por esta razón, se capturaba al azar, el 20% de los peces de cada jaula, como se explicó anteriormente.

Los datos recolectados para cada variable se les aplicaron medidas estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión. Se elaboraron tablas de frecuencia y la información se registró en gráficas de barras, curvas y círculos de comportamiento y de producción, utilizando el programa Microsoft Excel XP. Para cada una de las variables estudiadas, se aplicó Análisis de Varianza (ANDEVA), con el propósito de determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y en aquellas variables, en las cuales se comprobó diferencias, se aplicó una Prueba de Contrastes de Tukey con el fin de comparar los distintos tratamientos y establecer el mejor, utilizando el paquete estadístico Star Graphics Plus versión 3.1.

## **vii. Variables evaluadas**

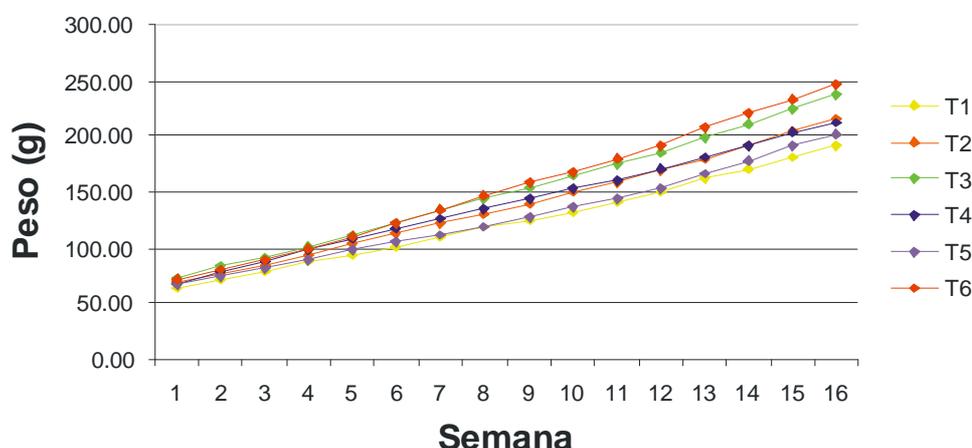
- Sobrevivencia
- Número de patologías causadas por flavobacteriosis
- Ganancia de peso
- Consumo de alimento
- Conversión alimenticia
- Producción total calculada
- Calidad del agua
- Análisis económico

## **viii. Presentación y discusión de resultados**

### **1. Ganancia de peso total**

El peso inicial promedio de siembra para los diferentes tratamientos fue de 38.87g. El Análisis de Varianza para este parámetro, determinó que no existían diferencias estadísticas. En consecuencia, el peso inicial de siembra no generaba fuente de variación. El mejor peso individual final promedio, lo reportó T3 con 266,8g, seguido respectivamente por T2 (254,7g); T4 (251,6g); T5 (243,2g); T1 (225,2g). Se determinó, el mayor incremento de peso total para el T3 (249,1g); el cual fue superior en 35,1% con respecto al T1; 15,5 con relación al T2; 19% comparado con el T4 y 21,1% con respecto al T5 (Figura 1). Los tratamientos de crecimiento intermedio fueron en su

orden: T2, T4, T5 y el tratamiento con el incremento total de peso más bajo fue el T1 (187g)



**Figura 1.** Peso promedio semanal acumulado en gramos

El incremento de peso total, fue altamente significativo según ANDEVA ( $P < 0,01$ ). Los tratamientos T1, T4 y T5 fueron estadísticamente similares. Lo anterior demuestra el efecto benéfico, sobre el crecimiento del Ácido ascórbico; lo cual está de acuerdo a lo determinado por López (1997), quién estudió el impacto de la Vitamina C, en cultivos de catfish (*Ictalurus punctatus*).

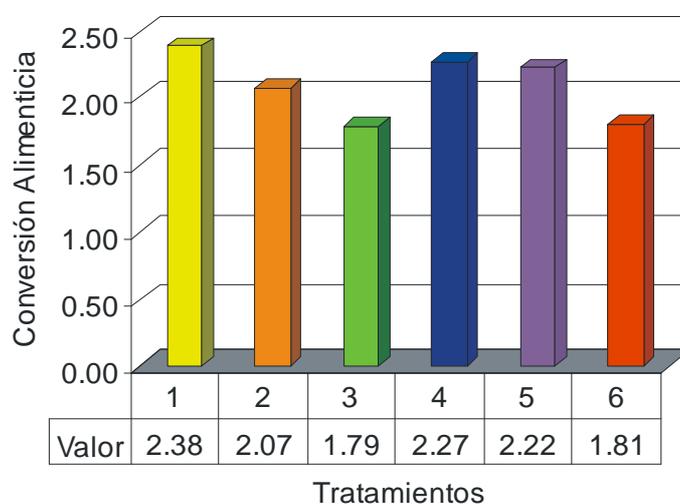
## 2. Conversión alimenticia

El ensayo demostró que la mejor conversión alimenticia por semanal se presentó en el T3 (1,7:1) que es el tratamiento que registró el mayor incremento de peso semanal y total, lo cual se explica por el efecto benéfico del Ácido ascórbico en la asimilación y aprovechamiento del alimento con el fin de cubrir los requerimientos nutricionales que demandan los procesos de remodelación y construcción de tejidos (López, 1997). Esta conversión fue superior en 32,9% con respecto al T1; 15,6% con relación al T2; 96,8% comparado con el T4 y 24% con respecto al T5 (Figura 2). La tendencia de la conversión alimenticia, demuestra que estas son mejores en todos los tratamientos, al inicio del ensayo y en la medida en que los peces tienen más edad las conversiones son más ineficientes. Lo anterior se explica debido a que los procesos anabólicos de proteínas son mayores en los animales jóvenes pero en los animales adultos, los procesos catabólicos, son más intensos que los anabólicos (López, 1997).

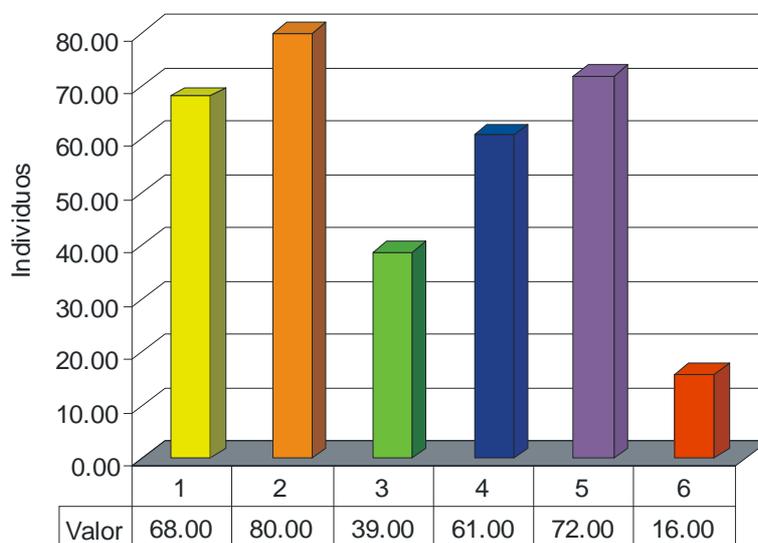
La conversión fue altamente significativa según Análisis de Varianza ( $P < 0,01$ ). Al efectuar la prueba de comparación múltiple de Tukey se encontró que el mejor tratamiento fue el T3 el cual fue diferente al T1 que reportó la conversión alimenticia más ineficiente (2,3). Los tratamientos T2, T4 y T5 fueron estadísticamente similares.

### 3. Mortalidad

La mortalidad total por tratamiento en porcentaje (Figura 3); demuestran que el tratamiento con mayor sobrevivencia fue el T3 (61%) que es consistente con los resultados anteriores, si se considera que este tratamiento presentó los mayores incrementos de peso y la mejor conversión alimenticia. La mortalidad del T3 fue inferior en 74,3% con respecto al T1; 105,1% con relación al T2; 56,4% comparado con el T4 y 84,6% con respecto al T5. Lo anterior se explica, por el efecto positivo de los inmunoestimulantes como potenciadores de las defensas del organismo, en la prevención de enfermedades, lo cual fue discutido ampliamente en el Marco Teórico y específicamente el mejor efecto benéfico del Ácido ascórbico comparado con el  $\beta$ -glucán y el tratamiento testigo (T1, sin inmunoestimulantes); debido a las múltiples funciones fisiológicas del ácido ascórbico. Los resultados del presente ensayo, están de acuerdo a las investigaciones reportadas en distintas especies ícticas como salmónidos, ciprínidos y bagres por, Chen y Ainsworth 1992, Anderson y Siwicki 1994, Siwicki et al. 1994, López (1997). Igualmente la acción positiva del  $\beta$ -glucán en la sobrevivencia de los peces con relación al tratamiento testigo, coincide con los resultados registrados por Yano et al. 1989, Robertsen et al. 1990, Chen y Ainsworth 1992, Ainsworth et al. 1994; Siwicki et al. 1994 y Molina et al. (2001).



**Figura 2.** Conversión alimenticia promedio, durante el periodo experimental en los diferentes tratamientos.



**Figura 3.** Número total de peces muertos por tratamiento

#### ix. Conclusiones

1. El estudio demostró que la suplementación del alimento con fosfato de ácido ascórbico, reduce la incidencia de flavobacteriosis, la tasa de mortalidad, incrementa la ganancia de peso semanal y total, mejora la conversión alimenticia y la relación beneficio–costo.

2. El Betaglucán presentó también efectos favorables sobre el cultivo debido a que disminuye la presencia de enfermedades, mejora la sobrevivencia e incrementa las ganancias de peso. Sin embargo desde el punto de vista comparativo, el fosfato de ácido ascórbico registró ventajas sobre los índices productivos y económicos en relación al Betaglucán.

3. La incorporación al balanceado de los inmunoestimulantes, fosfato de ácido ascórbico y  $\beta$ -glucán es efectiva mediante el método de impregnación.

4. El mejor tratamiento fue el T3 (600 mg de fosfato de ácido ascórbico) desde el punto de vista de sobrevivencia, menor porcentaje de enfermedades bacterianas y fúngicas, mayores ganancias de peso, mejor conversión alimenticia y relación beneficio-costos. El T3 fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos en las variables señaladas.

#### x. Recomendaciones

1. Incluir en el balanceado comercial de trucha arcoíris (*O. mykiss*), la adición de 600mg de fosfato de ácido ascórbico con el fin de mejorar los parámetros productivos de

sobrevivencia, ganancia de peso, conversión alimenticia y rentabilidad, en la explotación intensiva y superintensiva de esta especie íctica.

2. Evaluar el efecto de otros inmunoestimulantes como la adición al alimento de megadosis de los minerales Fe, Zn o de la sustancia levamisole con el fin de optimizar el manejo industrial de trucha arcoíris (*O. mykiss*).

b. Evaluación comparativa de antibióticos tipo florfenicol, antisépticos y ácido ascórbico en el manejo preventivo de la flavobacteriosis de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en cultivos superintensivos en raceways

## **i. Metodología**

### **1. Localización**

El ensayo se realizó en la Piscifactoría El Diviso Ltda., la cual se encuentra ubicada en la vereda San Ignacio a 17 km al nororiente de la ciudad de Popayán-Cauca, sobre el flanco occidental de la cordillera Central y a 76° 31' 10" de longitud Oeste de Greenwich y 2° 21' 45" de latitud Norte, a 2196 m.s.n.m. La temperatura promedio es de 18,4 °C, precipitación de 172,9 mm, humedad relativa de 84%, brillo solar de 123 horas, tensión de vapor 17,5M bares y nubosidad de 5.8 horas, correspondiendo a un piso térmico frío húmedo (Castaño, et al. 2004).

### **2. Instalaciones y equipos**

El ensayo se realizó en dieciocho estanques, construidos en concreto, de 4 m de largo por 1 m de ancho, 2% de pendiente y profundidad promedio de la columna de agua de 0,70 m, con capacidad útil de tres metros cúbicos cada uno, con entrada de agua mediante sistema de libre caída por canal abierto. El aforo de agua de cada estanque se mantuvo a 8,5l/s.

### **3. Ejemplares y periodo de estudio**

Se evaluaron 180.000 alevinos de trucha arcoíris (*O. Mykiss*) de 65 días de edad con peso promedio de 1.0 gramo (+/-) y talla aproximada de 2,5 cm (+/-). Estos alevinos eclosionaron en la empresa a partir de ovas importadas de una compañía comercial americana. El trabajo de campo se desarrolló durante 16 semanas, periodo durante el cual se completa la fase de alevinaje de la trucha arcoíris (*O. Mykiss*).

### **4. Plan de manejo**

a. Estanques. Para el inicio del trabajo, los estanques se estregaron y lavaron, con cepillos y agua, se desinfectaron con amonio cuaternario en dosis de 300 ppm, mediante una bomba de aspersion, con el fin de eliminar posibles patógenos. Posteriormente se encalaron en dosis de 250 g/m<sup>2</sup> y se dejaron vacíos tres días. Transcurrido este tiempo se llevaron y se sembraron los ejemplares.

b. Alimentación. En todos los tratamientos se alimentaron a los alevinos con un concentrado comercial de 53 % de proteína, suministrando el 8.2 % del peso vivo diariamente, dividido en 16 raciones diarias durante la primera semana, luego se ajustó el porcentaje del alimento, según el peso promedio de los alevinos calculados en los muestreos.

c. Caracterización. Se efectuaron frotis húmedos de las lesiones de los alevinos para la visualización directa del *Flavobacterium* sp. con un microscopio con objetivo 40X. El diagnóstico confirmativo se llevó a cabo asilando e identificando la bacteria en el medio de Tyes modificado.

## 5. Tratamientos

Se evaluaron 180.000 ejemplares distribuidos en seis tratamientos de 30.000 ejemplares cada uno y tres replicas por tratamiento, en un Diseño Irrestrictamente al Azar (D.I.A.) según el plano de campo correspondiente. Los tratamientos se denominaron de la siguiente forma:

T0. Balanceado comercial sin medicamento.

T1. Balanceado comercial, adicionado con 600 mg de fosfato de ácido ascórbico por kg de alimento suministrado durante 10 días.

T2. Balanceado comercial, fortificado con 1,5 g de Florfenicol por kg de alimento, proporcionado durante 10 días.

T3. Baños de inmersión en una solución de Amonio Cuaternario en dosis de 1 ppm durante 10 minutos, por diez días consecutivos.

T4. Baños de inmersión en una solución de Amonio Cuaternario en dosis de 1 ppm, simultáneamente se suministró balanceado comercial medicado con Florfenicol en dosis de 1,5 gramos por kilogramo de alimento durante 10 días.

T5. Baños de inmersión en una solución de Methylbenesulfonamida sódica en dosis de 5 mg / l de agua durante 10 minutos, por diez días consecutivos.

## 6. Variables evaluadas

- Número de patologías causadas por flavobacteriosis
- Porcentaje de mortalidad
- Conversión alimenticia (CA)

## 7. Presentación y discusión de resultados

### a. Variables evaluadas

El análisis de varianza estableció que al menos una de las variables estudiadas, registró diferencias significativas con un 95% de confianza, lo cual permite aceptar la hipótesis alternativa.

- i. Porcentaje de mortalidad pre y post-tratamiento. La estimación del porcentaje de mortalidad se realizó con base en los registros diarios de recolección de los ejemplares muertos, la cual se efectuó en todos los estanques objeto de estudio (Tabla 1). El análisis de varianza ( $P < 0,01$ ) detectó que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Además la prueba de significancia de Tukey con un 95% de confiabilidad, ( $P < 0,05$ ) estableció que el tratamiento 2, el cual corresponde a balanceado comercial + 1,5 g de Florfenicol por kg de Balanceado, y el tratamiento 4, que corresponde a baños de inmersión en una solución de Amonio Cuaternario en dosis de 1 ppm, mas balanceado comercial medicado con Florfenicol en dosis de 1,5 gramos por kilogramo de alimento, presentaron mejor resultado con un porcentaje de mortalidad del 6,1 y 4,9% respectivamente con respecto a los demás tratamientos que no registraron diferencias estadísticas significativas. En consecuencia la adición del antibiótico al alimento y/o conjuntamente con los baños del antiséptico reducen la mortalidad en alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*).

**Tabla 1.** Resultados promedio del número de ejemplares muertos pre y post-tratamiento

Tratamiento	T0**	T1**	T2**	T3**	T4**	T5**
Replica	%	%	%	%	%	%
R1	12,14	10,62	6,11	7,38	4,97	7,32
R2	10,01	9,61	6,40	7,66	5,26	7,57
R3	9,8	9,10	5,81	7,50	4,67	7,06
Total	10,65	9,67	6,1	7,52	4,96	7,31

\*\*Presentó diferencias estadísticas altamente significativas, de acuerdo con la aprueba de varianza, ( $P \leq 0,001$ ).

- ii. Número de patologías. La identificación de las diversas enfermedades que se presentaron durante el periodo experimental, se realizó mediante el examen clínico de los ejemplares muertos, detallando el lugar de la lesión aparente, lo cual se registró diariamente en un formato.

La mayoría de ejemplares, no presentaron sintomatología externa y/o interna, esto coincide con Anderson y Conroy (1989), quienes aislaron dos cepas de *F. Columnaris* con virulencia distinta. El primer grupo de baja virulencia produce una condición crónica y la muerte ocurre luego de un daño extenso del tejido superficial; el segundo grupo de alta virulencia produce una enfermedad fatal, casi asintomática, la cual resulta de una invasión sistémica rápida por el patógeno.

La sintomatología externa de los peces con flavobacteriosis se caracterizaba por necrosis del pedúnculo y erosión de las aletas. Al progresar la infección a la base de la aleta, se desintegra la piel y el músculo por acción de las enzimas proteolíticas hasta exponer la espina dorsal. Frecuentemente, los peces enfermos tienen el abdomen distendido y lleno de líquidos, y exoftalmia bilateral.

En algunos ejemplares se observó nado errático debido a necrosis del tubo neural. En varios ejemplares, se realizó frotis húmedo de las distintas lesiones de los alevinos con el fin de confirmar el agente etiológico.

Se enviaron muestras al laboratorio de ictiopatología de la Universidad Nacional para histopatología, constatando zonas hemorrágicas en bazo, infiltración leucocitaria, hipertrofia de las lamelas y necrosis de los epitelios en branquias.

- iii. Conversión del alimento (CA). La conversión del alimento (CA) durante el periodo experimental para el tratamiento 0 fue de 1,08, para el tratamiento 1 de 1,02, para el tratamiento 2 de 1,06, para el tratamiento 3 de 1,02, para el tratamiento 4 de 1,06 y para el tratamiento 5 de 1,08 (Tabla 2). El factor de conversión del alimento (FCA) fue estadísticamente semejante entre los distintos tratamientos ( $P > 0,005$ ) por lo tanto la aplicación de los tratamientos no afecta esta variable.

**Tabla 2.** Conversión del alimento (CA), para los 6 tratamientos y sus réplicas.

Tratamiento	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Replica	CA	CA	CA	CA	CA	CA
R1	1,09	1,01	1,04	1,02	1,06	1,07
R2	1,07	1,02	1,04	1,03	1,08	1,08
R3	1,08	1,03	1,08	1,01	1,04	1,09
Promedio	1,08	1,02	1,06	1,02	1,06	1,08

## 8. Conclusiones

a. La aplicación del antibiótico florfenicol en el balanceado y/o conjuntamente con un desinfectante a base de amonio cuaternario disminuyen la incidencia de flavobacteriosis durante la fase de alevinaje en condiciones de cultivo suuperintensivo en alevinos de trucha arcoíris (*O. Mykiss*).

b. Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) en las variables: Porcentaje de mortalidad pre y post-tratamiento, Número de patologías, Conversión alimenticia, Incremento periódico de peso y Consumo entre los tratamientos.

c. La tasa de mortalidad fue menor en el T4. Igualmente este tratamiento reportó los mejores incrementos de peso y conversión alimenticia adecuada.

d. Las lesiones histopatológicas causadas por flavobacteriosis en branquias, se caracterizaron por hipertrofia de las lamelas, necrosis de los epitelios de los conductos aferentes y eferentes e infiltración leucocitarias y congestión de los vasos sanguíneos.

## 9. Recomendaciones

a. Controlar la flavobacteriosis durante la fase de levante con un alimento comercial adicionado con florfenicol, a dosis de 1,5 gramos por kilogramo de alimento simultáneamente con baños de inmersión a los 41 y 85 días con amonio cuaternario en dosis de 1ppm para el control de brotes de flavobacteriosis sp. en alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*).

## 10. Referencias

Ainsworth, A.  $\beta$ -Glucán inhibitable zymosan receptor on Channel catfish neutrophils. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 41: 141-152p. 1994.

Anderson, J. and Conroy, O. The pathogenic myxobacteria with special references to fish diseases. Reino Unido : *J.Appl. Sact.*, 32, 30-39p. 1989.

Castaño, N. Et al. Plan de ordenamiento y manejo de la subcuenca hidrográfica del río de las piedras. Popayán: Corporación Autónoma Regional del Cauca., 130p. 2004.

Chen, D And Ainsworth A. Glucán administration potentates immune defence mechanisms of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque. *Journal of Fish Diseases* 15: 295-304. 1992.

Durve, V and Lovell, T. Vitamin C and disease resistance in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 948-951. 1982.

Jeney G and Anderson D. Glucan injection or bath exposure given alone or in combination with a bacterin enhance the non-specific defence mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 116: 315–329p. 1993.

Klesius, P. Carrier state of channel catfish infected with *Edwardsiella ictaluri*. *Journal of aquatic Animal Health* 4: 227–230p. 1992a .

Klesius, P. Immune system of channel catfish: an overture on immunity to *Edwardsiella ictaluri*. *Annual Review of Fish Diseases* pp. 325–338. 1992b.

Levine, M., Morita, K., Heldamn, E and Pollaroid, H. Ascorbic acid regulation of norepinephrine miosynthesis in isolated. Chromaffin granules from bovine adrenal medulla. *J Biol chem.* 260 (29). 1985.

López, J. Nutrición Acuicola. Editorial Universitaria. Universidad de Nariño. Pasto. 211p. 1997.

Molina, C y Rodríguez J. Efectos combinados de las vitaminas C y E dietéticas, en la inmunorespuesta del juvenil *Litopenaeus vannamei* antes y después de la suplementación con glucanos. *Boletín informativo, Cenaim.* 2001.

Navarre, O and Halver, J. Disease resistance and humoral antibody production in rainbow trout fed high levels of vitamin C. *Aquaculture*, 79: 207-221. 1989.

Plumb, J. Health maintenance of cultured fishes. Principal microbial diseases. CRC press. Boca Raton, FL 254pp. 1994.

Robertsen, B., Roerstad, G., Engstad, R and Raa, J. Enhancement of nonspecific disease resistance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. by a Glucan from *Saccharomyces cerevisiae* cell Walls. Journal of Fish Diseases 13: 391–400p. 1990.

Sandnes, K. Studies on vitamin C in fish nutrition. University of Bergen Department of Fisheries and Marine. Biology. 3-398p. 1991.

Siwicki, A. Immunomodulating activity of levamisole in carp spawners, *Cyprinus carpio* L. Journal of Fish Biology 31: 245-246p. 1987.

Siwicki, A., Anderson, D and Dixon, O. In vitro immunostimulation of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* spleen cells with levamisole. Developmental and Comparative Immunology 14: 231–237p. 1990.

Siwicki, A., Anderson, D and G- L. Rumsey. Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects nonspecific immunity and protection against furunculosis. Veterinary immunology and Immunopathology 41: 125–139p. 1994.

Triviño, A. Evaluación del efecto del  $\beta$ - Glucán de *Saccharomyces cerevisiae* en camarones *Litopenaeus vannamei* afectados por el síndrome viral de la mancha blanca (WSSV) bajo condiciones de laboratorio en la ensenada de Tumaco. Universidad de Nariño. Ingeniería en Producción Acuícola. Tesis de grado. 136p. 2001.

Yano, T., Mangidaar, R and Matsuyama, H. Enhancement of the resistance of carp *Cyprinus carpio*, to experimental *Edwardsiella tarda* infection, by some B –1, 3–glucans. Nippon Suisan Gakkaishi 55: 1815-1819p. 1989.