

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE TRES DIETAS CONSTITUIDAS POR LA
MEZCLA DE BALANCEADO COMERCIAL DE 43% DE PROTEÍNA,
TENEBRIOS Y LARVAS FORRAJERAS, DURANTE LA FASE DE
LARVICULTURA DE ARAWANA PLATEADA (*Osteoglossum bicirrhosum*).**

**LADY JOHANA MEZA BOTINA
DAYRA DALILA TORRES DE LA CRUZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2014**

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE TRES TIPOS DE DIETAS CONSTITUIDAS
POR LA MEZCLA DE BALANCEADO COMERCIAL DE 43% DE PROTEÍNA,
TENEBRIOS Y LARVAS FORRAJERAS, DURANTE LA FASE DE
LARVICULTURA DE ARAWANA PLATEADA (*Osteoglossum bicirrhosum*).**

**LADY JOHANA MEZA BOTINA
DAYRA DALILA TORRES DE LA CRUZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero en Producción Acuícola modalidad tesis**

**Director trabajo de grado
JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS
D.M.V.Z., Esp.,M.Sc.,Ph.D**

**Asesor Estadístico
MARCO ANTONIO IMUES FIGUEROA
Zoot, Esp, MSc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en esta tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS
D.M.V.Z., Esp., M.Sc., Ph.D
Director trabajo de grado

ALBA LUCY ORTEGA SALAS
M. Sc., Administración y Competitividad
Ing. Producción Acuícola
Jurado Delegado

VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES
Bióloga Marina
Jurado

AGRADECIMIENTOS

Expresamos los más sinceros agradecimientos:

JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS	D.M.V.Z., Esp., M.Sc., Ph.D
ALBA LUCY ORTEGA SALAS	M. Sc, ; Administración y competitividad Ingeniera en Producción Acuícola, Docente de la facultad de ciencias pecuarias Universidad de Nariño
VILMA YOLANDA GÓMEZ NIEVES	Bióloga Marina Docente de la facultad de ciencias pecuarias Universidad de Nariño
WILLIAM MAURICIO REJINFO VELASCO	Director General CORPOAMAZONIA
MAURICIO VALENCIA SEPÚLVEDA	Sub Director Administrativo Ambiental CORPOAMAZONIA
RUTH DAYANA LUCERO SALCEDO	Ingeniera en producción acuícola M Sc
MARCO ANTONIO IMUÉS FIGUEROA	Zootecnista Esp., M.Sc. Profesor de la Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño.

MARIO DAVID DELGADO GOMÉZ	Ingeniero en Producción Acuícola Docente facultad de ciencias pecuarias Universidad de Nariño
GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVÁEZ	Ingeniera en Producción Acuícola Esp. Técnica Química. Laboratorio de bromatología Universidad de Nariño
PEDRO JOSÉ PALACIOS PALACIOS	Ingeniero en Producción Acuícola
PIEDAD MEJÍA SANTACRUZ	Secretaria del departamento de Recursos Hidrobiológicos Universidad de Nariño
OSCAR MEJÍA SANTACRUZ	Economista Auxiliar del Centro de documentación especializada del Departamento de Recursos Hidrobiológicos
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLO	Zootecnista Esp. Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Pecuarias
JHON MENESES ROSERO	Ingeniero en Producción Acuícola
KATHERINE DAYANA MEZA BOTINA	Ingeniera en Producción Acuícola

A la corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia CORPOAMAZONIA, por la financiación de este proyecto. Todo el personal del Centro Experimental Amazónico por su colaboración.

A la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA) por el suministro del material Biológico.

Al Instituto de investigaciones amazónicas SINCHI por el suministro de material Biológico.

Al Programa de Ingeniería en Producción Acuícola y todo el personal que colaboro de una forma u otra durante el desarrollo de esta investigación.

Dedicatoria:

Agradezco inmensamente a Dios por guiarme y cumplir los anhelos de mi corazón, porque nunca estuve sola gracias a su inmenso amor.

A mis padres Marlene Botina y Ángel Meza por todo su esfuerzo incansable, apoyo y enseñanzas, que me ayudaron a lograr una meta más en mi vida, enseñándome a superar las dificultades, Gracias por creer en mí.

A mis hermanas Katherine Meza que fue mi apoyo durante el trayecto en la Universidad amiga y consejera, a Melanie Meza por ser esa motivación especial y sincera.

A mis padres espirituales que nunca me dejaron sola, y me enseñaron a confiar ciegamente en mi Padre celestial gracias por su dedicación.

A todas las personas que se cruzaron en mi vida durante esta etapa porque cada una me ayudo alcanzar este logro, a mis profesores, y mis compañeros por compartir sus conocimientos y experiencias con mígo.

A la bendición más grande de mi vida que me motivo cada día desde que llegó a mi vida Ángela gracias por ser la fuerza que me impulsa a Salir adelante.

Johanna Meza

Dedicatoria:

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

De igual forma, dedico esta tesis a mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi mamita Gílma por creer en mí y por ser ese ángel celestial que el todo poderoso puso en mi camino para ser realidad este sueño.

A mis tías quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en una profesional.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	21
2.	OBJETIVOS	23
2.1.	OBJETIVO GENERAL	23
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3.	MARCO REFERENCIAL	24
3.1.	Generalidades de la especie	25
3.1.1	Clasificación taxonómica	25
3.1.2	Distribución y hábitat	25
3.1.3	Captura y comercialización	26
3.1.4	Hábitos alimenticios	26
3.1.5.	Fases de desarrollo	29
3.1.6	Requerimientos nutricionales	30
3.1.6.1	Nivel proteico	31
3.1.6.2	Vitaminas	31
3.1.6.3	Lípidos	32
3.1.6.4	Carbohidratos	32
3.2	Principales insectos utilizados como alimento vivo	33
3.2.1	Clasificación taxonómica	33
3.2.2	<i>Tenebrio Mollitor</i> generalidades de la especie	33
3.2.3	Ciclo de vida	35
3.2.4	El tenebrio como alimento	35
3.2.5	Mantenimiento de las larvas de tenebrios	36

3.2.6	Peces forrajeros	36
3.2.6.1	Tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>)	36
3.2.6.2	Clasificación taxonómica	37
3.2.6.3	Generalidades de la especie	37
4	MATERIALES Y MÉTODOS	38
4.1	LOCALIZACIÓN.	38
4.2	MATERIAL BIOLÓGICO.	38
4.3	INSTALACIONES Y EQUIPOS.	39
4.4	MATERIALES EQUIPOS E INSUMOS	39
4.4.1.	Insumos	40
4.4.2	Equipos	40
4.5	PERIODO DE ESTUDIO.	40
4.6	PLAN DE MANEJO	40
4.6.1	Lavado y desinfección	40
4.6.2	Adecuación las unidades experimentales.	40
4.6.3.	Aclimatación y siembra	41
4.6.4	Parámetros fisicoquímicos	41
4.6.5	Muestreos	42
4.6.6	Sifoneo y recambio de agua	43
4.6.7	Alimentación	43
4.6.8	Alimento y alimentación	43
4.6.9	Preparación de las dietas	44
4.6.9.1	Cultivo de tenebrios	44

4.6.9.2	Mantenimiento de larvas forrajeras	45
4.7	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
4.7.1	Tratamientos	46
4.7.2.	Formulación de hipótesis	46
4.7.3	Hipótesis nula	46
4.7.4	Hipótesis alterna	46
4.7.5	Diseño experimental y análisis estadístico	46
4.8	VARIABLES	47
4.8.1	Tasa de supervivencia	47
4.8.2	Incremento de peso	47
4.8.3	Incremento de talla	48
4.8.4	Conversión alimenticia aparente	48
4.8.5	Tasa de crecimiento simple	48
4.8.6	Análisis de relación beneficio-costo	49
5.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
5.1.	ADAPTACIÓN	50
5.1.1	Incremento de peso	51
5.1.2	incremento de longitud	53
5.1.3.	Conversión Alimenticia Aparente	55
5.1.4	Tasa de crecimiento simple	56
5.1.5	Supervivencia	57
5.1.6	Análisis parcial de costos	58
5.2	Parámetros fisicoquímicos del agua.	60

6..	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
6.1.	CONCLUSIONES	61
6,2	RECOMENDACIONES	61
7.	BIBLIOGRAFÍA	63
8.	ANEXOS	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Protocolo de acostumbramiento a dieta seca.	28
Tabla 2. Contenido nutricional de (<i>Tenebrio molitor</i>)	35
Tabla 3. Ajuste en el suministro de alimento durante el periodo experimental.	43
Tabla 4. Incremento diario de peso (g) e incremento total durante el periodo experimental en los diferentes tratamientos.	53
Tabla 5. Análisis parcial de costos	58
Tabla 6. Resumen del cálculo de la relación beneficio/costo	59
Tabla 7. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos durante el estudio	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Larvas de arawana plateada	26
Figura 2. Larva de tenebrio	35
Figura 3. Localización E.R.H. en el Centro experimental Amazónico	40
Figura 4. Distribución de unidades experimentales	41
Figura 5. Adecuación de divisiones para unidades experimentales	42
Figura 6. Recepción y aclimatación larvas de arawana plateada	43
Figura 7. Muestreo de variables morfo métricas de arawana plateada	44
Figura 8. Mantenimiento de cultivo de tenebrios	46
Figura 9. Incremento de peso durante el periodo de estudio	51
Figura 10. Incremento de talla durante el periodo de estudio	55
Figura 11 Conversión Alimenticia Aparente durante el periodo experimental.	56
Figura 11 Tasa de crecimiento simple por tratamientos.	57
Figura 16. Supervivencia durante el periodo de estudio	57
Figura 17. Relación beneficio costo por tratamiento	59

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Registro de los valores de peso y talla promedios	69
Anexo B. Monitoreo parámetros fisicoquímicos para una hora durante todo el periodo de estudio. Tratamiento 1.	71
Anexo C. Monitoreo parámetros fisicoquímicos para una hora durante todo el periodo de estudio. Tratamiento 2	74
Anexo D. Monitoreo parámetros fisicoquímicos para una hora durante todo el periodo de estudio. Tratamiento 3.	78
Anexo E. Comparaciones Múltiples para peso inicial por Tratamiento	81
Anexo F. Comparaciones Múltiples para Talla inicial por Tratamiento	81
Anexo G. Análisis de varianza para incremento de peso.	81
Anexo H. Comparaciones Múltiples para Incremento de peso por Tratamiento	82
Anexo I. Análisis de varianza para incremento de Talla	82
Anexo J. Comparaciones Múltiples para incremento de Talla por Tratamiento	82
Anexo K. Resumen estadístico para incremento de peso	82
Anexo L. Gráfico para incremento de peso	83
Anexo M. Resumen estadístico para incremento de longitud	83
Anexo N. Gráfico para incremento de talla	83
Anexo O. Análisis de varianza para Tasa de crecimiento simple	84
Anexo P. Comparaciones Múltiples para Tasa de crecimiento simple	84
Anexo Q. Resumen estadístico para Tasa de crecimiento simple	84
Anexo R. Conversión Alimenticia	84
Anexo S. Supervivencia prueba de Brand-Snedecor	85

Anexo T. Comportamiento de la temperatura promedio durante el periodo de estudio.	85
Anexo V. Comportamiento del pH durante el periodo de estudio	86
Anexo W. Comportamiento de la temperatura promedio durante el periodo de estudio.	86
Anexo X. Mantenimiento cultivo de tenebrios.	87

GLOSARIO

ARAWANA: especie íctica de superficie de escamas, con cuerpo alargado y comprimido lateralmente, que tiene como característica importante el gran tamaño de su aleta anal, la cual ocupa gran parte de la longitud del individuo. Posee boca grande e inclinada con pequeños dientes filosos, lengua ósea y dos cirros o barbillas en su mandíbula.

TENEBRIO: escarabajo que se alimenta básicamente de cereales, también se le conoce como; gorgojo negro; escarabajo molinero. Este organismo puede ser utilizado como alimento vivo en su etapa larvaria, y distribuido en forma de harina.

DIETA: alimento que se suministra a un animal y proporciona todos los nutrientes de acuerdo a la especie, fase fisiológica, estado de salud y condiciones de manejo.

LARVA: estadio de desarrollo el cual comprende la eclosión y la aceptación de la primera alimentación Exógena.

POST-LARVA: estadio comprendido entre la aceptación de la primera alimentación exógena y la fase de alevino.

ESPECIE NATIVA: especie propia que habita en un lugar, región o país, también denominada autóctona.

BIOMASA: cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie o volumen por organismos de una especie en particular.

ESPECIES ORNAMENTALES: son aquellos ejemplares vivos de la ictiofauna, que por su belleza, colorido o rareza se capturan o cultivan con fines decorativos.

BALANCEADO COMERCIAL: alimentos elaborados en pellets extrudizados flotantes y sumergibles, con un porcentaje de proteína que depende de la especie íctica etapa fisiológica y fase de cultivo.

ADAPTACIÓN: cambio gradual de suministro de alimento vivo a dieta artificial.

RESUMEN

La investigación, se desarrolló de junio a septiembre de 2013 en las instalaciones de la Estación de Recursos Hidrobiológicos para la Amazonia (ERHA) del Centro Experimental Amazónico (CEA)¹, el cual se encuentra ubicado en la vereda San Carlos a 8,0 km de Mocoa, vía Villagarzón, departamento del Putumayo, al suroccidente de Colombia, con coordenadas; 1°12' 23" de latitud norte y 76° 36' 11" de longitud oeste, a 530 m.s.n.m, temperatura promedio de 24°C, brillo solar de 822 horas / año y humedad relativa de 80%.

Se levantaron en tanques de 1000 L, 180 larvas de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*), de 20 días de edad provenientes del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) y la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA), con una talla inicial promedio de $4,70 \pm 0,18$ cm y peso promedio de $0,88 \pm 0,06$ g. Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA) conformado por tres tratamientos y cuatro réplicas, de tal manera que 15 larvas constituían una unidad experimental, distribuidos así:

T1: 50% balanceado comercial más 50% larvas forrajeras

T2: 50% balanceado comercial más 50% tenebrios

T3: 50% balanceado comercial más 25% larvas forrajeras y 25% tenebrios

Se determinaron las variables incremento de peso, talla, tasa de crecimiento simple, conversión alimenticia, porcentaje de supervivencia y análisis parcial de costos en cada uno de los tratamientos.

Los resultados demostraron que el tratamiento T1 fue estadísticamente superior ($p < 0,05$), con respecto a las variables: incremento de peso ($3,52 \pm 0,592$ g), aumento de talla ($5,6 \pm 0,169$ cm), tasa de crecimiento simple (1,46%) y conversión alimenticia (2,13.) La supervivencia según la prueba de Brand-Snedecor no detectó diferencias estadísticas ($p > 0,05$), entre los tratamientos. El análisis costo - beneficio, comprobó que los tres tratamientos son económicamente viables con valores de 1,27 para T1 el T2 1,41 y el T3 1,44 respectivamente.

¹ Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia – CORPOAMAZNIA. Centro Experimental Amazónico. Centros Experimentales [online]. (Putumayo – Colombia), 2002 (citado el 14 de mayo de 2014). Disponible en internet: http://www.corpoamazonia.gov.co/ce_mocoa.htm

ABSTRACT

The present investigation developed between the months of June to September 2013 on the premises of the station of aquatic resources for the Amazon

(ERHA) Experimental Center of the Amazon (CEA), which is located in the village of San Carlos to 8.0 km from the city of Mocoa via Villagarzón Putumayo in southwestern Colombia, coordinates; 1 ° 12 'north latitude and 76 ° 36' W, 530 m, average temperature of 24 ° C, a solar brightness of 822 hours / year and a relative humidity of 80%.

Were analyzed 180 larvae arawana silver (*Osteoglossum bicirrhosum*) from the Amazon Institute of Scientific Research (SINCHI) located in the department of Leticia and farmers association of Caquetá (ACUICA); Florence over period a 6 week With an average initial size of 4.70 ± 0.18 cm and an average weight of 0.88 ± 0.06 g of age 20 days, unrestrictedly randomized design (DIA) consists of three treatments and four replicates, was used each experimental unit was composed of 15 larvae in plastic tanks of 1000 L; follows

T1: 50% commercial feed more 50% forage larvae

T2: 50% commercial feed more 50% mealworms

T3: 50% commercial feed more 25% forage larvae y 25% mealworms

Variables were determined increase in weight, height, simple growth rate survival rate and partial cost analysis in each of the treatments.

The results showed that the T1 treatment statistically superior ($p < 0.05$) with respect to the variables: weight gain (3.52 ± 0.592 g), length gain (5.6 ± 0.169 cm), simple growth rate (1.46%) and feed conversion (2.13.) Survival by Brand-Snedecor test did not detect statistical differences ($p > 0.05$) between treatments. The cost - benefit analysis, found that the three treatments are economically viable with values of 1.27 for T1 T2 T3 1.41 and 1.44 respectively.

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca amazónica es una de las áreas con mayor biodiversidad ictiológica del mundo y dispone de gran variedad de especies hidrobiológicas de importancia comercial, por lo que su captura con diferentes artes de pesca ha impactado drásticamente las poblaciones naturales². En los últimos años, el aprovechamiento y el mercadeo de peces ornamentales, se han convertido en actividades importantes para la economía Colombiana, a tal punto que el país es uno de los principales exportadores de Suramérica, alcanzando cifras cercanas a los 7 millones de dólares representados por 25 millones de individuos comercializados anualmente, principalmente aquellas con alta demanda en los mercados nacionales e internacionales como Estados Unidos y Asia.

EL Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, asegura que: “La arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) constituye un recurso de mayor importancia para las explotaciones colombianas de peces ornamentales, siendo comercializadas cerca de 300.000 larvas en el año 2007³. Mojica et al. 2013⁴, asegura que el excelente precio que alcanza en el mercado internacional (US \$2,5 a US \$3 larva) y la creciente demanda del mercado Asiático, han generado una enorme presión pesquera sobre las poblaciones naturales de esta especie endémica de la Amazonia, que actualmente está reportada como especie vulnerable; sin embargo se continúan extrayendo y exportando bajo modelos que tienden a la extinción o deterioro significativo de las poblaciones naturales.

Existen diferentes especies hidrobiológicas promisorias, que pueden ser estudiadas y requieren la investigación de un protocolo de manejo adecuado, generando un aprovechamiento sostenible y sustentable. La arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) es una especie de interés para el consumo y con fines ornamentales durante las primeras fases de desarrollo. El desconocimiento de la biología reproductiva de la especie, ocasiona la disminución de las poblaciones naturales, al realizar colectas inadecuadas de las larvas sacrificando a los padrotes indiscriminadamente.

²SOSTENIBLE, Biocomercio; BIOLÓGICOS, Recursos. Información básica sobre el mercado mundial de Peces Ornamentales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt. Bogotá-Colombia, 2002, vol. 4, p. 4-15.

³ EL, COMPORTAMIENTO DE LA PESCA EN. Sistema de información de pesca y acuicultura. BOLETIN MENSUAL, 2010. P 28

⁴ MOJICA, J. Peces de la cuenca del río Ranchería, La Guajira, Colombia. *Biota Colombiana*, 2013, vol. 7, no 1, p. 129-142.

En Colombia, existen metodologías básicas para la reproducción en cautiverio adelantadas por la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA): Sin embargo, es necesario incorporar nuevos elementos tecnológicos que permitan generar procesos sostenibles y eficientes en los sistemas productivos asociados principalmente al levante de la semilla⁵. El éxito de una producción, se inicia con la implementación exitosa de procesos reproductivos e incremento de la tasa de sobrevivencia de las larvas.

Es necesario desarrollar líneas de investigación, dirigidas a mejorar los sistemas de producción en cautiverio, que permitan fortalecer los programas de bioconservación y preservación de especies ícticas nativas amazónicas de importancia acuariofilica, para posteriormente estudiar la viabilidad de su comercialización, manteniendo un equilibrio en las poblaciones naturales.

Sin embargo, uno de los limitantes para la explotación de estos peces en condiciones de cautiverio, es la alta tasa de mortalidad que se registra durante las fases de larva y post larva. Debido al rechazo que tienen al balanceado comercial y su preferencia por el alimento vivo. Una de las estrategias para solucionar este problema, es la investigación sobre dietas mixtas constituidas por alimento natural y artificial en diferentes porcentajes de mezcla y tiempo de suministro. Por lo anteriormente expuesto, este ensayo se propuso analizar diferentes sistemas de alimentación en la fase de larvicultura de (*Osteoglossum bicirrhosum*), con el propósito de aumentar la supervivencia de los ejemplares y por ende la disponibilidad de semilla para fines ornamentales y preservación de este recurso mediante, la repoblación de los cuerpos de aguas naturales.

⁵ CARDENAS V., LOPEZ J.; Evaluación del efecto de la inclusión de prebióticos e inmunoestimulantes en un alimento comercial, en el crecimiento y supervivencia de alevinos de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en condiciones de laboratorio. Trabajo de grado, (Ingeniería en producción acuícola), Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola 2008 p.37

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de tres dietas constituidas por la mezcla de balanceado comercial de 43% de proteína, tenebrios y larvas forrajeras, durante la fase de larvicultura de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrosom*)

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la supervivencia de las larvas de Arawana plateada (*O. bicirrosom*) en los diferentes tratamientos experimentales
- Cuantificar los incrementos de peso y talla de las larvas de Arawana plateada (*O. bicirrosom*) en cada uno de los tratamientos durante el periodo de investigación
- Calcular la conversión alimenticia.
- Calcular la tasa de crecimiento simple.
- Realizar un análisis costo beneficio de los tratamientos.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. GENERALIDADES DE LA ESPECIE

Según Argumedo: “Las Arawanas hacen parte de la familia Osteoglossidae, la cual congrega un selecto grupo de peces óseos distribuidos en zonas tropicales de Suramérica, África, Asia y Australia, las especies pertenecientes a esta familia se caracterizan por la osificación de la lengua, que actúa como órgano accesorio para triturar el alimento”⁶.

El sistema de información de pesca y acuicultura⁷, señala que “Dentro de las especies que se explotan actualmente en Colombia, llaman en especial la atención dos ornamentales que pertenecen a la subfamilia Osteoglossinae de la familia Osteoglossidae: (*O. bicirrhosum*) y *O. ferreirae*, muy apreciadas especialmente en el mercado oriental. Esta especie se encuentra en la región de la Amazonía, reportándose en Colombia en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá”.

El cuerpo está cubierto por escamas de coloración parda a ligeramente amarilla, con reflejos iridiscentes. La cabeza es de color marrón oscuro a claro, con una amplia boca oblicua. El mentón, con dos barbillas cortas hacia adelante (proyectadas horizontalmente en la superficie del agua), las que probablemente tienen función táctil y para oxigenación cuando las condiciones de su medio se vuelven adversas. Sus escamas son cicloideas, es alargado y comprimido lateralmente con coloración gris metálica. Alcanza 1,2 metros de longitud total y 2,2 kg de peso, Se reproduce en la temporada de inicio de inundaciones y una baja fecundidad con reportes de 100 a 300 huevos por hembra.⁸

“La fecundación es externa y presentan cuidado parental con incubación bucal por parte de los machos. Habita en la columna superior del agua en zonas tranquilas como lagunas y áreas de inundación, alimentándose de insectos, peces y aves de pequeño porte.”⁹

⁶ARGUMEDO, TRILLERAS .Eric. Arawana, Manual para la cría y comercialización en cautiverio. Florencia, Colombia: FPAA y ACUICA. 2005, p.16-17

⁷ EL COMPORTAMIENTO DE LA PESCA EN. Sistema de información de pesca y acuicultura. BOLETIN MENSUAL, 2010. p 28

⁸LOS DELFINES, DE MANCO CAPAC Y.; DE, GRUPO DE MANEJO LOS TUCANES. PLAN DE MANEJO DE *Osteoglossum bicirrhosum* “arahuana” EN LA COCHA SHAHUINTO-YANAYACU RIO PACAYA-RNPS, p 12

⁹Sistema de información de pesca y acuicultura.Op. cit. p1

3.1.1. Clasificación taxonómica: según Vélez¹⁰ la ubicación taxonómica de la especie es:

Phylum: Cordados
Subphylum: Vertebrados
Clase: Osteoglossinae
Orden: Osteoglossiformes
Familia: Osteoglossidae
Género: Osteoglossum
Especie: *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli 1829)
Nombre común: Arawana, arahuana, arawana plateada, arawana silver.

Figura 1. Larvas de Arawana plateada



Fotografía registrada en las instalaciones del centro experimental amazónico

3.1.2. Distribución y hábitat. En Colombia se encuentra en los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá, Vichada, y Bitá, es un pez de movimientos lentos y suaves. Vive en aguas, a temperaturas de 24 a 30°C y pH de 6.7 a 7.2. Según el catálogo de biodiversidad de Colombia, la arawana habita en aguas negras y blancas de los ambientes lagunares de la Amazonia, la Orinoquia¹¹.

Algunos autores mencionan, que se han encontrado ejemplares en zonas de los ríos Vichada, Tomo, pertenecientes a la Orinoquía, región de distribución de la Arawana azul, la cual es endémica de los mencionados ríos. Ambas especies

¹⁰ LANDINES, M.; SANABIRA, A.; VICTORIA, P. Producción de peces ornamentales en Colombia. INCODER. Bogotá, DC, 2007. p.10

¹¹ CATALOGO DE BIODIVERCIDAD EN COLOMBIA *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) Colombia. p.113-128

habitan el estrato superior de la columna de agua en zonas de aguas tranquilas como las lagunas y terrenos inundables, ricos en material vegetal como raíces, troncos y empalizadas, las cuales les proveen un refugio ideal ante sus posibles predadores. Por lo general frecuentan las orillas y zonas donde haya abundante vegetación en busca de insectos¹².

3.1.3. Captura y comercialización. En Colombia es posible encontrar dos especies *O. bicirrhosum* y *O. ferreirae* distribuidas en las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco. Ambas tienen un alto valor comercial, por ser consideradas los “peces dragón” suramericanos, característica que les ha hecho ganar gran prestigio en los acuarios del mundo entero¹³.

Se comercializa en dos grupos de tallas, las “larvas” de 4 – 6 cm y las “voladas” o alevinos con tallas entre 12 y 15 cm. Para obtener las larvas, es necesario capturar al macho incubante (con arpón o escopeta) y extraer las larvas de su boca, proceso en el que el macho muere. La mayor parte de las exportaciones de Colombia es de larvas, aunque un remanente de estos se deja crecer hasta que alcancen más o menos los 15 cm; no se llevan a una talla mayor, porque el precio no compensa la inversión requerida para su levante¹⁴.

La explotación y comercialización de las arawanas, beneficia económicamente a familias de pescadores en áreas donde la única fuente de empleo es la pesca. Los precios pagados al pescador por la unidad de arawana son más altos que los que se pagan por otras especies, alrededor de 5 dólares por unidad de larva durante la temporada en la Amazonía¹⁵. La arawana desempeña un papel importante en la economía regional. “De 1.700.000 unidades de peces movilizadas desde Leticia, 29% corresponde a esta especie, lo que genera a la región ingresos cercanos a 520 mil dólares”. Este dinero sostiene la economía familiar de pescadores, acopiadores e intermediarios durante casi seis meses del año¹⁶.

3.1.4. Hábitos alimenticios: la arawana es una especie omnívora con preferencia por los insectos y los peces. En individuos capturados en el bosque inundado durante la creciente y en el espejo durante la vaciante, se ha encontrado, a través del análisis del contenido estomacal, los siguientes ítems alimentarios: insectos

¹²LANDINES, M Op. Cit., p 7

¹³ ZÚÑIGA UPEGUI, Pamela Tatiana. Lineamientos de gestión ambiental para el control del tráfico ilícito de peces ornamentales dulceacuícolas de las cuencas Amazonas y Orinoco. 2010. p.13

¹⁴ LANDINES, M Op.it., p.2

¹⁵ Ibíd., p. 3

¹⁶ RODRIGUEZ C. Arawanas bien conservadas. Universidad nacional de Colombia. periódico, edición no.97. septiembre 2006, p 4

49%, peces 44% arañas 4% y crustáceos 3%. Además se encontró material vegetal, pero no constituye parte de la dieta del animal, sino que es un alimento casual, como consecuencia de la modalidad de captura de sus presas (Gómez., J. M., Tan. 2005)¹⁷ En el estado de alevinos se alimentan de larvas de mosquitos y otros organismos microscópicos.

De acuerdo con Landines¹⁸ tanto la Arawana azul como la plateada poseen un intestino corto, ojos y boca en posición superior y varias adaptaciones biológicas que las hacen eficientes saltadores, dando evidencia que se trata de peces carnívoros con tendencia insectívora, para suplir las exigencias nutricionales de estas larvas en ocasiones, es recomendable mantener cultivos de coleópteros del género *Brunchus* (escarabajo del maní) y/o peces forrajeros como los guppys. Los escarabajos (*Brunchus sp.*) son una excelente alternativa para lograr la adaptación al balanceado, debido a que se asemejan al balanceado comercial en color, forma y tamaño destacándose por permanecer en la superficie, el cual contiene en promedio 45% de proteína.

Landines¹⁹, comprobó que cuando se requiera variar la dieta es necesario un proceso de acostumbramiento, las arawanas son muy sensibles a los cambios bruscos de alimento, en este proceso se deben mezclar las dos raciones a la hora de suministrarlas. Los ejemplares en este estadio son bastante voraces pese a tener aún el saco vitelino; esta característica facilita el proceso de acostumbramiento a dietas secas, el cual se puede realizar fácilmente desde los primeros días de vida.

¹⁷ Gómez., J. M., Tan. PLAN DE MANEJO DE *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" EN LA COCHA SHAHUINTO – YANAYACU RIO PACAYA – RNPS 2005, p 5

¹⁸ Landines Op. Cit.

¹⁹ *Ibíd.*, p 3

Tabla 1. Protocolo de acostumbramiento a dieta seca.

Periodo de tiempo.	Combinación de alimento.
Semana 1	20% Gupys, 70% Escarabajos adultos, 10% Balanceado
Semana 2	20% Gupys, 50% Escarabajos adultos, 30% Balanceado
Semana 3	20% Escarabajos adultos, 80% Balanceado
Semana 4	100% Balanceado

Fuentes. LANDINES, M.; SANABIRA, A.; VICTORIA, P. Producción de peces ornamentales en Colombia. *INCODER. Bogotá, DC, 2007.*

Según López²⁰, La alimentación natural es producida directamente en los estanques; además, el alimento consumido por los organismos hidrobiológicos de cultivo, varía considerablemente según la especie, la edad y la fase de crecimiento.

En la fase de Larvicultura, el pez no ingiere alimento exógeno, nutriéndose a partir del saco vitelino, el cual se reabsorbe mayormente cuando más alta es la temperatura. Poco antes de reabsorber el saco vitelino, los peces levantados en confinamiento, se les inicia en la aceptación al alimento balanceado y es allí donde se presentan los mayores índices de mortalidad de las especies ícticas. Por esta razón el tamaño de la partícula alimenticia, debe estar acorde con el tamaño de la boca y del esófago, con el fin de lograr los mejores niveles de consumo.

Según Cárdenas y López²¹ las larvas de arawana en su fase inicial de crecimiento hasta la reabsorción del saco vitelino, cuando se convierte en alevín, periodo aproximadamente de un mes, se levantan en acuarios con el fin de llevar a cabo el proceso de adaptación al alimento balanceado; durante esta fase, se utiliza alimento comercial con niveles de proteína superior al 40 %, molido en partículas pequeñas adecuadas al tamaño de la boca de las larvas, mientras ellas empiezan

²⁰MACÍAS, Op. cit. 7.

²¹CARDENAS, V., LOPEZ, técnica de reproducción de especies ícticas nativas de la amazonia colombiana en la estación piscícola VAI Doncello Caquetá. Trabajo de pasantía (Ingeniería en producción acuícola), Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola 2008 p.34

a recibir el pellet con su tamaño normal. La frecuencia alimenticia debe estar entre seis a diez comidas diarias proporcionadas a voluntad.

Los mismos autores afirman que si las larvas son extraídas del macho incubante, cuando ya han reabsorbido el saco vitelino, la adaptación al alimento concentrado es un poco más complicada, puesto que ya no lo aceptan con facilidad, por lo que es necesario suministrar de manera constante alimento vivo producidos en los estanques de la misma estación. El alimento vivo debe capturarse mediante un arrastre o pesca con chinchorro, se recolectan y se llevan a tinas plásticas.

A partir del momento en que se consigue la adaptación, las presas vivas se convierten en un suplemento alimenticio, proporcionándoles de dos a tres veces por semana. La frecuencia de alimento con concentrado comercial se disminuye de tres a cuatro comidas diarias a voluntad, de igual manera y teniendo en cuenta que el manejo en la alimentación durante el levante, se facilita desde la total adaptación al pellet. Luego, los alevines de arawana se trasladan a piletas rectangulares subdivididas, esto permite un mejor control y observación del estado de salud de los peces, se debe utilizar aireación y entrada de agua constante. Los recambios de agua, se deben realizar cada día, mínimo del 50% del volumen total de agua. Cuando las larvas alcancen una talla promedio de doce a quince centímetros, están listas para la siembra en estanques de cultivo, los cuales deben poseer áreas pequeñas comprendidas entre los 200 y 300 metros cuadrados y una profundidad promedio de 80 cm. Esto con el fin de tener un mejor control en el desarrollo y sobrevivencia de los animales, pues en esta edad son susceptibles al ataque de depredadores principalmente aves.²²

3.1.5. Fases de desarrollo. Cala citado por Cuaical²³ y Vanegas, describe que la fecundación de las ovas es externa y una vez fecundados, el macho recoge los huevos y los mantiene en la boca, en donde son albergados en condiciones necesarias para su desarrollo. En compensación con el bajo número de alevinos producidos, el cuidado parental incrementa sus probabilidades de sobrevivencia.

El autor anteriormente citado determina los siguientes estadios larvales:

- **Estadio larvario 1.** En esta fase, las larvas son transparentes, miden aproximadamente 1,5 cm de longitud, el saco vitelino representa el 80% de su peso total. Carecen de movimiento y no son capaces de flotar ni nadar.
- **Estadio larvario 2.** Las larvas muestran pigmentación, miden aproximadamente 2,5 cm de longitud, el saco vitelino representa el 50% de su peso total; pueden flotar y nadar por pequeños periodos de tiempo.

²² CARDENAS, V., LOPEZ. Op. cit., p 35.

²³ CUAICAL Y VALLEJO E. Op. Cit. P. 33.

- **Estadio larvario 3.** La pigmentación es distintiva a la altura de la aletas laterales, mide aproximadamente 4 cm de longitud, el saco vitelino representa el 20% de su peso corporal y las larvas ya pueden flotar y nadar.
- **Alevino.** Denominado también “volador”. Son individuos con características similares a la larva 3, pero sin presencia del saco vitelino. Tienen pigmentación más notoria y miden aproximadamente 5cm de largo.

3.1.6. Requerimientos nutricionales. Pezzato citado por Meneses y Paz²⁴. Concluye que las exigencias nutricionales de los peces, están directamente relacionadas con la especie, fase de desarrollo, sexo, estado de maduración, sistema de producción, frecuencia de alimentación y calidad de las dietas. Así como también algunas condiciones del medio ambiente. De la misma manera, diferentes estudios relacionados con las condiciones nutricionales en peces, han demostrado que las dietas influyen directamente tanto en el comportamiento, estructura, salud, funciones fisiológicas, reproducción y el crecimiento del pez. Por lo tanto la calidad cuantitativa y cualitativa de los nutrientes esenciales, sería aquella que supla los requerimientos nutricionales de la especie, que la provea de la energía necesaria para todos sus procesos metabólicos, que le permita crecer y reproducirse de una manera óptima, que sea biodisponible, fácilmente digerible y asimilable y aquella en la que el gasto de energía para su adquisición, ingestión, y asimilación, sea el mínimo posible logrando, así que la calidad del producto final, sea la mejor, en el ámbito reproductivo y desarrollo en todas sus fases, logrando así bajos costos de producción.

Velazco et al. Citado por Meneses y Paz²⁵. Afirma que en la producción intensiva de especies tropicales como Arawana plateada, es necesario suministrar la cantidad y calidad del alimento en las primeras fases, y es considerado como factor crítico para el éxito de la producción intensiva

Toledo²⁶, afirma que de los alimentos ofrecidos, los peces deben obtener suficientes cantidades de nutrientes esenciales, necesarios para garantizar la normalidad de sus procesos metabólicos, asegurando un adecuado crecimiento, salud y reproducción de forma general, destacando la necesidad de 44 nutrientes

²⁴ MENESES., J, PAZ M, evaluación de los coeficientes de digestibilidad de dietas elaboradas con 10, 20 y 30% de hidrolizado de voceras de pescado en el alevinaje de Arawana plateada *Osteoglossum bicirrhosum*, VANDELLI (1829). anteproyecto (Ingeniería en producción acuícola), Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola 2012 p12

²⁵ Meneses y Paz Óp. Cit.,p 13

²⁶TOLEDO, Sergio José. Aspectos generales de la nutrición de peces, nuevas tendencias. En I seminario de acuicultura continental de especies de agua cálido –templadas.habana.cuba 2005. p3.

esenciales que incluyen agua, aminoácidos, energía, ácidos grasos, vitaminas minerales y carotenoides.

3.1.6.1. Nivel Proteico. Las proteínas constituyen el mayor componente de los tejidos orgánicos, llegando a representar hasta el 75 % con base en materia seca. Por lo tanto, los animales deben consumir proteínas, con el fin de llenar los requerimientos de aminoácidos. Estas son continuamente usadas por el animal, para formar tejidos nuevos, para crecimiento y en la reproducción o para el desgaste normal de los tejidos. Tacón y Cowey citado por Vergara et. al²⁷. Manifiestan que los peces necesitan un alto contenido de proteínas en su dieta, entre el 35 – 55 %, el mismo autor, cita a Dabrowski quien afirma que el requerimiento proteico varía según la especie y la fase de desarrollo, por consiguiente los peces carnívoros necesitan un mayor contenido en su dieta que los herbívoros, y dentro de la misma especie los peces más jóvenes necesitan una cantidad superior que los peces de mayor edad. Para Wilson y Halver citados por los mismos autores, una dieta deficiente en proteína, produciría una disminución en el crecimiento e incluso una pérdida de peso, debido a que los animales retiran proteínas de varios tejidos, con el fin de mantener las funciones de órganos vitales; sin embargo, López²⁸ asegura que el suministro de proteína en exceso de las necesidades nutricionales, será utilizado con fines energéticos.

3.1.6.2. Vitaminas. Según la FAO,²⁹ las vitaminas son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento y mantenimiento de la vida animal, la mayoría de las vitaminas no son sintetizadas, o si lo son, es a una tasa muy inferior, que no permite suplir los requerimientos. Las vitaminas difieren de los otros nutrientes principales (proteínas, lípidos y carbohidratos) en que estos no están químicamente relacionados unos con otros, existen en cantidades muy pequeñas, en las materias alimenticias de origen animal y vegetal y son requeridas por los animales en cantidades traza. López³⁰ asegura que los requerimientos vitamínicos de los peces, varían con distintos factores como son: especie, hábitos alimenticios, tamaño, velocidad de crecimiento, interrelación con los diversos nutrientes, condiciones medio ambientales, temperatura del agua, características de cultivo, respuesta al estrés y resistencia a enfermedades, además son similares a los animales terrestres.

²⁷ VERGARA, JOSÉ MANUEL; TABRAUE, Ricardo Haroun; HENRÍQUEZ, María Nieves González. Evaluación de impacto ambiental de acuicultura en jaulas en Canarias. Oceanográfica, 2005.p 23

²⁸ LOPEZ, Óp. cit., p 11

²⁹ FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA; LA ALIMENTACIÓN. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2002*. Food & Agriculture Org., 2002.p 14

³⁰ LOPEZ Op.cit p 68

3.1.6.3. Lípidos. López³¹ afirma que los lípidos son una fuente de energía utilizada por los peces, se consideran como nutriente esencia para, el crecimiento y supervivencia, además se considera como un vínculo para absorción de las vitaminas liposolubles A.D.K.E. y fuente de ácidos grasos esenciales, además Pezzato citado por Meneses y Paz³², afirma que son parte de la estructura y función de la membrana celular. Los lípidos son incorporados, dentro de la dieta para evitar que las proteínas, que están dentro de la dieta, se empleen como fuente de energía. De acuerdo a trabajos realizados por el mismo autor, son recomendados porcentajes de 19-20% de lípidos en la dieta para peces, para suplir la necesidad de ácidos grasos esenciales, pero en caso de especies de aguas cálidas, solo se recomienda 10% de aceite de pescado, las dietas para peces deben ofrecer principalmente ácidos grasos de la serie n-3 n-6, ya que los peces no consiguen sintetizarlos, manteniendo siempre una relación lipídica proteica en mayor porcentaje que el de los carbohidratos, para que exista mejor digestibilidad.

3.1.6.4. Carbohidratos. El mismo autor manifiesta que son considerados como la forma menos costosa de energía dietética, tanto para el hombre como para los animales domésticos, sin embargo su disponibilidad para los peces de aguas frías y cálidas, varía con su complejidad, tratamiento térmico y nivel de la dieta.

Según Tacón citado por Vergara³³ parte de las dificultades para establecer el nivel de exigencias de carbohidratos, tiene que ver con el hecho de que los peces pueden sintetizar, vía gluconeogénesis lo que necesitan, básicamente a partir de sustratos no carbohidratos, tales como proteína, lípidos, también porque pueden satisfacer sus necesidades energéticas a través del catabolismo de proteínas y lípidos solamente. El mismo autor afirma que aunque en los peces ornamentales la información sobre el metabolismo de los carbohidratos, es limitada, algunas funciones fisiológicas y bioquímicas, se han encontrado en otras especies de peces, en algunos peces carnívoros, el aumento del contenido de almidón superior al 10% de materia seca, reducen la utilización de los alimentos y los peces son incapaces de controlar eficazmente la concentración de glucosa.

Los carbohidratos están implicados en la secreción de la insulina y el glucagón, y en menor proporción en las hormonas y el crecimiento. Una de las vías más importantes son la ingesta de carbohidratos, en el ciclo de las pentosas fosfato, para producir NADPH (Nicotinamida-Adenina-Dinucleótido-Fosfato), que es esencial para la biosíntesis de ácidos grasos. Por lo tanto los carbohidratos, son considerados como un precursor de las litogénesias y estimulan la deposición de grasa. Por ejemplo a bajas temperaturas el ciclo de las pentosas se activa en

³¹ LOPEZ Op.cit p 21

³² Meneses y Paz Op.cit p 23

³³VERGARA, Óp.,.Cit p 17

algunas especies de peces y en otras estimula la utilización eficiente del glucógeno³⁴.

3.2. PRINCIPALES INSECTOS UTILIZADOS COMO ALIMENTO VIVO

Por entomofagia se entiende la ingesta de insectos arácnidos y artrópodos en general como alimento para los humanos y animales un hábito alimenticio muy extendido en algunas culturas de la muchos nutricionistas han evaluado sus aportes como alimento. De todos estos trabajos se concluye que la mayoría de los insectos analizados poseen, entre otros, un aporte proteico similar al de la carne. Esto, si bien no pareció aumentar su consumo para nutrición humana, arrojó nueva luz para la búsqueda de fuentes alternativas en acuicultura. El estudio de la composición química y el valor nutritivo de algunos insectos indica que contienen una gran proporción de proteína (Landry et al., 1986; Phelps et al., 1975)³⁵

3.2.1. Clasificación taxonómica³⁶:

Clase: Endopterigota
Orden: Coleóptera
Familia: Tenebrionidae
Género: Tenebrio
Especie: *mollitor* L

RODRÍGUEZ.D, “Caracterización fisiológica de una cepa silvestre de *beauveriabassiana* (bals.) vuill. y su mutante resistente a 2-desoxiglucosa” trabajo de grado doctor en biotecnología (Universidad Autónoma Metropolitana).Iztapalapa, D.F. departamento de Biotecnología 2009 p..3

3.2.2. *Tenebrio mollitor* generalidades de la especie. El Tenebrio es conocido como gusano de harina; en su etapa de larva y erróneamente se le llama gusano. Posteriormente se convierte un coleóptero (escarabajo molinero) de color negro, con patas y antenas rojas, posee alas funcionales pero no vuela, mide entre 15 y 18 mm, (figura 2) con un peso de 0.1 g.³⁷ en su fase adulta.

³⁴ VIGLIANO, Fabricio Andrés; QUIROGA, María Isabel; NIETO, José María. Adaptaciones metabólicas al ayuno y realimentación en peces [Metabolic adaptation to food deprivation and refeeding in fish]. *Rev. ictiol*, 1979, vol. 10, no 108, p. 2002.

³⁵ SORIANO. M. LUNA, J, El Gusano de harina, una alternativa para la alimentación de organismos acuáticos. Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México 2013 p.45

³⁶ RODRÍGUEZ.D, “Caracterización fisiológica de una cepa silvestre de *beauveriabassiana* (bals.) vuill. y su mutante resistente a 2-desoxiglucosa” trabajo de grado doctor en biotecnología (universidad Autónoma Metropolitana).Iztapalapa, D.F. departamento de Biotecnología 2009 p..3

³⁷ SORIANO. M Op. Cit.,p 5

Se resaltan altos niveles de calcio y fósforo que por sí solos justifican la fama del tenebrio como complemento alimentario teniendo en cuenta los efectos beneficiosos sobre el crecimiento, el desarrollo y la fertilidad. También se observa la presencia de vitaminas A y B esenciales en el crecimiento y el sistema nervioso. Presencia de vitamina C en una proporción de 38,10 mg/Kg

Figura 2. Larva de tenebrio



Fuente. Cerón Ortiz A.N PEÑA .HERNANDEZ J.N.Y. Ensayo preliminar del cultivo de tenebrio *mollitor* como un posible ingrediente en dietas balanceadas para organismos acuáticos

T. mollitor, ha servido como modelo de investigación en muchos estudios de laboratorio, debido a que son fáciles de adquirir de manera comercial. Además, su cría dentro del laboratorio es muy sencilla, debido al tipo de alimentación y las condiciones para su mantenimiento³⁸. En concreto, expertos de la Universidad de Almería, acometen un proyecto para obtener piensos procedentes de insectos como alternativa a las harinas de pescado que se utilizan en acuicultura.³⁹

³⁸RODRÍGUEZ.D Op., cit P40

³⁹AINNOVA, Ruta tecnológica botánica latinoamericana vol. N°27 nueva granada Programa de Divulgación Científica. 2010 p. 10.

3.2.3. Ciclo de vida; huevo, larva, pupa y adulto⁴⁰.

- **El primer estadio:** se inicia con el huevo, el cual es blanco y es de forma oval, la hembra puede llegar a poner hasta 5 mil huevos y estos miden tan sólo unos milímetros usualmente eclosionan en dos semanas, posteriormente.
- **Segundo estadio:** el estadio de larva, en esta fase es de color dorado y pueden medir desde milímetros hasta 3 cm.
- **Estadio de pupa:** son de color blanco
- **Estado adulto:** son de color negro.

El mismo autor menciona que este tipo de escarabajo, se alimenta básicamente de cereales, también se le conoce como; gorgojo negro; escarabajo molinero. Este organismo puede ser utilizado como alimento vivo en su etapa larvaria, debido a que ha sido usado como un complemento alimenticio en forma de harina, para carpas doradas (*Carassius auratus*), pirañas (*Serrasalmus nattereri*) y el pez óscar (*Astronotus ocellatus*, con un contenido de 53% de proteína en peso seco. Para lograr unas larvas con cualidades nutritivas se deben mantener con salvado puro y contenidos adecuados de proteínas, grasas, fósforo, calcio y otros elementos necesarios (tabla 2)

3.2.4. El tenebrio como alimento

Tabla 2. Contenido nutricional de (*Tenebrio molitor*) en tres fases de crecimiento

Componente	Larva	Pupa	Adulto
Contenido energético	289.1 Kcal	320.7 kcal	306.1 kcal
Proteínas %	44.9	52.8	48.9
Grasa Total %	2.5	1.0	0.1
Carbohidratos %	21.7	25.1	27.4

CERÓN O.; HERNÁNDEZ, J.; PEÑA D.; ÁNGELES, M.A. y Escamilla J.A. Ensayo preliminar de manejo del *tenebrio molitor* como un posible ingrediente alterno en dietas balanceadas para organismos acuáticos Instituto Tecnológico Superior del Estado de Hidalgo 2012

⁴⁰ LUNA, F, Tenebrios, el gusano de harina, una alternativa para la alimentación de organismos acuáticos. Alimento vivo: Importancia y valor nutritivo. Ciencia y Desarrollo,. J.. Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos Vol. 166: 70-77 2002 p.2

3.2.5. Mantenimiento de las larvas de tenebrios Mantenerlos en refrigeración a una temperatura entre 3 y 5°C, estos se aletargarán y bajaran su metabolismo al mínimo y entrarán en un estado de criptobiosis (estado que consiste en la suspensión de los procesos metabólicos, a la que algunos seres vivos entran cuando las condiciones medioambientales llegan a ser extremas). Un organismo en estado criptobiótico puede vivir indefinidamente hasta que las condiciones sean adecuadas, así se podrán mantener durante varias semanas. Es aconsejable sacarlos del refrigerador cada semana o 15 días, dejarlos comer por 2 - 3 días y volverlos a meter nuevamente al refrigerador⁴¹.

3.2.6. Peces forrajeros Los organismos vivos son el alimento natural de los peces, los cuales, son producidos en el agua donde los peces viven. Los peces crecen más rápido y permanecen saludables si hay suficientes alimentos nutritivos. Un aspecto importante en la acuicultura es la nutrición, con frecuencia se observa que los alimentos empleados, no contienen los nutrientes que las especies requieren para su crecimiento óptimo, principalmente en sus primeras etapas de vida, que es la crítica en todas las especies, ya que es donde se puede presentar la mayor mortalidad. En la acuicultura, a nivel mundial, se utilizan alimentos inertes con ingredientes nutritivos bien balanceados; pero también existe la posibilidad de utilizar organismos vivos. El alimento vivo tiene cualidades que no tiene un alimento inerte, como es el movimiento, que estimula ser atrapado por el depredador, el color, que es atractivo para su captura, la calidad nutritiva ya que, los organismos que se aprovechan como alimento y que se cultivan, contienen la cantidad y la calidad de nutrimentos indispensables para el adecuado crecimiento de las especies en el agua. Por otra parte, el alimento vivo tiene la cualidad de no afectar la calidad del agua, debido a que este es consumido antes de que llegue al fondo, sin causar ningún tipo de descomposición, a diferencia del alimento inerte, que si no tiene buena flotabilidad, se ira al fondo, donde se descompone y afecta al medio, causando a veces una mortalidad total en el estanque⁴².

3.2.6.1. Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) La Tilapia roja, también conocida como Mojarra roja, es un pez que taxonómicamente no responde a un solo nombre científico. La tilapia es una especie cuyo cultivo se inició en 1820 en África y desde ahí se ha extendido a gran parte del mundo, siendo considerada la tercera especie más cultivada después de las carpas y los salmónidos por sus extraordinarias cualidades, como crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades poblacionales, adaptación al cautiverio y a una amplia gama de alimentos, resistencia a enfermedades, carne blanca de calidad y amplia aceptación, han

⁴¹LUNA Op.cit. p 36

⁴²CASTRO BARRERA, Jorge, et al. Potencial reproductivo de seis poblaciones mexicanas de *Artemia franciscana* Kellog, 1906 cultivadas en laboratorio a 100 y 120 UPS. *BIOCYT: Biología Ciencia y Tecnología*, vol. 3 p 12

despertado gran interés comercial en la acuicultura mundial. Son peces de aguas cálidas, que viven tanto en agua dulce como salada e incluso pueden acostumbrarse a aguas poco oxigenadas. Se encuentra distribuida como especie exótica por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sureste asiático. Considerado hace tiempo como un pez de bajo valor comercial, hoy su consumo, precio y perspectivas futuras han aumentado significativamente⁴³.

3.2.6.2. Clasificación taxonómica Según Trewavas citado por Toledo⁴⁴, la clasificación taxonómica de la tilapia roja es:

Phylum: Cordata
Grupo: Craniana (Vertebrata)
Subphylum: Gnathostomata
Superclase: Piscis
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Suborden: Percoides
Familia: Cichlidae
Género: *Oreochromis sp.*
Nombre común: Tilapia roja

3.2.6.3. Generalidades de la especie. Esta especie representa un riesgo ecológico en las regiones donde se cultivan, dado que las introducciones accidentales y las deliberadas son frecuentes debido a que, en décadas atrás, las políticas locales eran insuficientes para predecir el impacto a los ecosistemas por parte de especies invasoras. El impacto ambiental producto de su introducción varía según región geográfica y ecosistema en el que se introduce. Generalmente dada sus resistencia, voracidad y elevada tasa de crecimiento, representa un competidor de las demás especies de peces nativas⁴⁵. Por ello es sus fases larvales son utilizados como alimento forrajero para algunas especies de peces y también como alimento complementario.

⁴³ Toledo P. García M. Op. Cit, p 23

⁴⁴ Toledo P. García M. Op cit. p. 85

⁴⁵ Toledo P. García M. Op cit. p. 14

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. LOCALIZACIÓN.

El ensayo se realizó en las instalaciones del Centro Experimental Amazónico (CEA)⁴⁶ (figura 3), ubicado al sur occidente de Colombia en la vereda San Carlos a 8 km de la ciudad de Mocoa en la vía a Villa Garzón departamento del Putumayo en una zona de bosque muy húmedo tropical con las coordenadas geográficas de 01° 05' 16" latitud norte 76° 37' 53" de longitud altura de 453 msnm. Precipitación de 4932.8 mm de temperatura media ambiental de 24 ° C humedad relativa de 87.91%.

Figura 3. Localización E.R.H. en el Centro experimental Amazónico.



4.2. MATERIAL BIOLÓGICO.

Se utilizaron 180 larvas de Arawana Plateada (*O. bicirrossum*) con un peso inicial promedio de $0,88 \pm 0,06$ gr y una longitud total de $4,70 \pm 0,18$ cm. Con una edad de 20 días. Provenientes de la estación acuícola VAI de la Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUICA) y del instituto Amazónico de investigaciones científicas, SINCHI en Leticia.

⁴⁶ Corporación para el desarrollo sostenible del sur de la amazonia Op cit.p 5

4.3. INSTALACIONES Y EQUIPOS.

El estudio se realizó en 3 tanques plásticos de 1000 L provistos con tapas donde se adecuaron 4 divisiones internas, realizadas con angeo con un ojo de malla de 1 mm que se sujetaron a un marco de madera respectivamente se instaló sistema de aireación utilizando un Blower de 2 salidas para cada tratamiento provistos con piedras difusoras y sistema de calefacción empleando termostatos de 300 WT .

Figura 4. Distribución de unidades experimentales



Fotografía Meza.,J Torres.,D (2013).

4.4. MATERIALES EQUIPOS E INSUMOS

Los materiales equipos e insumos utilizados para la evaluación fueron:

- Tanques plásticos de capacidad 1000 L
- Manguera de aireación
- Piedras difusoras
- Blower
- Baldes y nasas
- Mortero
- Frascos de vidrio
- Angeo.

4.4.1. Insumos

- Hipoclorito comercial
- Sal marina
- Harina de trigo
- Harina de cebada
- Cereales.
- Alimento comercial con el 43% de proteína
- Concentrado para pollos

4.4.2. Equipos

- Balanza gramera digital Camry referencia 5055
- Cámara digital CANON de 16 Mp
- pH-metro. Digital HI 98128 HANNA
- Termostatos RESUM 300 Vatios
- Multitoma
- Computador Ace Aspire° Acer nplifitm 802.11B
- Sonda multiparámetros YSI 85 sistem Techno SEA

4.5. PERIODO DE ESTUDIO.

El estudio se realizó durante los meses de junio a septiembre de 2013. Cumpliendo con las diferentes etapas como adecuación de instalaciones, consecución de larvas de (*O. bicirrhosum*) adaptación de las mismas, cultivo de alimento vivo y desarrollo del ensayo.

4.6. PLAN DE MANEJO.

4.6.1. Lavado. y desinfección Los tanques y los elementos de manejo como mangueras, termómetros, entre otros se desinfectaron, con una solución de cloro a una concentración de 50 ppm, posteriormente se lavaron con abundante agua y se dejaron secar al sol.

4.6.2. Adecuación de las unidades experimentales Los tanques se dividieron en cuatro secciones empleando angeo, con 1 mm de ojo para separar cada unidad experimental. Se instaló aireación y calefacción en cada tanque.

Figura 5. Adecuación de divisiones para unidades experimentales.



Fotografía Meza.,J Torres.,D (2013).

4.6.3. Aclimatación y siembra. Una vez los animales llegaron a la estación, se trasladaron a un tanque donde se realizó un tratamiento profiláctico mediante un baño del sal al 5% y azul de metileno para prevenir enfermedades después se aclimató a las condiciones del Centro Experimental Amazónico. (Figura 6). Pasado un periodo de 30 minutos los ejemplares se liberaron cuando la temperatura y el pH se igualo a 28°C y 6.5 respectivamente.

Figura 6. Recepción y aclimatación larvas de Arawana plateada



Fotografía Meza.,J Torres.,D (2013).

4.6.4. Parámetros fisicoquímicos. Se registró diariamente la calidad fisicoquímica del agua en los distintos tratamientos, y réplicas registrando Temperatura oxígeno y pH. Para evitar fluctuaciones y posibles problemas por la oscilación, se trató de mantener temperatura entre 28 a 30 °C pH ligeramente ácido oscilando entre 6,2 a 6,7 y niveles de oxígeno sobre 3,8 mg. L⁻¹ adecuados controlando el sistema de calefacción (termostatos).

4.6.5. Muestréos. Se realizaron muestréos semanales, del 25% de la población de cada unidad experimental. Para esto se utilizaron nasas desinfectadas con una solución de formalina al 10% para la captura de las larvas, se procedió a medir y pesar los animales, con ayuda de una balanza gramera, un pie de rey, y cajas Petri para manipulación de los ejemplares, registrando las variables morfométricas (Anexo. A)

Figura 7. Muestreo de variables morfo métricas de Arawana plateada.



Fotografía Meza.,J Torres.,D (2013).

4.6.6. Sifoneo y recambio de agua Se realizó en la mañana y al final de cada día después de suministrar la última alimentación, para evitar que el balanceado comercial no consumido, afectara los parámetros fisicoquímicos y la calidad del agua.

4.6.7. Alimentación, Se suministró el 20% del peso vivo diariamente, teniendo en cuenta el tamaño de la partícula con respecto a la apertura bucal de los animales, para suministrar el alimento asegurando el máximo consumo. La partícula se definió según el diámetro de la boca que se calculó de la siguiente forma

Abertura de la boca.

$$A = (2)^{1/2} \times Lms$$

Dónde:

A: apertura bucal

Lms: longitud del maxilar superior

4.6.8. Alimento y alimentación. Se formularán tres tipos de dietas para realizar la adaptación progresiva de los animales al consumo de balanceado comercial combinadas con alimento vivo a diferentes porcentajes de administración en 6 comidas diarias que se suministraron: 8.am 10 am. 12 am. 3pm 5 pm. 7 pm.

Las dietas se ofrecieron en diferentes concentraciones que se ajustaron semanalmente (tabla 3)

Tabla 3. Ajuste en el suministro de alimento durante el periodo experimental.

Tratamiento	Tipo de alimento	Semanas				
		1	2	3	4	5
T 1	larvas	50	40	30	20	0
	forrajeras concentrado comercial	50	60	70	80	100
T 2	tenebrios	50	40	30	20	0
	concentrado comercial	50	60	70	80	100
T 3	larvas	25	20	15	10	0
	forrajeras tenebrios	25	20	15	10	0
	concentrado comercial	50	60	70	80	100

4.6.9. PREPARACIÓN DE LAS DIETAS

4.6.9.1. Cultivo de tenebrios. Se desarrolló a temperatura ambiente promedio de 25° C y no más de 32° C. se debe mantuvieron varios recipientes de plástico o vidrio independientes para asegurar que si se contaminara se pudiera reponer la cepa, se recomienda utilizar recipientes de plástico de 30 a 40 cm de ancho, por 50 a 60 cm de largo y 20 cm de altura.

Se procedió a sembrar 20 coleópteros adultos, es importante que se les suministre zanahoria, lechuga o fruta o un algodón humedecido para obtener aporte hídrico. El lugar en donde se adecuó el cultivo que permaneció lejos de la luz directa para evitar quemaduras, se taparon con una malla fina o una tapa con agujeros para evitar la fuga de los organismos adultos, y la entrada de insectos ajenos, cada 15 días se sustituyó el cereal reemplazado por un nuevo, debido a que los desechos producidos por los tenebrios alteran la calidad del cultivo.

Es importante mencionar que una vez que se tengan larvas o pupas en el cultivo, hay que separarlas de los coleópteros adultos, (Figura 8) para evitar que estos se las coman. El espesor de la capa de mezcla fue de 2 ó 3 cm y en ella se introdujeron algunos trozos de pan duro. Sobre la superficie se dispuso en algunos puntos trapos viejos para que sirvan de refugio y lugar de puesta a los escarabajos, se debe retirar cada 2 ó 3 días los trozos de verduras no consumidos, esto con el fin de evitar contaminaciones y poder mantener el cultivo.⁴⁷

Figura 8. Mantenimiento de cultivo de tenebrios



Fotografía Meza.,J Torres.,D (2013).

⁴⁷ RODRÍGUEZ.D., "Caracterización fisiológica de una cepa silvestre de *beauveriabassiana* (bals.) vuill. y su mutante resistente a 2-desoxiglucosa" trabajo de grado doctor en biotecnología (Universidad Autónoma Metropolitana). Iztapalapa, D. F. Departamento de Biotecnología 2009. p 39.

4.6.9.2. Mantenimiento de larvas forrajeras Se colectaron selectivamente por tamaño de los estanques exteriores con ayuda de una nasa retirándolas de las orillas del estanque y se extrajeron a acuarios donde se les practicaron baños de sal al 3% para desinfección y de esta manera, evitar contaminación de las larvas de arawana con patógenos externos.

4.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.7.1. TRATAMIENTOS: Los ejemplares se distribuyeron en tres tratamientos cada uno con cuatro réplicas por tratamiento, de tal manera que cada réplica estuvo constituida por 15 animales distribuidos de la siguiente forma:

T1: 50% concentrado comercial más 50% larvas forrajeras

T2: 50% concentrado comercial más 50% tenebrios

T3: 50% concentrado comercial más 25% larvas forrajeras y 25% tenebrios

4.7.2. Formulación de hipótesis: se plantarán las siguientes hipótesis evaluando las variables incrementos de peso y talla, tasa de crecimiento simple, conversión alimenticia y sobrevivencia por tratamiento.

4.7.3. Hipótesis nula: los resultados obtenidos por cada variable son iguales en todos los tratamientos

H0: $U_{t1} = U_{t2} = U_{t3}$

4.7.4. Hipótesis alterna: existe por lo menos un tratamiento que presenta un resultado medio diferente en las variables estudiadas de tal manera que :

H1: $u_j = u_{j'} \neq u_{j''}$

4.7.5. Diseño experimental y análisis estadístico: las variables incremento de peso, incremento de talla, conversión alimenticia, sobrevivencia se sometieron a un diseño irrestrictamente al azar (DIA) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta de la j -ésima unidad experimental que recibe la i -ésimo tratamiento.

μ : Media

t_i : Efecto de la i -ésimo tratamiento

j : Tratamiento 0, 1, 2 y 3

i : 1, 2 y 3

e_{ij} : Error experimental asociado a la j -ésima unidad experimental sometida al i -ésimo tratamiento.

4.8. VARIABLES

Para el estudio de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) mediante el programa estadístico Statgraphics igualmente se implementó la prueba de Tukey para comparar las medias y establecer el mejor tratamiento Según el análisis de varianza se detectó que al menos una de las variables estudiadas registro diferencias significativas con un 95% de confianza. Lo cual permite aceptar la hipótesis alternativa.

4.8.1. TASA DE SUPERVIVENCIA. Se define como porcentaje de individuos vivos en un periodo determinado, mediante la relación entre el número final y el número inicial de animales.

$$S = \frac{N AF}{N AI} * 100$$

Dónde:

S: supervivencia larval.

Nº AF: número de animales finales.

Nº AI: número de animales iniciales.

4.8.2. INCREMENTO DE PESO. Ganancia de peso que registraron los animales, durante el periodo de observación, Es la diferencia entre el peso adquirido al final del periodo de estudio y el peso inicial.

$$IP = pf - pi$$

Dónde:

IP: incremento de peso.

Pf: Peso final.

Pi: Peso inicial.

4.8.3. INCREMENTO DE TALLA. Incremento en longitud que presentan los alevinos, durante el periodo de estudio, por lo tanto es la diferencia entre la longitud alcanzada al final del periodo de estudio y la longitud inicial.

$$IT = tf - ti$$

Dónde:

IT: incremento de talla.

tf :talla final .

ti: talla inicial.

4.8.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE (CAA). Relación entre la cantidad de alimento suministrado y el incremento de peso obtenido.

$$CAA = \frac{As}{IP}$$

Dónde:

As: alimento suministrado

Ip: incremento de peso

4.8.5. TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE. Es el incremento de peso expresado en porcentaje, de un individuo durante el periodo de estudio.

$$TCS = \left(\frac{W_f - W_i}{W_i} \right) \times 100$$

Dónde:

W_f : peso final

W_i : peso inicial

4.8.6. ANÁLISIS DE RELACIÓN BENEFICIO-COSTO. Es el índice que resulta de dividir: los beneficios entre los costos variables a precios actuales de acuerdo a la siguiente fórmula

$$RBC = \frac{B}{C}$$

Dónde:

RBC: Relación beneficio costo.

B: beneficio.

C: costo

5. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. ADAPTACIÓN

Al realizar el pre ensayo se observó que las larvas de Arawana con presencia de saco vitelino que constituía el 40% de su peso corporal, presentaban dificultad para atrapar las larvas de tilapia debido al ágil movimiento que presenta la especie, dificultando el consumo de los ejemplares. Holmes y Gibson citados por Beltrán y Rivera⁴⁸ sostienen que existe un efecto de la velocidad y la calidad del movimiento de la presa, que afecta negativamente el consumo de larvas de tilapia por parte de *O. bicirrhosum* la ingesta se mejoró ofreciendo las presas después de un baño corto al 30% de salinidad con el fin de eliminar algún patógeno de las larvas de tilapia y disminuir su actividad.

La adaptación con coleópteros fue rápidamente aceptada por las larvas de arawana, debido a que las larvas de tenebrios flotan en la superficie del agua y el movimiento en la capa superficial, estimulo el consumo además del tamaño adecuado a la apertura bucal de la especie. Demostrando ser una dieta adecuada en esta fase, teniendo en cuenta que las larvas de arawana plateada con presencia de saco vitelino no pueden nadar fácilmente. Schwartz y Levi, (citado en Araujo R. *et. al.* 1989⁴⁹) demostraron que en medio natural al alcanzar el estadio de nadador, el progenitor permite la salida de la boca a las crías para nadar alrededor de él para cazar larvas de mosquitos y otros insectos que se encuentren en la superficie del agua.

Por otra parte, al suministrar el alimento artificial a las larvas se observó que los ejemplares consumen el alimento si este permanece en la superficie, cuando este se hidrata y se sumerge, las larvas no lo ingieren y debe ser retirado para evitar deterioro de la calidad del agua.

El desarrollo de tecnologías para la cría de larvas bajo control con alimentos apropiados, en contraposición a la siembra directa en estanques, luego de eclosionadas, se considera hoy una actividad necesaria para la obtención de mayores tasas de sobrevivencia (Luchini L⁵⁰)

⁴⁸ BELTRAN TUMAL D, RIVERA ROSERO I. Adaptación de Post larvas de bagre rayado (*pseudoplatistoma fasciatum*) al alimento inerte en diferentes tiempos de acostumbramiento, en el laboratorio de larvicultura, Universidad de Nariño. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero En Producción Acuícola. Universidad de Nariño 2013. p. 71

⁴⁹ ARAUJO, R.; SOREGUI, J. & MONTREUIL, V. 1989. Pesquería del Arahwana (*Osteoglossum bicirrhosum*). Dirección Regional de Pesquería V – Loreto. Iquitos – Perú. p.14

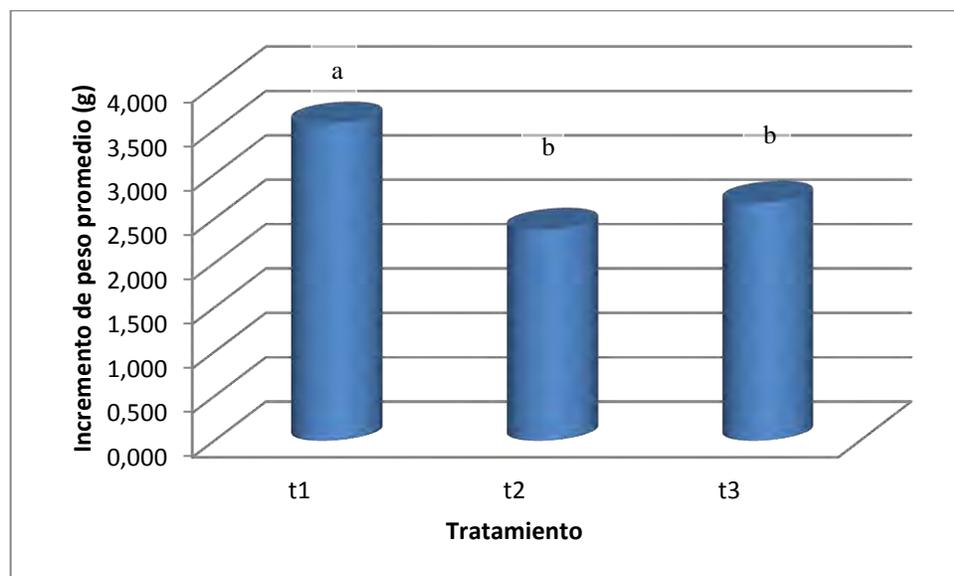
⁵⁰ LUCHINI L.; SALAS, T. Primer alevinaje de bagre sudamericano, *Rhamdia sapo* (Val.) EIG. En condiciones controladas. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral.16 (2). 1985. p.137

5.1.1. Incremento de peso

El peso inicial de las larvas (*O. bicyrrhossum*) de los tres tratamientos, no presentó diferencias estadísticas significativas de acuerdo al análisis de varianza ($p > 0,05$) el peso inicial promedio de las larvas fue de $0,88 \pm 0,6$ g y un coeficiente de variación de 7,56% el cual representa una variación aceptable para las medidas de peso en piscicultura por lo tanto la distribución del material biológico no ocasiono fuente de variación, este valor se tomó como peso inicial para todos los tratamientos. (Anexo D).

El análisis de varianza ($p < 0,05$) demuestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo G) y la prueba de tukey estableció que el tratamiento T1 correspondiente a balanceado con una mezcla del 50% de larvas forrajeras y el 50% de balanceado comercial del 43% de proteína, se observó mejores resultados con un incremento promedio final de peso de $3,52 \pm 0,592$ g. Seguido por los tratamientos T3 y T2 que registraron un incremento de $2,61 \pm 0,550$ g y $2,36 \pm 0,230$ g respectivamente. (Figura 9)

Figura 9. Incremento de peso durante el periodo de estudio.



Ensayos realizados por la Asociación de Acuicultores del Caquetá⁵¹ en alimentación de alevinos con tres diferentes, tipos de dietas encontraron incrementos de peso diarios de 0,12 g / día. Valor similar al calculado en este ensayo utilizando una mezcla con balanceado del 43%. Sin embargo, (López J y Cárdenas V⁵² 2010) aseguran que el suministro de alimento vivo, puede incrementar los costos de producción, además puede conllevar a problemas patológicos transmitidos por los mismos, al provenir de otros medios de cultivo.

Rodríguez *et al*⁵³, al analizar tres densidades de siembra en acuarios durante un periodo de 30 días, suministrando balanceado de 45% de proteína bruta, obtuvieron que los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas sin embargo, la densidad de 2,5 g.L⁻¹ determino el mejor rendimiento en cuanto a ganancia de peso que fue de 0,08g/día valores menores a los reportados en los tres tratamientos del presente ensayo.

Meneses y Paz⁵⁴ reportan incrementos totales de 2,33 a 3,57 g suministrando dietas secas en la fase de levante de Arawana plateada por un periodo de 30 días comprobando el gran potencial que tiene la inclusión de harina de vísceras de pescado y la digestibilidad de las mismas valores similares a los obtenidos en este ensayo. Por lo anterior se puede deducir que las dietas suministradas, suplieron los requerimientos nutricionales de los ejemplares.

Guerra F *et al*⁵⁵. Obtuvieron incrementos de 0,16 g/día en un estudio en la fase de crecimiento suministrando balanceado distribuido en 2, 4 y 6 comidas por un periodo de 50 días desde la fase de adaptación. Los autores infieren que los ejemplares presentan una fácil transición y adaptación al consumo de los pellets flotantes y que durante este periodo, se hizo evidente que la posición de la boca y la conocida capacidad sensorial y visual de la especie los alevinos se adaptan rápidamente. Comparando los resultados de este ensayo en donde el tratamiento

⁵¹ Asociación de Acuicultores del Caquetá (ACUCIA). Experiencia de trabajo realizado por José Alexander Lopez y Viviana Cárdenas Terán

⁵² CARDENAS V., LOPEZ J. Op cit. p.34

⁵³ RODRÍGUEZ Liliana; URQUIJO, Adriana y LANDINES, Miguel. Influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de Arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) p.1

⁵⁴ MENESES J, PAZ M. Op cit. p.63

⁵⁵ GUERRA F, RODRIGUEZ L, ISMIÑO R, NIÑEZ J Crecimiento y utilización de alimento en alevinos de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) alimentados con tres frecuencias alimenticias. Universidad de la Amazonia Peruana UNAP. Escuela de Post grado Catedra concytec. Maestría en acuicultura Iquitos Perú .vol. 18 no 1-2 2009 p 45

número 1 registro valores de 0.18 gr por día, se puede inferir que suministrar seis raciones diarias produce una mayor incremento de peso.

Tabla 4. Incremento diario de peso (g) e incremento total durante el periodo experimental en los diferentes tratamientos.

Tratamiento.	Incremento de peso diario (g/)	Incremento de peso total (g)
1	0,18	3,52
2	0,12	2,36
3	0,13	2,61

5.1.2. Incremento de longitud. Se estableció que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) (Anexo J) la prueba de Tukey demostró que el tratamiento T1 registro mejores incrementos con un promedio de $5,6 \pm 0,169$ cm. Los tratamientos T2 y T3 presentaron incrementos similares de $4,8 \pm 0,34$ cm y $4,89 \pm 0,42$ cm respectivamente.(figura 10)

El incremento de longitud presentado por el Tratamiento T1, demuestra la eficiencia de suministrar alimento vivo en la fase de adaptación al balanceado comercial, especialmente de proteína de pescado obtenida a partir de las larvas forrajeras (tilapia), que al ser suministradas por un periodo de 5 semanas y reduciendo gradualmente hasta realizar la adaptación al balanceado comercial, se presentan mayores incrementos de talla.

Rodríguez L, *et al*⁵⁶ evaluaron cuatro niveles de densidades de siembra (0,5:1 1,5; y 2 larvas L⁻¹) durante la fase larva a alevino de la especie en cuestión, los ejemplares se alimentaron con balanceado comercial extrudizados de 45% de proteína, al finalizar las cinco semanas de estudio, no se determinó diferencias significativas en la ganancia de longitud.

Se pude observar, que el crecimiento de los ejemplares se comporta de manera diferente independientemente de la densidad de siembra, y la frecuencia de alimentación durante la fase de larva- alevino, según los datos reportados por Rodríguez L, *et al*⁵⁷ y Guerra F. *et al*⁵⁸ a diferencia de suministrar diferentes tipos

⁵⁶ RODRIGUEZ L, et al Op Cit

⁵⁷ RODRIGUEZ L, et al Op cit. P.4

⁵⁸ GUERRA F, et al Op cit . p. 6

de dietas que influyen directamente en el crecimiento, como se registró en este ensayo.

El incremento de longitud obtenido por Meneses y Paz⁵⁹ que determinaron diferentes coeficientes de digestibilidad en dietas artificiales con niveles de inclusión de 10% 20% y 30% de extracto seco de vísceras de cachama blanca, en la alimentación de arawana plateada durante 30 días. Fue de 0,26 a 1,21 cm valores menores a los reportados en el presente estudio.

Hernández D, *et al*⁶⁰ observaron que al inicio de la alimentación exógena, el sistema digestivo de los peces contiene enzimas relacionadas con la digestión, absorción y asimilación de proteínas, lípidos e hidratos de carbono, aunque las mismas, se encuentran en niveles más bajos que en adultos. El mismo autor cita a (Kolkovski y Dabrowski, 1999). Quienes opinan que los organismos vivos donan enzimas digestivas, tras la autólisis, o como cimógenos, activando las enzimas digestivas endógenas larvales, sustancias que no se encuentran en dietas formuladas. Además, las dietas formuladas poseen del 60 al 90% de materia seca, lo que las hace menos digeribles.

Según Mancini M⁶¹. El principal objetivo de la producción animal es lograr el aumento de peso de los animales, en el menor tiempo posible y en condiciones económicas ventajosas. Los requisitos previos para lograr esta meta son cubrir satisfactoriamente todas las necesidades metabólicas del organismo, brindar condiciones ambientales óptimas y ofrecer una completa alimentación

Hernández D *et al*⁶² opinan que los organismos vivos consumidos por las larvas, ayudan al proceso de digestión proporcionando enzimas digestivas, neurolépticos intestinales y factores alimenticios del crecimiento.

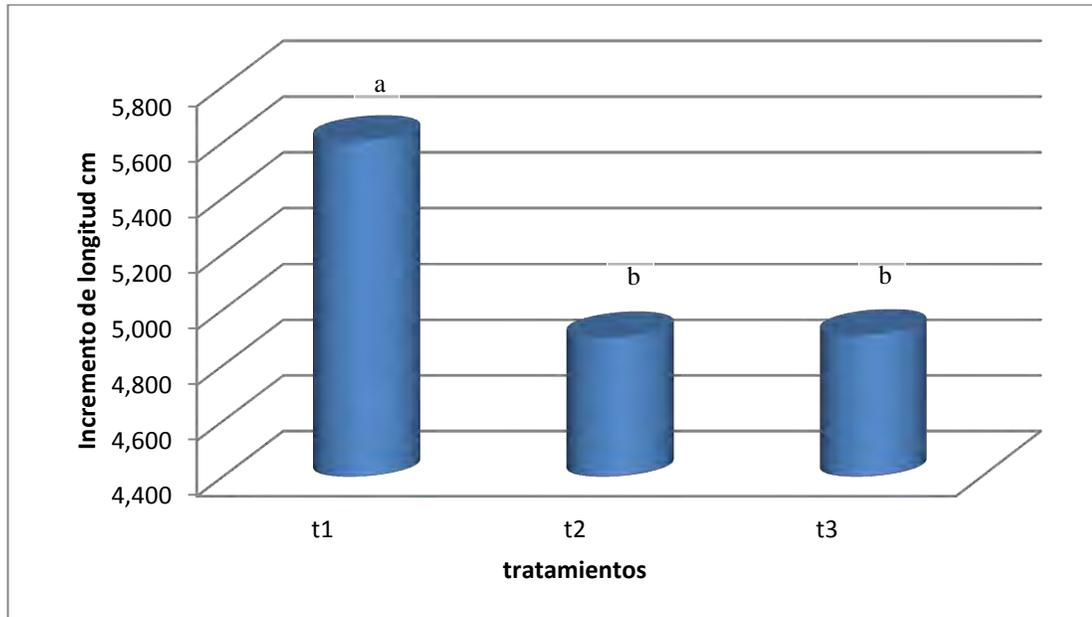
⁵⁹ MENESES, J. PAZ, M. Op cit P.66

⁶⁰ HERNÁNDEZ, D, FLORES, QUINTANA, C, DOMITROVIC, H. BECHARA, J, SÁNCHEZ, S. Evaluación de diferentes dietas en los primeros estadios del desarrollo del bagre sudamericano (*Rhamdia quelen*), universidad nacional del nordeste comunicaciones científicas y tecnológicas 2005. Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE. Resumen Vol 26 p.10

⁶¹ MANCINI, M. Introducción a la biología de los peces. Cursos Introducción a la Producción Animal y 2002. Producción Animal I, FAV UNRC p.5

⁶² Ibid., p.1.

Figura 10. Incremento de talla durante el periodo de estudio.

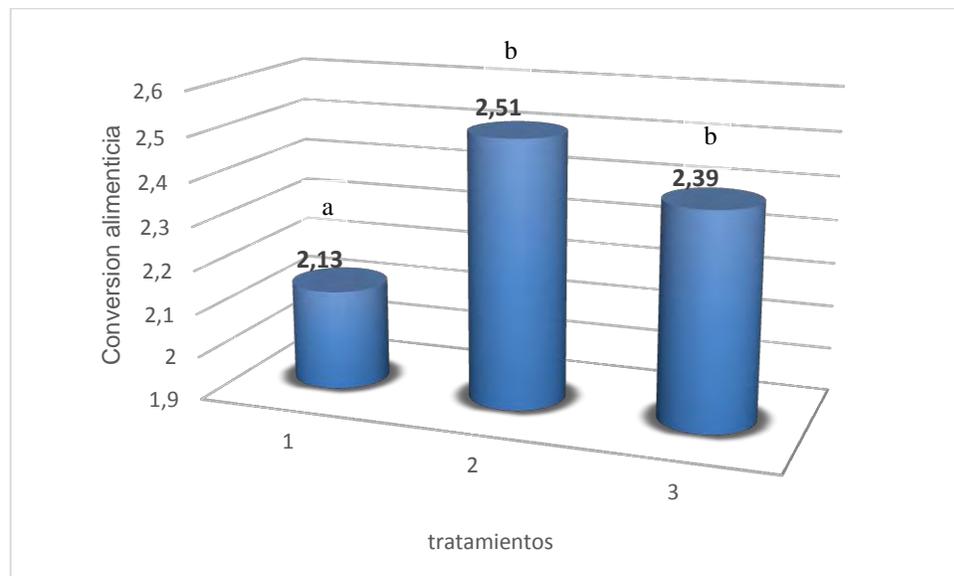


5.1.3. Conversión Alimenticia Aparente. Con respecto a esta variable, se encontró que existen diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según el análisis de varianza ($p < 0.05$) (Anexo R). La prueba de tukey con el 95% de confianza, demostró que la mejor conversión alimenticia aparente la obtuvo el tratamiento T1 con un valor de $2,13 \pm 0,18$ seguido del tratamiento T3 con $2,39 \pm 0,17$ y finalmente el T2 con $2,50 \pm 0,21$. (Figura11)

El mejor resultado obtenido en este ensayo (T1 2,13), mediante el suministro de balanceado comercial al 43% de proteína más larvas forrajeras, es superior a los reportado por Urerña⁶³, quien encontró un valor de conversión alimenticia mínima de 2,39 y máximo 3,57 con el uso simultaneo de materias primas alternativas de origen vegetal y animal, en la alimentación de Arawana plateada.

⁶³ URUENA F, RODRIGUEZ C, ADRIANA PATRICIA MUNOZ RAMIREZ, LANDINES M, "Evaluación de la restricción alimenticia sobre el desempeño productivo de reproductores de arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*)" . En: Colombia Revista De La Facultad De Medicina Veterinaria Y De Zootecnia ISSN: 0120-2952 ed: Centro De Publicaciones Universidad Nacional De Colombia v.54 fasc.1 p.192 - 193 ,2007

Figura 11 Conversión Alimenticia Aparente durante el periodo experimental.



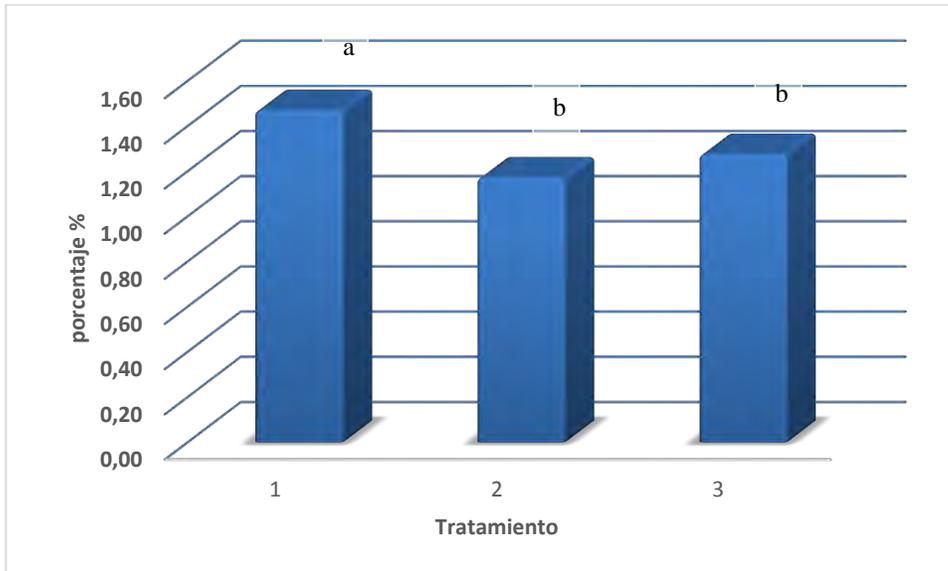
5.1.4. Tasa de crecimiento simple. El análisis de varianza para la tasa de crecimiento promedio diaria ($p < 0,05$) indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo O). El tratamiento T1 presentó la mejor tasa de crecimiento registrando el 1,46% seguido por T2 1,17% y para T3 1,27% (Figura 12)

Cuaical et al⁶⁴ calcularon tasas de crecimiento simple que fluctúan entre 0,91% y 1,32% la tasa más baja correspondió a la alimentación con balanceado comercial del 45% de proteína y densidad de 1 pez L⁻⁵. Los autores afirman que se presentó un descenso debido a que según López⁶⁵ la eficiencia de los procesos anabólicos disminuye con la edad.

⁶⁴ CUAICAL *et al*, Op cit. p.56

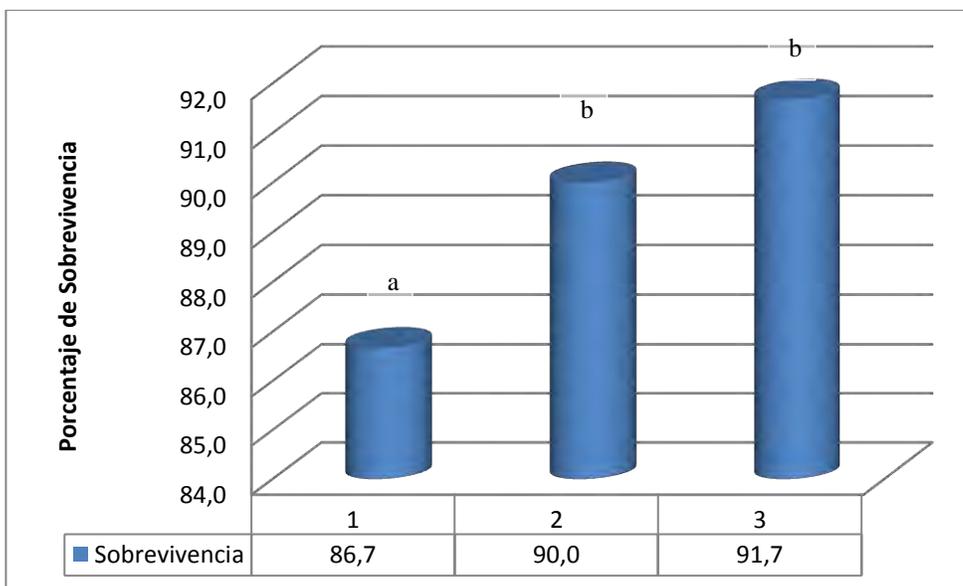
⁶⁵ LÓPEZ Op cit. p.30

Figura 12.Tasa de crecimiento simple por tratamientos.



5.1.5. Supervivencia mediante la prueba estadística Brand snedecord (Anexo S) no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Se registraron para los tratamientos T1 y T2 una supervivencia del 86,7% - 90 % y para el tratamiento T3 del 91,7%. (Figura 13)

Figura 13.Supervivencia durante el periodo de estudio.



Se presentó una alta supervivencia durante el periodo de estudio en comparación con autores como Hernández C *et al*⁶⁶ que reporta sobrevivencias entre el 80 y el 83% en un ensayo en sistemas de recirculación. La alta supervivencia se atribuye a la implementación de buenas prácticas de manejo.

5.1.6. Análisis parcial de costos Se determinó el análisis parcial de costos (Tabla 5) y con base a los datos obtenidos se realizó la relación beneficio- costo.

Tabla 5. Análisis parcial de costos

Rubros	Cantidad	Valor. Unitario (\$)	Valor. Total (\$)	%
Larvas de arawana	180	4000	720000	80,031
larvas de tilapia	8000	5	40000	4,446
larvas de tenebrios	1	8000	8000	0,889
balanceado comercial 43% proteína (kg)	0,7453	3000	2235,9	0,249
balanceado comercial 24% proteína (kg)	3	1600	4800	0,534
sal marina (kg)	5	1000	5000	0,556
Harina de maiz(kg)	0,45	1600	720	0,080
salvado de trigo (kg)	0,3	2300	690	0,077
balanceado para pollos engorde (kg)	0,45	2700	1215	0,135
Harina de trigo (kg)	0,75	1400	1050	0,117
cereales (kg)	1,05	2700	2835	0,315
Hipoclorito de sodio	1	2800	2800	0,311
azul de metileno (gr)	1	1900	1900	0,211
producción (equipos, mano de obra)	1	108400	108400	12,049
Total			899645,9	100

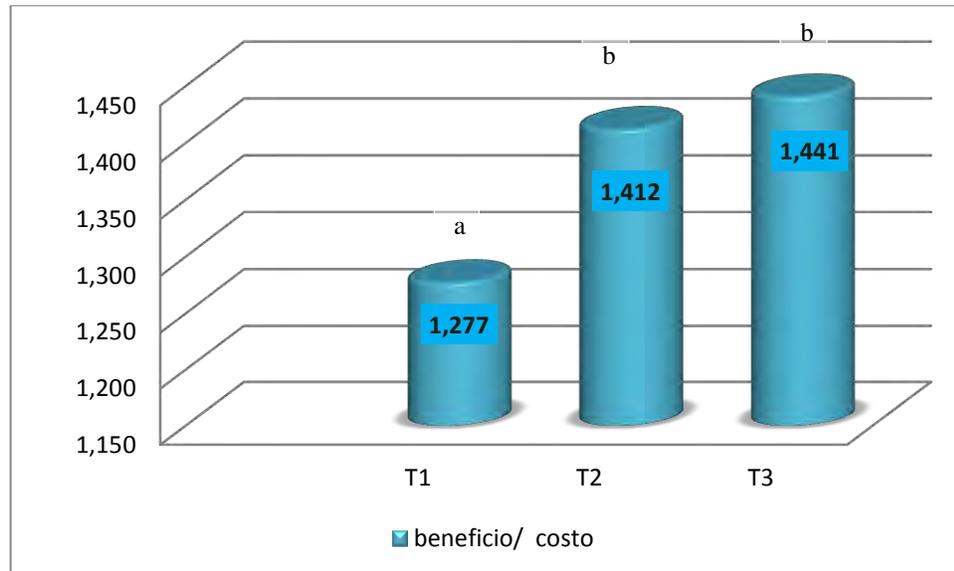
⁶⁶ HERNANDEZ C, et al, Op cit P 13

Tabla 6. Resumen del cálculo de la relación beneficio/costo

Trat.	Costo total (\$)	Número de animales	Precio de venta(\$)	Ingreso bruto(\$)	Ingreso neto(\$)	beneficio/costo(\$)
T1	407112,5	52	10000	520000	112887,4	1,2
T2	363281,9	54	9500	513000	149718,0	1,4
T3	374126,4	55	9800	539000	164873,5	1,4

Según el análisis realizado el tratamiento T3 reportó la mejor relación beneficio costo con un valor de 1,44 el tratamiento T2 presentó un valor de 1,4, y el T1 de 1,27 teniendo en cuenta que la relación beneficio costo es mayor a 1, todos los tratamientos son económicamente viables es decir que los ingresos son mayores que los egresos por tanto todos los tratamientos son económicamente factibles.

Figura 14. Relación beneficio costo por tratamiento



5.2. Parámetros fisicoquímicos del agua

Argumedo y Rojas⁶⁷ describen que la calidad del agua está dada por el conjunto de propiedades físicas y químicas. Cualquier característica del agua que afecte el comportamiento de los peces y otros procesos es una variable de la calidad del agua, de acuerdo a la especie se deben tener dentro de los rangos adecuados

Se determinó diariamente temperatura pH y oxígeno mediante una sonda multiparamétrica YSY, registrándose los valores promedio que se muestran en la tabla 7

Para los tratamientos, las condiciones fisicoquímicas observadas diariamente fueron adecuadas para la especie objeto del estudio, con excepción de la temperatura que presentó variaciones por problemas técnicos y ocasionó la mortalidad de algunos ejemplares, pero no se constituyó una fuente de variabilidad sobre las variables productivas analizadas.

Tabla 7. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos durante el estudio.

PARÁMETROS	T1	T2	T3
Temperatura C°	28,20	28,70	28,5
pH	6,44	6,44	6,44
Oxígeno disuelto (mg/l)	4,03	3,97	4,04

⁶⁷ ARGUMEDO, E. y ROJAS, H. Manual de piscicultura con especies nativas: Asociación de piscicultores del Caquetá "ACUICA". Bogotá, Colombia: Plan nacional de desarrollo alternativo "Colombia siembra paz, 2005, p. 85.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- El tratamiento T1 (50% de balanceado comercial, más 50% de larvas forrajeras) registró diferencias estadísticas significativas con respecto a los otros tratamientos presentando, los mejores resultados de peso, talla y tasa de crecimiento simple.
- La supervivencia obtenida durante este estudio, demuestra la eficiencia de suministrar dietas constituidas por alimento vivo y balanceado comercial durante la fase de larvicultura de Arawana plateada.
- La alta supervivencia, demuestra la calidad nutricional de las dietas evaluadas y las buenas prácticas de manejo.
- Los parámetros fisicoquímicos monitoreados durante el periodo de ensayo, permanecieron dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de la especie.
- El análisis de relación beneficio costo demostró la viabilidad económica de las dietas.

6.2. RECOMENDACIONES

- Promover programas de larvicultura de Arawana plateada (*O. bicirrhosum*) alimentados con dietas del 50% de balanceado comercial del 43% de proteína y 50% de larvas forrajeras.
- Crear una línea de investigación orientada a la producción de arawana plateada en condiciones controladas, para promover el cultivo de esta especie íctica promisoría.
- Implementar un programa de producción intensiva de Arawana plateada, para el repoblamiento Amazónico.
- Desarrollar paquetes tecnológicos en busca de nuevas alternativas que aporten al mejoramiento de especies ícticas nativas.

- Incentivar al Ingeniero en Producción Acuícola a la investigación en especies nativas.

7. BIBLIOGRAFÍA

ARGUMEDO, E. y ROJAS, H. Manual de piscicultura con especies nativas: Asociación de Piscicultores del Caquetá "ACUICA". Bogotá, Colombia: Plan nacional de desarrollo alternativo "Colombia siembra paz, 2005, p. 85.

AINNOVA, Ruta Tecnológica Botánica Latinoamericana vol. N°27 Nueva granada Programa de Divulgación Científica. 2010 p. 10.

ARAUJO, R.; SOREGUI, J. & MONTREUIL, V. 1989. Pesquería del arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*). Dirección Regional de Pesquería V – Loreto. Iquitos – Perú. p.14

ARGUMEDO, TRILLERAS .Eric. Arawana, Manual para la cría y comercialización en cautiverio. Florencia, Colombia: FPAA y ACUICA. 2005, p.16-17

BELTRAN TUMAL D, RIVERA ROSERO I. Adaptación de Post larvas de bagre rayado (*Pseudoplatistoma fasciatum*) al alimento inerte en diferentes tiempos de acostumbamiento, en el laboratorio de larvicultura, Universidad de Nariño. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero en Producción Acuícola. Universidad de Nariño 2013. p. 71

CARDENAS TERAN V., y LOPEZ J.; Evaluación del efecto de la inclusión de prebióticos e inmunoestimulantes en un alimento comercial, en el crecimiento y supervivencia de alevinos de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*) en condiciones de laboratorio. Trabajo de grado, (Ingeniería en producción acuícola), Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola 2008 p.37.

-----Técnica de reproducción de especies ícticas nativas de la amazonia colombiana en la estación piscícola Doncello Caquetá. Trabajo de pasantía (Ingeniería en producción acuícola), Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola 2008 p.34

CASTRO BARRERA, Jorge, et al. Potencial reproductivo de seis poblaciones mexicanas de *Artemia franciscana* Kellog, 1906 cultivadas en laboratorio a 100 y 120 UPS. *BIOCYT: Biología Ciencia y Tecnología*, vol. 3.

CATALOGO DE BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA (*Osteoglossum bicirrhosum*) (Cuvier, 1829) Colombia, p. 113-128

CERÓN O.; HERNÁNDEZ, J.; PEÑA D.; ÁNGELES, M.A. y Escamilla J.A. Ensayo preliminar de manejo del *tenebrio molitor* como un posible ingrediente alterno en

dietas balanceadas para organismos acuáticos Instituto Tecnológico Superior del Estado de Hidalgo 2012

CUAICAL TARAPUES, Y, VALLEJO VANEGAS, E. Evaluación del efecto de la densidad de siembra e inclusión de ácido ascórbico en una dieta utilizada en la fase de levante de Arawana plateada (*Osteoglossum bicirrhosum*, vandelli 1829) cultivadas en jaulas. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniería en Producción Acuícola. Universidad de Nariño. 2011. p.21

EL, COMPORTAMIENTO DE LA PESCA EN. Sistema de información de pesca y acuicultura. BOLETIN MENSUAL, 2010. p 28

FAO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA; LA ALIMENTACIÓN. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura, 2002*. Food & Agriculture Org., 2002.p14

GUERRA F, RODRIGUEZ L, ISMIÑO R, NIÑEZ J Crecimiento y utilización de alimento en alevinos de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) alimentados con tres frecuencias alimenticias. Universidad de la Amazonia Peruana UNAP. Escuela de Post grado Cátedra concytec. Maestría en acuicultura Iquitos Perú .vol. 18 no 1-2 2009 p 45

HERNÁNDEZ, D, FLORES, QUINTANA, C, DOMITROVIC, H. BECHARA, J, SÁNCHEZ, S. Evaluación de diferentes dietas en los primeros estadios del desarrollo del bagre sudamericano (*Rhamdia quelen*), universidad nacional del nordeste comunicaciones científicas y tecnológicas 2005. Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE. Resumen Vol. 26 p.10

JORGE, Castro Mejía, potencial reproductivo de seis poblaciones mexicanas de *Artemia franciscana* Kellog, 1906 CULTIVADAS EN LABORATORIO A 100 Y 120 UPS. 2010. p 12.

LANDINES, M.; SANABIRA, A.; VICTORIA, P. Producción de peces ornamentales en Colombia. *INCODER. Bogotá, DC, 2007*. p.12

LÓPEZ, MACÍAS J, N. *Nutrición acuícola*. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias, 1997 p 210

LOS DELFINES, DE MANCO CAPAC Y.; DE, GRUPO DE MANEJO LOS TUCANES. PLAN DE MANEJO DE *Osteoglossum bicirrhosum* "arawana" EN LA COCHA SHAHUINTO-YANAYACU RIO PACAYA-RNPS. p 12

LUCHINI L.; SALAS, T. Primer alevinaje de bagre sudamericano, *Rhamdia sapo* (Val.) EIG. En condiciones controladas. Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral.16 (2). 1985. p.137

LUNA, F, Tenebrios, el gusano de harina, una alternativa para la alimentación de organismos acuáticos. Alimento vivo: Importancia y valor nutritivo. Ciencia y Desarrollo,. J... *Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos* Vol. 166: 70-77 2002 p.2

MALDONADO-OCAMPO, Javier Alejandro, Peces del río Tomo, cuenca del Orinoco, Colombia. *Biota colombiana*, 2006, vol. 7, no 1, p. 113-128.

MANCERA-N; ÁLVAREZ-L; COMERCIO DE PECES ORNAMENTALES EN COLOMBIA; The Trade Of Ornamental Fishes In Colombia. *Acta biol. colomb*, 2008, vol. 13, no 1, p. 23-52.

MANCINI, M. Introducción a la biología de los peces. Cursos Introducción a la Producción Animal y 2002. Producción Animal I, FAV UNRC p.5

MARTÍN, José Manuel Vergara; TABRAUE, Ricardo Haroun; HENRÍQUEZ, María Nieves González. *Evaluación de impacto ambiental de acuicultura en jaulas en Canarias*. Oceanográfica, 2005.p 23

MENESES., J, PAZ M, evaluación de los coeficientes de digestibilidad de dietas elaboradas con 10, 20 y 30% de hidrolizado de voceras de pescado en el alevinaje de Arawana plateada *Osteoglossum bicirrhosum*, VANDELLI (1829). Anteproyecto (Ingeniería en producción acuícola), Pasto, Colombia. Universidad de Nariño, Facultad de ciencias pecuarias, Programa de ingeniería en producción acuícola 2012 p12.

MOJICA, J, Peces de la cuenca del río Ranchería, La Guajira, Colombia. *Biota Colombiana*, 2013, vol. 7, no 1, p. 129-142.

PLAN DE MANEJO DE *Osteoglossum bicirrhosum* "arahuana" EN LA COCHA SHAHUINTO – YANAYACU RIO PACAYA – RNPS, p.5

RODRIGUEZ, C.; LANDINES. M, y ALONSO, J. Análisis situacional de la pesca de "arawana" *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) (*Osteoglossiformes: Osteoglossidae*) en el sector fronterizo Brasil-Colombia-Perú. Universidad de Antioquia. Memorias X Simposio Colombiano de ictiología 2009. *Acta Biol.*31.p 159.

----- . Arawanas bien conservadas. Universidad nacional de Colombia. Periódico, edición no.97. Septiembre 2006.p 4

RODRÍGUEZ. D, "Caracterización fisiológica de una cepa silvestre de *beauveriabassiana* (bals.) vuill. y su mutante resistente a 2-desoxiglucosa" trabajo de grado doctor en biotecnología (Universidad Autónoma Metropolitana). Iztapalapa, D. F. Departamento de Biotecnología 2009. p 39.

RODRÍGUEZ L; URQUIJO, A y LANDINES, M. Influencia de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) p.1

SOSTENIBLE, Biocomercio; BIOLÓGICOS, Recursos. Información básica sobre el mercado mundial de Peces Ornamentales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá–Colombia, 2002, vol. 4, p. 4-15.

SORIANO. M. LUNA, J, El Gusano de harina, una alternativa para la alimentación de organismos acuáticos. Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México 2013 p.45

TOLEDO, Sergio José. Aspectos generales de la nutrición de peces, nuevas tendencias. En I seminario de acuicultura continental de especies de agua cálido –templadas. habana.cuba 2005, p 3.

VIGLIANO, Fabricio Andrés; QUIROGA, María Isabel; NIETO, José María. Adaptaciones metabólicas al ayuno y realimentación en peces [Metabolic adaptation to food deprivation and refeeding in fish]. *Rev. Ictiol*, 1979, vol. 10, no 108, p. 2002.

ZÚÑIGA UPEGUI, Pamela Tatiana. Lineamientos de gestión ambiental para el control del tráfico ilícito de peces ornamentales dulceacuícolas de las cuencas Amazonas y Orinoco. 2010.p 18

ANEXOS

Anexo A. Registro de los valores de peso y talla promedios obtenidos durante el periodo de estudio

Tratamiento	Réplica	Muestra	Peso(g)	Talla(cm)
1	1	1	0,83	4,51
1	1	2	0,82	4,52
1	1	3	0,84	4,53
1	1	4	0,85	4,6
1	1	5	0,82	4,55
1	1	6	0,83	4,68
1	1	7	0,84	4,48
1	2	1	0,83	4,4
1	2	2	0,85	4,57
1	2	3	0,85	4,66
1	2	4	0,85	4,83
1	2	5	0,83	4,52
1	2	6	0,88	4,46
1	2	7	0,74	4,42
1	3	1	0,86	4,63
1	3	2	0,82	4,52
1	3	3	0,83	4,8
1	3	4	0,85	4,49
1	3	5	0,83	4,47
1	3	6	0,76	4,41
1	3	7	0,88	4,53
1	4	1	0,85	4,41
1	4	2	0,87	4,56
1	4	3	0,75	4,41
1	4	4	0,85	4,42
1	4	5	0,88	4,95
1	4	6	0,83	4,61
1	4	7	0,81	4,51
2	1	1	0,87	4,58
2	1	2	0,86	4,52
2	1	3	0,84	4,53
2	1	4	0,87	4,66
2	1	5	0,86	4,75
2	1	6	0,88	4,68
2	1	7	0,84	4,73
2	2	1	0,89	4,59
2	2	2	0,84	4,67
2	2	3	0,88	4,66
2	2	4	0,85	4,75
2	2	5	0,84	4,63

Tratamiento	Réplica	Muestra	Peso (g)	Talla (cm)
2	2	6	0,89	4,56
2	2	7	0,84	4,58
2	3	1	0,82	4,63
2	3	2	0,84	4,68
2	3	3	0,87	4,59
2	3	4	0,89	4,69
2	3	5	0,87	4,68
2	3	6	0,86	4,61
2	3	7	0,88	4,58
2	4	1	0,85	4,64
2	4	2	0,89	4,66
2	4	3	0,87	4,59
2	4	4	0,84	4,58
2	4	5	0,88	4,75
2	4	6	0,87	4,67
2	4	7	0,84	4,55
3	1	1	0,97	4,86
3	1	2	0,95	4,99
3	1	3	0,99	4,97
3	1	4	0,98	4,88
3	1	5	0,98	4,89
3	1	6	0,99	4,98
3	1	7	0,99	4,98
3	2	1	0,97	4,97
3	2	2	0,97	4,87
3	2	3	0,98	4,91
3	2	4	0,99	4,97
3	2	5	0,97	4,89
3	2	6	0,99	4,98
3	2	7	0,98	4,92
3	3	1	0,96	4,92
3	3	2	1,00	4,92
3	3	3	0,97	4,88
3	3	4	0,99	4,99
3	3	5	0,98	4,97
3	3	6	0,96	4,89
3	3	7	0,98	4,98
3	4	1	0,99	5,02
3	4	2	0,97	4,96
3	4	3	0,99	5,01
3	4	4	0,98	4,84
3	4	5	0,98	4,85

Tratamiento	Réplica	Muestra	Peso (g)	Talla (cm)
3	4	6	0,98	4,96
3	4	7	0,95	4,91

Anexo B. Monitoreo parámetros fisicoquímicos para una hora durante todo el periodo de estudio. Tratamiento 1.

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
1	1	1	7	6,45	28,4	4,07
1	1	2	7	6,43	28,1	4,07
1	1	3	7	6,45	28,1	3,95
1	1	4	7	6,45	28,2	3,95
1	1	5	7	6,43	28,5	3,95
1	1	6	7	6,45	27,8	3,95
1	1	7	7	6,5	28,6	4,07
1	1	8	7	6,45	28,4	3,95
1	1	9	7	6,45	28,7	4,07
1	1	10	7	6,43	28,4	4,07
1	1	11	7	6,34	28,9	4,07
1	1	12	7	6,43	28,8	3,95
1	1	13	7	6,45	28	3,95
1	1	14	7	6,55	29	4,14
1	1	15	7	6,45	28	4,14
1	1	16	7	6,45	28,4	4,14
1	1	17	7	6,5	28,2	4,14
1	1	18	7	6,34	28,3	3,95
1	1	19	7	6,34	28,3	3,95
1	1	20	7	6,45	28,1	4,02
1	1	21	7	6,38	28,4	4,07
1	1	22	7	6,38	28,2	4,02
1	1	23	7	6,34	28,7	3,95
1	1	24	7	6,34	28,2	3,95
1	1	25	7	6,5	28	4,02
1	1	26	7	6,55	28	3,92
1	1	27	7	6,5	28	4,07
1	1	28	7	6,55	28,6	4,07
1	1	29	7	6,34	27,8	3,81
1	1	30	7	6,34	28	4,1
1	1	31	7	6,5	29	3,81
1	1	32	7	6,35	28,1	3,92
1	1	33	7	6,35	27,9	3,92

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
1	1	34	7	6,38	28	3,92
1	2	1	7	6,43	28,4	3,81
1	2	2	7	6,45	28,1	3,85
1	2	3	7	6,38	28,1	4,14
1	2	4	7	6,38	28,1	3,85
1	2	5	7	6,45	27,8	4,07
1	2	6	7	6,45	28,6	4,14
1	2	7	7	6,43	28,6	4,14
1	2	8	7	6,32	28,4	3,81
1	2	9	7	6,35	28,9	3,81
1	2	10	7	6,55	28,5	3,81
1	2	11	7	6,5	28	3,81
1	2	12	7	6,38	29	4,14
1	2	13	7	6,45	28	3,81
1	2	14	7	6,35	28	4,14
1	2	15	7	6,5	28,4	4,14
1	2	16	7	6,5	28,2	3,81
1	2	17	7	6,34	28,3	3,81
1	2	18	7	6,5	28,2	3,81
1	2	19	7	6,45	28,1	4,02
1	2	20	7	6,38	28,4	4,02
1	2	21	7	6,48	28,6	4,02
1	2	22	7	6,43	28,2	4,02
1	2	23	7	6,38	28,6	4,02
1	2	24	7	6,34	28	4,02
1	2	25	7	6,55	28	4,02
1	2	26	7	6,45	27,9	3,85
1	2	27	7	6,45	28,4	3,81
1	2	28	7	6,45	28,6	3,85
1	2	29	7	6,55	27,8	3,81
1	2	30	7	6,48	27,8	3,81
1	2	31	7	6,45	28	3,81
1	2	32	7	6,5	29	3,81
1	2	33	7	6,35	28,1	3,81
1	2	34	7	6,5	28	4,02
1	3	1	7	6,47	28,4	3,81
1	3	2	7	6,38	27,8	4,14
1	3	3	7	6,45	28,1	3,85
1	3	4	7	6,45	27,9	3,85
1	3	5	7	6,45	28	3,85
1	3	6	7	6,55	28,5	4,14

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
1	3	9	7	6,45	28,7	4,14
1	3	10	7	6,55	28,4	4,1
1	3	11	7	6,5	28,9	4,1
1	3	12	7	6,5	28,5	3,81
1	3	13	7	6,48	28	3,81
1	3	14	7	6,38	29	4,14
1	3	15	7	6,35	28	4
1	3	16	7	6,55	28,4	4
1	3	17	7	6,5	28,2	3,81
1	3	18	7	6,34	28,3	3,98
1	3	19	7	6,34	28,3	4,1
1	3	20	7	6,34	28,1	4,02
1	3	21	7	6,38	28,4	4,07
1	3	22	7	6,38	28,2	3,98
1	3	23	7	6,34	28,7	4,14
1	3	24	7	6,43	28,2	4,07
1	3	25	7	6,5	28	3,81
1	3	26	7	6,55	28	4,07
1	3	27	7	6,5	28	4,07
1	3	28	7	6,55	28,4	3,98
1	3	29	7	6,53	27,8	4,21
1	3	30	7	6,35	28	4,1
1	3	31	7	6,5	28,2	4,21
1	3	32	7	6,35	28,1	4,21
1	3	33	7	6,5	27,9	4,21
1	3	34	7	6,38	28	4,21
1	4	1	7	6,34	28,4	4
1	4	2	7	6,38	28,1	4
1	4	3	7	6,45	28,1	3,85
1	4	4	7	6,45	28	3,85
1	4	5	7	6,34	28,5	3,85
1	4	6	7	6,55	28,8	4,02
1	4	7	7	6,34	28,6	4
1	4	8	7	6,43	28,4	4,07
1	4	9	7	6,35	28,7	4,1
1	4	10	7	6,55	28,3	4,07
1	4	11	7	6,5	28,3	4,07
1	4	12	7	6,5	28,5	4,07
1	4	13	7	6,45	28	4,05
1	4	14	7	6,38	29	4

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
1	4	15	7	6,55	28	4
1	4	16	7	6,55	28,4	4,1
1	4	17	7	6,5	28,2	4,21
1	4	18	7	6,45	28,2	3,98
1	4	19	7	6,45	28,1	4,1
1	4	20	7	6,45	28,1	4,02
1	4	21	7	6,38	28,4	4,05
1	4	22	7	6,38	28,2	3,98
1	4	23	7	6,55	28,5	4,1
1	4	24	7	6,43	28,2	4,05
1	4	25	7	6,5	28	4,14
1	4	26	7	6,55	28	4,05
1	4	27	7	6,5	28	3,99
1	4	28	7	6,55	28,6	3,99
1	4	29	7	6,53	27,8	4,21
1	4	30	7	6,47	28	4,1
1	4	31	7	6,5	29	4,2
1	4	32	7	6,35	28,1	3,99
1	4	33	7	6,5	27,9	3,99
1	4	34	7	6,38	28	3,99

Anexo C. Monitoreo parámetros fisicoquímicos para una hora durante todo el periodo de estudio. Tratamiento 2

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
2	1	1	7	6,48	29	3,85
2	1	2	7	6,35	27,8	4,2
2	1	3	7	6,35	27,9	3,85
2	1	4	7	6,32	28	4
2	1	5	7	6,38	27,9	4
2	1	6	7	6,47	28,2	3,85
2	1	7	7	6,43	28,9	4,05
2	1	8	7	6,5	28,6	3,99
2	1	9	7	6,35	28,8	3,99
2	1	10	7	6,55	29,1	3,99
2	1	11	7	6,53	28,2	3,99
2	1	12	7	6,47	28,5	4,1
2	1	13	7	6,47	27,9	4
2	1	14	7	6,5	28,2	3,98
2	1	15	7	6,5	28,6	4,2
2	1	16	7	6,5	28,5	4

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
2	1	17	7	6,5	28,5	4,1
2	1	18	7	6,53	28	4,2
2	1	19	7	6,53	28,4	3,99
2	1	20	7	6,53	28	4,2
2	1	21	7	6,43	28,5	3,99
2	1	22	7	6,5	28,7	3,99
2	1	23	7	6,53	28,6	4,05
2	1	24	7	6,47	28,8	4,05
2	1	25	7	6,35	28,9	4,21
2	1	26	7	6,32	28,7	3,99
2	1	27	7	6,53	28,1	3,85
2	1	28	7	6,48	28,4	4,2
2	1	29	7	6,34	28,4	3,99
2	1	30	7	6,5	28,1	3,85
2	1	31	7	6,53	29	3,99
2	1	32	7	6,47	28,4	4,1
2	1	33	7	6,38	27,9	4,1
2	1	34	7	6,34	27,8	4,1
2	2	1	7	6,32	28,5	3,85
2	2	2	7	6,45	28	4,2
2	2	3	7	6,34	27,9	3,85
2	2	4	7	6,32	28,1	4,1
2	2	5	7	6,38	28	4
2	2	6	7	6,47	28,2	3,98
2	2	7	7	6,35	28,3	4,05
2	2	8	7	6,3	28,6	3,98
2	2	9	7	6,35	28,5	4,2
2	2	10	7	6,45	28,6	3,98
2	2	11	7	6,53	28,1	4,1
2	2	12	7	6,47	28,5	4,1
2	2	13	7	6,47	27,9	4
2	2	14	7	6,5	28,2	3,98
2	2	15	7	6,5	28,4	4,2
2	2	16	7	6,5	28,5	3,98
2	2	17	7	6,43	28,6	4,1
2	2	18	7	6,34	28	4,2
2	2	19	7	6,48	28,2	3,98
2	2	20	7	6,53	28	4,2
2	2	21	7	6,32	28,5	3,98
2	2	22	7	6,5	28,7	3,98
2	2	23	7	6,48	28,6	3,98
2	2	24	7	6,47	28,8	4,05

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
2	2	25	7	6,35	28,9	3,92
2	2	26	7	6,32	28,7	3,98
2	2	27	7	6,53	28,1	3,85
2	2	28	7	6,48	28,4	4,2
2	2	29	7	6,48	28,4	3,98
2	2	30	7	6,5	27,9	3,85
2	2	31	7	6,53	29	3,99
2	2	32	7	6,53	28,4	4,1
2	2	33	7	6,3	28	4,1
2	2	34	7	6,53	27,9	4,1
2	3	1	7	6,53	28,3	3,85
2	3	2	7	6,35	28,1	4,2
2	3	3	7	6,35	27,8	3,95
2	3	4	7	6,32	27,9	3,98
2	3	5	7	6,3	27,8	3,97
2	3	6	7	6,47	28,2	3,97
2	3	7	7	6,34	28,2	3,97
2	3	8	7	6,43	28,3	3,97
2	3	9	7	6,35	28,8	4,1
2	3	10	7	6,43	28,1	3,97
2	3	11	7	6,55	28,2	4,1
2	3	12	7	6,53	28,5	4,1
2	3	13	7	6,47	27,8	4
2	3	14	7	6,5	28,2	3,98
2	3	15	7	6,5	28,5	4,2
2	3	16	7	6,5	28,5	4
2	3	17	7	6,32	28,4	4,1
2	3	18	7	6,43	28,1	4,2
2	3	19	7	6,48	28,5	3,97
2	3	20	7	6,53	28,2	4,2
2	3	21	7	6,32	28,5	4,05
2	3	22	7	6,5	28,1	3,97
2	3	23	7	6,48	28,6	4,05
2	3	24	7	6,47	28,8	4,05
2	3	25	7	6,35	28,9	4,21
2	3	26	7	6,32	28,7	3,97
2	3	27	7	6,53	28,2	3,95
2	3	28	7	6,48	28,4	4,2
2	3	29	7	6,34	28,4	3,97
2	3	30	7	6,35	27,9	3,95
2	3	31	7	6,53	29	3,92
2	3	32	7	6,47	28,4	4,1

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
2	3	33	7	6,3	27,8	4,1
2	3	34	7	6,34	28	4,1
2	4	1	7	6,3	28,4	4,05
2	4	2	7	6,45	28,8	4,2
2	4	3	7	6,45	27,8	3,95
2	4	4	7	6,32	27,9	4
2	4	5	7	6,3	27,8	4
2	4	6	7	6,47	28,2	3,95
2	4	7	7	6,45	28,6	3,97
2	4	8	7	6,43	28,6	3,97
2	4	9	7	6,35	28,8	4,1
2	4	10	7	6,43	29,1	3,97
2	4	11	7	6,45	28,2	4,1
2	4	12	7	6,47	28,4	4,1
2	4	13	7	6,34	27,8	4
2	4	14	7	6,5	28,2	3,98
2	4	15	7	6,5	28,6	4,2
2	4	16	7	6,5	28,3	4
2	4	17	7	6,5	28,1	4,1
2	4	18	7	6,47	28	4,2
2	4	19	7	6,48	28,2	3,97
2	4	20	7	6,53	28,1	4,2
2	4	21	7	6,43	28,6	3,97
2	4	22	7	6,5	28,4	3,97
2	4	23	7	6,3	28,5	4,05
2	4	24	7	6,34	28,8	4,05
2	4	25	7	6,35	28,9	4,21
2	4	26	7	6,32	28,7	3,97
2	4	27	7	6,53	28,1	3,95
2	4	28	7	6,3	28,4	4,2
2	4	29	7	6,34	28,4	3,97
2	4	30	7	6,5	27,9	3,95
2	4	31	7	6,6	29	3,99
2	4	32	7	6,34	28,3	4,1
2	4	33	7	6,34	27,8	4,1
2	4	34	7	6,34	28,1	4,1

Anexo D. Monitoreo parámetros fisicoquímicos para una hora durante todo el periodo de estudio. Tratamiento 3.

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
3	1	1	7	6,43	28,7	4,1
3	1	2	7	6,43	28,7	3,95
3	1	3	7	6,45	28,8	3,9
3	1	4	7	6,55	28,8	4
3	1	5	7	6,5	27,8	4,2
3	1	6	7	6,3	28	4,2
3	1	7	7	6,47	29,1	3,9
3	1	8	7	6,5	28	3,97
3	1	9	7	6,6	28	3,92
3	1	10	7	6,5	28,9	4,2
3	1	11	7	6,3	28,1	4,1
3	1	12	7	6,47	28,2	4,05
3	1	13	7	6,5	28,3	3,9
3	1	14	7	6,34	29,1	4,1
3	1	15	7	6,47	28,5	4,05
3	1	16	7	6,45	28,7	4,2
3	1	17	7	6,5	28,5	4,2
3	1	18	7	6,48	28,7	4,2
3	1	19	7	6,5	27,9	4
3	1	20	7	6,3	28,4	4,1
3	1	21	7	6,48	28,4	4
3	1	22	7	6,5	28,4	4,2
3	1	23	7	6,47	28,4	3,97
3	1	24	7	6,48	28,1	3,92
3	1	25	7	6,47	29	4,05
3	1	26	7	6,45	28,6	3,9
3	1	27	7	6,6	28,2	4,21
3	1	28	7	6,48	28,2	4,2
3	1	29	7	6,35	28,7	4,2
3	1	30	7	6,6	28,6	4,2
3	1	31	7	6,32	28,2	4,05
3	1	32	7	6,32	28,9	3,97
3	1	33	7	6,45	28,2	4,2
3	1	34	7	6,45	28,4	3,99
3	2	1	7	6,48	28,5	4,1
3	2	2	7	6,32	28,5	3,99
3	2	3	7	6,45	28,7	3,99
3	2	4	7	6,43	28,8	4
3	2	5	7	6,42	28,3	4,2

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
3	2	6	7	6,3	28	4,2
3	2	7	7	6,32	29,1	3,9
3	2	8	7	6,42	28	3,97
3	2	9	7	6,6	28	3,92
3	2	10	7	6,5	28,9	4,2
3	2	11	7	6,3	29	4,1
3	2	12	7	6,6	28,7	4,05
3	2	13	7	6,5	28,1	3,9
3	2	14	7	6,47	28,6	4,1
3	2	15	7	6,47	28,5	4,05
3	2	16	7	6,35	28,7	4,2
3	2	17	7	6,5	28,5	4,2
3	2	18	7	6,45	28,7	4,2
3	2	19	7	6,5	27,9	4
3	2	20	7	6,3	28,4	4,1
3	2	21	7	6,6	28,4	4
3	2	22	7	6,5	28,5	3,98
3	2	23	7	6,34	28,4	3,97
3	2	24	7	6,42	28,1	3,92
3	2	25	7	6,35	28,8	4,05
3	2	26	7	6,6	28,6	3,9
3	2	27	7	6,6	28,2	4,21
3	2	28	7	6,42	28,2	4,2
3	2	29	7	6,35	29,1	4,2
3	2	30	7	6,6	28,6	4,2
3	2	31	7	6,6	28,2	4,05
3	2	32	7	6,32	28,9	3,97
3	2	33	7	6,45	28,2	4,2
3	2	34	7	6,45	27,9	3,99
3	3	1	7	6,45	28,2	4,1
3	3	2	7	6,3	28,7	3,9
3	3	3	7	6,45	28,8	3,9
3	3	4	7	6,34	28,8	4
3	3	5	7	6,32	27,9	4,2
3	3	6	7	6,3	28	4,2
3	3	7	7	6,5	28,4	3,9
3	3	8	7	6,42	28	3,97
3	3	9	7	6,6	28	3,92
3	3	10	7	6,5	28,9	4,2
3	3	11	7	6,3	28,5	4,1
3	3	12	7	6,47	28,5	4,05
3	3	13	7	6,5	28,6	3,9

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
3	3	14	7	6,6	29,1	4,1
3	3	15	7	6,6	28,5	4,05
3	3	16	7	6,45	28,7	4,2
3	3	17	7	6,42	28,5	4,2
3	3	18	7	6,42	28,5	4,2
3	3	19	7	6,5	28,5	4
3	3	20	7	6,3	28,4	4,1
3	3	21	7	6,48	28,4	3,97
3	3	22	7	6,42	28,4	4,2
3	3	23	7	6,47	28,4	3,97
3	3	24	7	6,48	28,1	3,92
3	3	25	7	6,47	29	4,05
3	3	26	7	6,42	28,6	3,9
3	3	27	7	6,6	28,2	4,21
3	3	28	7	6,48	28,2	4,2
3	3	29	7	6,55	29,1	4,2
3	3	30	7	6,6	28,6	4,2
3	3	31	7	6,42	28,5	4,05
3	3	32	7	6,42	28,9	3,97
3	3	33	7	6,45	28,2	4,2
3	3	34	7	6,45	27,9	3,99
3	4	1	7	6,48	28,7	4,1
3	4	2	7	6,6	28,7	4,2
3	4	3	7	6,45	28,8	3,9
3	4	4	7	6,34	28,8	4
3	4	5	7	6,32	27,8	4,2
3	4	6	7	6,3	28	4,2
3	4	7	7	6,55	28,5	3,9
3	4	8	7	6,42	28,2	3,97
3	4	9	7	6,6	28,1	3,92
3	4	10	7	6,5	28,9	4,2
3	4	11	7	6,3	29	4,1
3	4	12	7	6,42	28,7	4,05
3	4	13	7	6,35	28,6	3,9
3	4	14	7	6,6	28,5	4,1
3	4	15	7	6,6	28,5	4,05
3	4	16	7	6,55	28,7	4,05
3	4	17	7	6,32	28,5	4,2
3	4	18	7	6,6	28,7	4,2
3	4	19	7	6,5	27,9	4
3	4	20	7	6,3	28,4	4,1
3	4	21	7	6,6	28,4	4

Tratamiento	Réplica	Día	Hora	pH	T (°C)	OD
3	4	22	7	6,32	28,4	4,2
3	4	23	7	6,47	28,4	3,97
3	4	24	7	6,42	28,1	3,92
3	4	25	7	6,34	29	4,05
3	4	26	7	6,3	28,6	3,9
3	4	27	7	6,3	28,2	4,21
3	4	28	7	6,48	28,2	4,2
3	4	29	7	6,45	29,1	4,2
3	4	30	7	6,3	28,6	4,2
3	4	31	7	6,42	28,4	4,05
3	4	32	7	6,32	28,9	3,97
3	4	33	7	6,45	28,2	4,2
3	4	34	7	6,45	28,3	3,99

Anexo E. Comparaciones Múltiples para peso inicial por Tratamiento

Tratamiento	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
1	28	0,853214	0,00486787	X
2	28	0,881429	0,00486787	X
3	28	0,877857	0,00486787	X

* No denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo F. Comparaciones Múltiples para Talla inicial por Tratamiento

Tratamiento	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
1	28	4,70795	0,0183488	X
2	28	4,68536	0,0183488	X
3	28	4,69291	0,0183488	X

* No denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo G. Análisis de varianza para incremento de peso.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	40,7953	83	0,49151		
Residuo	0,0	0			
Total (Corr.)	40,7953	83			

Anexo H. Comparaciones Múltiples para Incremento de peso por Tratamiento

Tratamiento	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
2	28	2,3725	0,0973667	X
3	28	2,67786	0,0973667	X
1	28	3,57	0,0973667	X

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo I. Análisis de varianza para incremento de Talla

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	17,9304	83	0,216028		
Residuo	0,0	0			
Total (Corr.)	17,9304	83			

Anexo J. Comparaciones Múltiples para incremento de Talla por Tratamiento

Tratamiento	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
2	28	4,90036	0,0661054	X
3	28	4,90964	0,0661054	X
1	28	5,60393	0,0661054	X

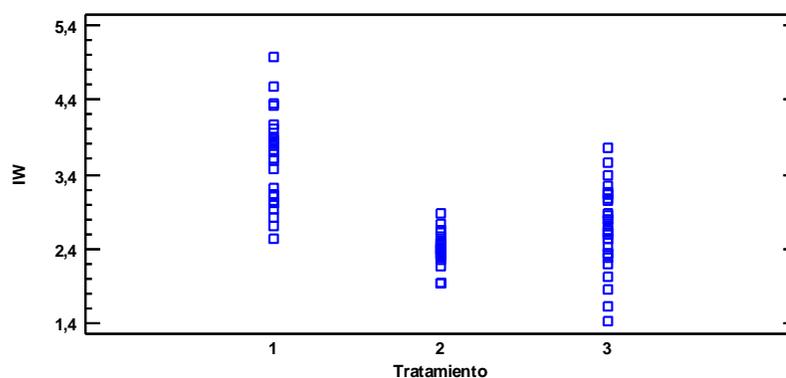
* denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo K. Resumen estadístico para incremento de peso

Trat.	Recuento	Media Geométrica	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	28	3,52295	0,592834	16,606	2,55	4,97	2,42
2	28	2,36137	0,230549	9,71755	1,94	2,89	0,95
3	28	2,61782	0,550692	20,5647	1,44	3,74	2,3
Tot	84	2,79257	0,701077	24,3984	1,44	4,97	3,53

Anexo L. Gráfico para incremento de peso

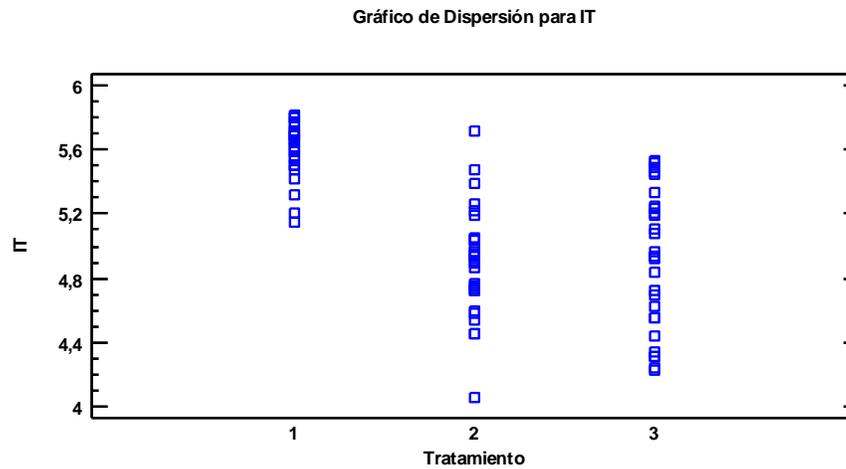
Gráfico de Dispersión para IW



Anexo M. Resumen estadístico para incremento de longitud.

Trat.	Recuento	Media Geométrica	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	28	5,60139	0,169669	3,03%	5,15	5,81	0,66
2	28	4,88871	0,343398	7,01%	4,06	5,72	1,66
3	28	4,8918	0,423797	8,63%	4,23	5,53	1,3
Total	84	5,11665	0,464789	9,05%	4,06	5,81	1,75

Anexo N. Gráfico para incremento de talla



Anexo O. Análisis de varianza para Tasa de crecimiento simple

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2,58887	83	0,0311912		
Residuo Total (Corr.)	0,0	0			
Total	2,58887	83			

Anexo P. Comparaciones Múltiples para Tasa de crecimiento simple

Tratamiento	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
2	28	1,1725	0,0252066	X
3	28	1,28464	0,0252066	X
1	28	1,47464	0,0252066	X

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

Anexo Q. Resumen estadístico para Tasa de crecimiento simple

Trat.	Recuento	Media Geométrica	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
1	28	1,4689	0,132315	8,97%	1,22	1,76	0,54
2	28	1,17047	0,0694755	5,93%	1,03	1,32	0,29
3	28	1,27443	0,15864	12,35%	0,88	1,55	0,67
Total	84	1,29884	0,17661	13,48%	0,88	1,76	0,88

Anexo R. Conversión Alimenticia

Tratamiento	Conversión alimenticia
1	2,1334
2	2,5065
3	2,2992

Anexo S. Supervivencia prueba de Brand-Snedecor

n =	3
n - 1 =	2
Alfa =	0,05
1 - alfa =	0,95
p =	0,889
q = (1 - p)	0,111

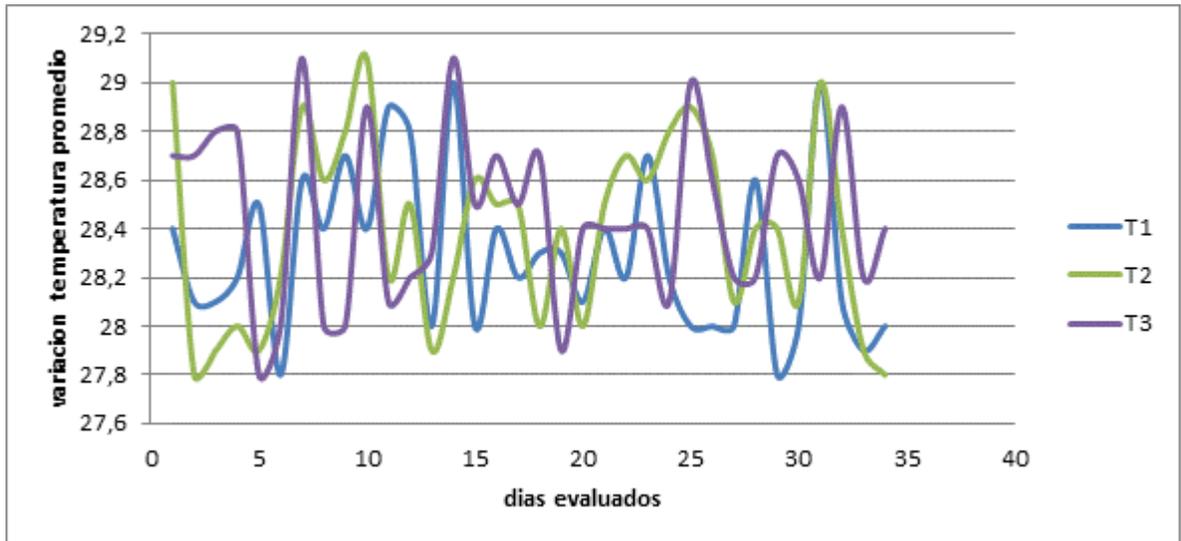
$$X^2_c = 0,788$$

$$X^2_{t(1-\text{alfa})} = 7,81$$

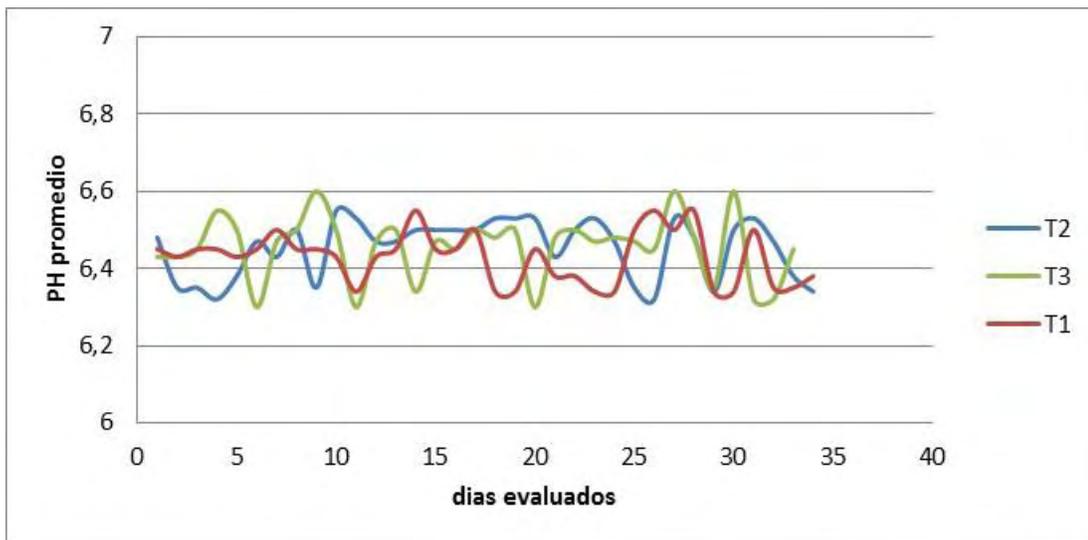
$$X^2_c > X^2_{t(1-\text{alfa})}$$

No existen diferencias estadísticas significativas

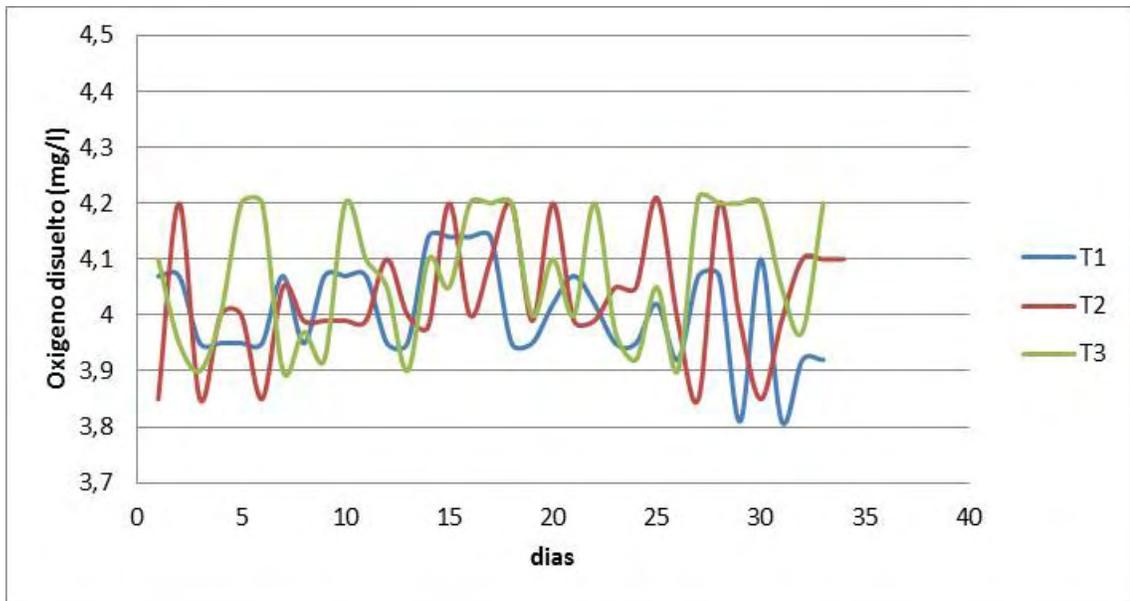
Anexo T. Comportamiento del a temperatura promedio durante el periodo de estudio.



Anexo V. Comportamiento del PH durante el periodo de estudio.



Anexo W. Comportamiento del a temperatura promedio durante el periodo de estudio.



Anexo. X Mantenimiento cultivo de tenebrios.

PREPARACIÓN RACIONES PARA MEDIO DE CULTIVO TENEBRIOS					
Ingrediente	unidad kg	precio (\$)	%	% en gr	% en kg
Harina de maíz(kg)	1	1600	15	450	0,450
salvado de trigo (kg)	1	2300	10	300	0,300
balanceado para pollos engorde (kg)	1	2700	15	450	0,450
Harina de trigo (kg)	1	1400	25	750	0,750
cereales (kg)	1	2700	35	1050	1,050