

**EFFECTO DEL ALIMENTO VIVO *Daphnia magna* Y *Enchytraeus buchholzi* EN
JUVENILES DE *Apistogramma cacatuoides* EN CONDICIONES DE
CAUTIVERIO, EN LA CIUDAD DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA.**

SARA IVEETT ROMO PAZMIÑO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**EFFECTO DEL ALIMENTO VIVO *Daphnia magna* Y *Enchytraeus buchholzi* EN
JUVENILES DE *Apistogramma cacatuoides* EN CONDICIONES DE
CAUTIVERIO, EN LA CIUDAD DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA.**

SARA IVEETT ROMO PAZMIÑO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Zootecnista**

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

**Codirector
CARLOS ADRIÁN OREJUELA GARCÍA
Zoot.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECCIA
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.”

Artículo 1^o del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS
Director

JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES
Jurado Delegado

LESVY RAMOS OBANDO
Jurado

San Juan de Pasto, Abril del 2015.

DEDICATORIA.

Quiero agradecer a Dios y a la virgen, por fortalecer mi fe, regalarme esperanza y convicción para poder cumplir todos mis objetivos.

A mi madre, una mujer luchadora, que día a día me respaldó, mi compañía incondicional, quien me inculcó valores para poder ser la persona que soy hoy, tú eres y siempre serás mi motor en la vida.

A mi hermano, quien me acompañó brindándome fortaleza en momentos de decaimiento, quien nunca dejó de creer en mí, y me dio esperanzas para seguir labrando mi camino.

A mi padre, que me enseñaste a ser perseverante a ser una mujer fuerte y sé que desde el cielo seguirás cuidando de mí y protegiéndome como siempre lo hacías.

A mis amigos de vida y de la universidad, que compartieron cada instante a mi lado, pero que nunca me dieron la espalda, a mis amigos palmireños y Carlos que con su apoyo y cariño hicieron de esta trayectoria un camino que jamás se podrá olvidar.

A mis familiares por el apoyo y comprensión que no solo me han brindado a mí, sino también a mi madre y hermano.

"la vida consiste no en tener buenas cartas, sino jugar bien las que uno tiene" Josh Billings.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos:

JORGE NELSON LÓPEZ MACÍAS	D.M.V.Z., Esp., M.Sc., Ph.D
JAVIER ANDRÉS MARTÍNEZ BENAVIDES	Zoot.,Esp., IPA., M. Sc. DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. UNIVERSIDAD DE NARIÑO.
LESVY RAMOS OBANDO	Zoot., IPA., M.Sc. DOCENTE DEL PROGRAMA DE ZOOTECNIA. UNIVERSIDAD DE NARIÑO.
CARLOS ALBERTO JARAMILLO CRUZ	Zoot., M.Sc DOCENTE DEL PROGRAMA DE ZOOTECNIA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
CARLOS ADRIÁN OREJUELA GARCÍA	ZOOTECNISTA.
LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA	Zoot., Esp. SECRETARIO ACADÉMICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS. UNIVERSIDAD DE NARIÑO.
OSCAR MEJÍA SANTACRUZ	AUXILIAR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN ESPECIALIZADA DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBILÓGICOS UNIVERSIDAD DE NARIÑO.
CARLOS SOLARTE PORTILLA	Zoot.,Esp., M.Sc., PhD. RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO.
LICETH MORALES	SECRETARIA DEL PROGRAMA DE ZOOTECNIA.

Y a todas y cada una de las personas que de una u otra forma contribuyeron con su aporte para la finalización de este trabajo.

CONTENIDO.

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	17
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
3. OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GENERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4. MARCO TEÓRICO	20
4.1 CÍCLIDO CACATÚA (<i>Apistogramma cacatuoides</i>)	20
4.2 DIMORFISMO SEXUAL	21
4.3 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA	21
4.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	22
4.5 ALIMENTO VIVO	23
4.6 PULGA DE AGUA (<i>Daphnia magna</i>)	23
4.7 GUSANO GRINDAL (<i>Enchytraeus buchholzi</i>)	25
4.8 ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL PARA PECES ORNAMENTALES	26
4.9 ALIMENTACIÓN EN JUVENILES DE <i>APISTOGRAMMA</i>	27
5. DISEÑO METODOLÓGICO	28
5.1 LOCALIZACIÓN	28
5.2 MATERIAL BIOLÓGICO	28
5.3 INSTALACIONES EQUIPOS Y MATERIALES	28
5.4 PROTOCOLOS DE CULTIVO PARA ALIMENTO VIVO	28

5.4.1	Protocolo para cultivo de Pulga de Agua	29
5.4.2	Protocolo para cultivo de gusano grindal	29
5.5	ALIMENTACIÓN	29
5.6	PROFILAXIS	29
5.7	DISEÑO EXPERIMENTAL	30
5.7.1	Modelo matemático del diseño irrestrictamente al azar (DIA)	30
5.8	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	30
5.9	VARIABLES A EVALUAR	31
5.9.1	Tasa de crecimiento simple	31
5.9.2	Conversión alimenticia aparente	31
5.9.3	Incremento de talla	31
5.9.4	Incremento de peso	31
5.9.5	Mortalidad	32
5.9.6	Análisis parcial de costos	32
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
6.1	PESO INICIAL DE SIEMBRA	33
6.2	INCREMENTO DE PESO	33
6.3	TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE	34
6.4	CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE	35
6.5	INCREMENTO DE TALLA	36
6.6	MORTALIDAD	37
6.7	ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS	39

6.8 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	40
6.8.1 Temperatura	40
6.8.2 pH	41
6.8.3 Amonio	42
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
7.1 CONCLUSIONES	43
7.2 RECOMENDACIONES	43
8. BIBLIOGRAFÍA	44
9. ANEXOS	47

LISTA DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. Análisis parcial de costos	39
Tabla 2. Resumen de cálculo relación beneficio costo	39

LISTA DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. <i>Apistogramma cacatuoides</i> macho	20
Figura 2. <i>Apistogramma cacatuoides</i> macho y hembra	21
Figura 3. <i>Daphnia magna</i> macho y hembra	24
Figura 4. Ejemplar gusano grindal	26
Figura 5. Incremento de peso durante el periodo de estudio	34
Figura 6. Tasa de crecimiento simple promedio diaria.	35
Figura 7. Conversión alimenticia aparente	36
Figura 8. Incremento de talla	37
Figura 9. Porcentaje de mortalidad.	38
Figura 10. Relación beneficio/costo por tratamiento	40
Figura 11. Comportamiento de la temperatura en las semanas evaluadas	41
Figura 12. Comportamiento de pH en las semanas evaluadas	41
Figura 13. Comportamiento de Amonio mg/l en las semanas evaluadas	42

LISTA DE ANEXOS.

	Pág.
Anexo A. Registro de los valores de pesos en el periodo evaluado	48
Anexo B. Registro de valores de talla en el periodo evaluado	49
Anexo C. Registro de temperatura C° promedio semana.	50
Anexo D. Registro de pH promedio semanal	50
Anexo E. Registro de Amonio mg/l promedio semanal	50
Anexo F. Análisis de varianza para peso inicial de siembra	51
Anexo G. Resumen estadístico de peso inicial	51
Anexo H. Análisis de varianza para incremento de peso	51
Anexo I. Prueba Tukey para incremento de peso	51
Anexo J. Resumen estadístico para incremento de peso total	52
Anexo K. Análisis de varianza para tasa de crecimiento simple	52
Anexo L. Prueba de Tukey para tasa de crecimiento simple	52
Anexo M. Análisis de varianza para conversión alimenticia aparente	52
Anexo N. Prueba de Tukey para conversión alimenticia aparente	53
Anexo O. Resumen estadístico para conversión alimenticia aparente	53
Anexo P. Análisis de varianza para incremento de talla	53
Anexo Q. Prueba de Tukey para incremento de talla	53
Anexo R. Protocolos de cultivo para alimento vivo	54

GLOSARIO

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

ESPECIE ÍCTICA NATIVA: pez originario de una cuenca hidrográfica.

ALEVINO: etapa fisiológica de los peces y se inicia en el momento de reabsorber el saco vitelino y recibir alimento exógeno por primera vez.

JUVENIL: etapa del pez que se inicia cuando se han formado las aletas completamente y han completado el patrón de escamación y termina cuando se inicia la formación de la gónada

ALIMENTO EXÓGENO: alimento artificial o biológico que se suministra al pez, inmediatamente se reabsorbe el saco vitelino.

DIETA BALANCEADA: mezcla de materias primas que proporciona todos los nutrientes según la especie íctica y fase fisiológica.

ALIMENTO VIVO: organismos planctónicos usados en la alimentación de las especies ícticas que presentan inmadurez del aparato digestivo.

ORGANISMOS PLANCTÓNICOS: organismos microscópicos, tanto animales como vegetales, que se encuentran en aguas dulces y saladas.

CLADÓCERO: pequeños crustáceos, considerados alternativa de alimentación en la acuicultura, por ser presa consumida en el medio natural y por su fácil obtención y cultivo, estos micro crustáceos, se caracterizan porque están cubiertos por un caparazón y solo dejan por fuera las antenas largas para poder nadar.

ANÉLIDOS: gusanos cilíndricos terrestres o acuáticos, que carecen de esqueleto y son de cuerpo blando, desplazándose por medio de contracciones musculares, muchos de estos gusanos poseen tamaños pequeños los cuales son usados para alimentación de larvas y juveniles en la acuicultura debido a que son más adaptables, tienen mayor tolerancia a temperaturas altas y sobreviven por tiempo prolongado en medios acuáticos.

RESUMEN

Este proyecto se desarrolló durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2014, en las instalaciones de la microempresa YAKUPARU, situada en la ciudad de Palmira, Departamento del Valle del Cauca, ubicada a 22 kilómetros de Cali, con altitud de 1001 msnm, temperatura promedio de 23°C, humedad relativa de 70% y coordenadas geográficas de 3° 32' 05" latitud Norte y 76° 17' 44" longitud Oeste.

Se evaluaron en acuarios de 20 L, 120 juveniles de *Apistogramma cacatuoides*, con una talla aproximada de 0.96 cm \pm 0.002 cm y un peso de 0.59 \pm 0.002 g. Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar (DIA), conformado por tres tratamientos y cuatro repeticiones, de tal manera que 10 juveniles constituían una unidad experimental, distribuidos de la siguiente forma:

T0: alimento balanceado

T1: pulga de agua (*Daphnia magna*)

T2: gusano Grindal (*Enchytraeus buchholzi*)

Se determinaron variables de tasa de crecimiento simple, conversión alimenticia aparente, mortalidad, incremento de talla y peso, y análisis parcial de costos para cada uno de los tratamientos. Con la finalidad de determinar diferencias significativas, se aplicó análisis de varianza y la prueba de Tukey para establecer el mejor tratamiento.

Los resultados mostraron que el tratamiento T2 fue estadísticamente superior a los otros tratamientos, con respecto de las variables: tasa de crecimiento simple 2.25 %, seguido del T1 con 2.17% y finalmente el T0 con 1.86%, conversión alimenticia T2 6.07 \pm 0.004, T1 con 6.25 \pm 0.013 y T0 con 6.89 \pm 0.0016, incremento de talla T2 con 1.85 \pm 0.15 cm, seguido del T1 con 1.48 \pm 0.14 y T0 con 1.08 \pm 0.14 cm. Incremento de peso T2 con 0.80 \pm 0.0003 g, T1 con 0.77 \pm 0.00047 g, y T0 con 0.66 \pm 0.00025 g y T2 presentó una mortalidad del 0%, a diferencia del T1 y T0 que presentaron porcentajes de 2.5% y 17.5%, respectivamente. El análisis beneficio/costo demostró que los tres tratamientos son económicamente viables.

ABSTRACT

This project was developed during the months of September, October and November 2014, in the facilities of the microenterprise YAKUPARU, located in the city of Palmira, Valle del Cauca Department, located 22 kilometers from Cali, with 1001 meters altitude, temperature average of 23° C, relative humidity of 70% and coordinates geographical 3 ° 32' 05 "North latitude and 76 ° 17'44 ' West longitude.

We evaluated in aquariums of 20 L, 120 juvenile *Apistogramma cacatuoides*, with a size approximately 0.96 cm±0.002 cm and a weight of 0.59±0.002 g, We used a unrestrictedly randomized desing (URD), consisting of three treatments and four replications, in such a way that 10 juveniles were an experimental unit, distributed in the following way:

T0: comercial feed

T1: water flea (*Daphnia magna*)

T2: grindal worm (*Enchytraeus buchholzi*)

Variables were determined simple growth rate, apparent feed conversion, mortality, increase in size and weight, and partial cost analysis in each of the treatments. In order to determine significant differences, analysis of variance was applied and the Tukey test to establish the best treatment.

The results showed that the T2 treatment statistically superior with respect to the variables: Simple growth rate of 2.25%, followed by the T1 with 2.17% and finally the T0 with 1.86%, apparent feed conversion T2 6.07±0.004 , T1 with 6.25±0.013 and T0 with 6.89±0.0016, increase of longitude T2 with 1.85±0.15 cm, followed by the T1 with 1.48±1.14 and T0 with 1.08 ±0.14 cm. Increase in weight T2 with 0.80 ±0.0003 g, T1 with 0.77±0.00047 g, and T0 with 0.66±0.00025 g and T2 presented a mortality of 0%, in contrast to the T1 and T0 that there presented percentages of 2.5% and 17.5% respectively. The analysis benefit / cost demonstrated that three treatments are economically viable.

INTRODUCCIÓN.

En Colombia, según Néstor y Alvares, “el aprovechamiento de peces ornamentales se realiza con fines de exportación desde la década de 1950 y hoy, pasados más de 50 años, no existe un conocimiento biológico y ecológico claro de este recurso que permita un aprovechamiento sostenible¹”, siendo uno de los casos el *Apistogramma cacatuoides*, que en Colombia generalmente es comercializado después de la extracción directa de su hábitat natural, lo cual genera un alto riesgo de desaparición de esta especie nativa.

Existen procesos artesanales para la producción de este pez en cautiverio, sin embargo los acuicultores desconocen la tecnología de alimentación que permite mejorar las tasas de rentabilidad y Acosta *et al.*², señalan que no se dispone de alimento comercial adecuado para las distintas fases de producción, que garantice la sobrevivencia y rápido crecimiento de esta especie íctica.

Según Atencio *et al.*³, la solución a esta problemática es el uso de alimento vivo que proporcione enzimas necesarias, que faciliten el aprovechamiento de nutrientes para su crecimiento y supervivencia, siendo una alternativa para el productor el cultivar organismos vivos de alto valor nutritivo y bajo costo.

Por lo anterior, la presente investigación evaluó comparativamente el balanceado comercial y el alimento vivo; tipo pulga de agua (*Daphnia magna*) y gusano grindal (*Enchytraeus buchholzi*), en juveniles de *Apistogramma cacatuoides* y su efecto sobre la mortalidad, tasa de crecimiento simple e incrementos de peso, talla, con el fin de enriquecer la información sobre el manejo y crianza de esta especie y de las diferentes alternativas de alimentación que beneficien las producciones de estos peces ornamentales.

¹ NÉSTOR, J. y ÁLVAREZ, R. Comercio de peces ornamentales en Colombia. Acta Biológica Colombiana. Bogotá, Colombia. 2008

² ACOSTA, A; et al. Evaluación de tres tipos de alimentos como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico (*Brycon melanopterus*, Cope 1872). Colombia, 2010.

³ ATENCIO, V., et al. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú (*Brycon siebenthalae*) (*Characidae*). Animal Sciences Maringá.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia según la FAO⁴, los peces ornamentales representan un rubro importante, exportando cerca de 20 millones de individuos anuales, siendo el 85% de las exportaciones provenientes de la Cuenca de la Orinoquia y el 15% de la Cuenca Amazónica, concentrándose de manera muy marcada en la familia Cichlidae; a la cual pertenece el *Apistogramma cacatuoides*, que al igual que muchos cíclidos provenientes del amazonas, tienen un gran potencial en el mercado debido a sus llamativos colores, lo cual se logra manteniendo al animal sano, satisfaciendo todas sus necesidades y requerimientos básicos, con una adecuada nutrición.

Sin embargo, la mayoría de las producciones de peces ornamentales suministran alimento balanceado a temprana edad, el cual no cubre los requerimientos del alevín, acción que se ve reflejada en la alta tasa de mortalidad, y según Atencio *et al*⁵, no existe un alimento comercial acorde con la etapa fisiológica y diámetro de la cavidad bucal y esófago del pez. Además, del aporte deficiente de enzimas que le ayuden aprovechar mejor el alimento. Una alternativa para contrarrestar esta problemática es el uso de alimento vivo.

⁴ FAO, INCODER. Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Diciembre 2011

⁵ ATENCIO, V., *et al.* Op. Cit.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Una alternativa eficiente para garantizar las funciones metabólicas, de crecimiento, y disminución de mortalidad de individuos del género *Apistogramma*, es el suministro de alimento vivo tipo *Daphnia magna* y *Enchytraeus buchholzi*, los cuales son de fácil cultivo, disponibilidad y economía, y contribuyen a la salud de los peces (Sands *et al*)⁶; añadiendo la ausencia de información sobre el manejo y crianza de esta especie, al igual que la falta de investigación de las alternativas de alimento vivo es válido formular la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuáles son los efectos del alimento vivo, en la estimación de los parámetros zootécnicos de juveniles de *Apistogramma cactuoides*?

⁶SANDS, D; LOISELLE, P y LEIBEL, W. Guías de acuario Cíclidos tropicales. Editorial el DRAC. 1997

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar comparativamente el alimento vivo *Daphnia magna* y *Enchytraeus buchholzi* vs balanceado comercial, en el crecimiento de juveniles de *Apistogramma cacatuoides*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la tasa de crecimiento simple, ganancia de peso, talla y el porcentaje de mortalidad en los diferentes tratamientos.
- Calcular la relación beneficio costo.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua a lo largo del periodo de investigación.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 CÍCLIDO CACATÚA (*Apistogramma cacatuoides*)

Esta especie tiene una distribución a lo largo del río Amazonas y de Inírida, encontrando su hábitat en las cuencas del río Orinoco o en aguas de curso lento y poco profundas, donde las rocas y la vegetación les puedan facilitar buenos refugios. Landines, Sanabria y Daza⁷, establecieron que es uno de los cíclidos más coloridos, donde los machos suelen caracterizarse por la presencia de una prominente cresta, lo cual es la prolongación de los cinco primeros radios de la aleta dorsal. Esta especie, también presentan a lo largo de todo el cuerpo escamas iridiscentes, cuerpo de color plateado, líneas amorfas de color azul a nivel de la cara, tonalidad azul en sus aletas anal y pectoral y un color rojo a nivel de la aleta dorsal y caudal (Figura1). Tienen una talla adulta promedio de 5.5 cm en machos y 4 cm en las hembras; su respectiva talla comercial en pequeño es de 1 a 2 cm, en mediano de 3 a 3.5 cm y en grandes mayores de 3.5 cm.

Figura 1. *Apistogramma cacatuoides* macho.



⁷ LANDINES, M; SANABRIA, A. y DAZA, P. Producción de Peces Ornamentales en Colombia. Colombia, Bogota, D.C. 2007, p. 99.

4.2 DIMORFISMO SEXUAL

Landines, Sanabria y Daza⁸, afirman que el dimorfismo sexual se hace evidente debido a que el macho es más grande, su coloración es más vistosa y los radios de la aleta dorsal son más desarrollados que en las hembras (Figura 2).

Figura 2. *Apistogramma cacatuoides* macho y hembra.



Fuente: Zootecnista Carlos Orejuela García.

4.3 IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Hoedeman, la taxonomía de este cíclido es:

Reino: *Animalia*
Filo: *Chordata*
Clase: *Actinopterygii*
Subclase: *Neopterygii*
Infraclasse: *Teleostei*
Superorden: *Acanthopterygii*
Orden: *Perciformes*
Familia: *Cichlidae*
Género: *Apistogramma*
Especie: *cacatuoides*⁹

⁸ *Ibíd.*, p. 99.

⁹ HOEDEMAN, J. J. Notes on the fishes of the Cichlid family I. *Apisto-gramma cacatuoides* sp. n. *Beaufortia* núm. 4. 1951.

4.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Baldisserotto y Gomes¹⁰, afirman que los requerimientos de los peces varían de acuerdo a la fase en la que se encuentren, es así como en alevinaje será necesario suplir más requerimientos que los de un ejemplar adulto, debido a que se encuentra en formación de tejidos y diferentes órganos.

La composición nutricional de los alimentos está valorada por la cantidad de proteína, carbohidratos, lípidos, vitaminas y aporte energético; en la acuicultura existen variedades de alimentos, ya sean alimentos vivos como pulgas de agua, insectos o naupilos de artemia, y balanceados comerciales en diferentes presentaciones; independientemente del tipo de alimento, sea vivo o inerte, este debe aportar los valores mínimos de nutrientes de tal forma que supla los requerimientos de la especie.

Según Toledo¹¹, es importante que los alimentos suministrados a peces contengan un nivel energético óptimo, ya que un exceso o deficiencia de energía puede resultar en una reducción en la tasa de crecimiento.

De igual forma Velasco y Corredor¹², afirman que el nivel de proteína que contenga un determinado tipo de alimento, influye directamente en el peso corporal de cualquier especie, pero este valor debe estar comprendido entre el rango adecuado, para que no repercuta en el desempeño del animal. La proteína cruda requerida en muchas especies de peces generalmente está entre el 25 a 55%.

Los peces como la mayoría de los animales requieren de 10 aminoácidos esenciales en la dieta: lisina, arginina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, histidina, isoleucina, leucina y valina, los cuales según Vergara¹³, son necesarios para el mantenimiento, crecimiento y formación de tejidos, y que su deficiencia implica en la inadecuada utilización de la proteína, retardo en el crecimiento y reducción de la resistencia a enfermedades.

10 BALDISSEROTTO, B. Y GOMES, L. Especies nativas para piscicultura no Brasil. Universidad Federal de Santa María. Brasil, 2010. p. 483.

11 TOLEDO, S. Aspectos generales de la nutrición de peces, nuevas tendencias. En el seminario de Acuicultura Continental de especies de aguas cálidas – templadas. Cuba, 2005. p. 6.

Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces>

12 VELASCO, Y. Y CORREDOR, W. Requerimientos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce: una revisión. Revista MVZ Córdoba 16 (2):2458-2469. Universidad de los Llanos, Instituto de Acuicultura. Colombia, 2011. p. 246

13 VERGARA, V. Programa de investigación y proyección social en alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. S.f. p. 6

Lanain¹⁴, por su parte afirma que, después de las proteínas, las grasas constituyen un importante grupo de nutrientes, cumpliendo una serie de funciones en el organismo animal y que se consideran un nutriente esencial para el crecimiento y supervivencia de los peces.

4.5 ALIMENTO VIVO

Luna y Hernández¹⁵, señalan que el término de alimento vivo es utilizado para animales vivos y/o congelados, ya que se considera que no existen diferencias en el valor nutricional de ambos, pero algunas especies de peces no comerán el alimento vivo a no ser que este tenga movimiento.

En la acuicultura, se observa con frecuencia que los alimentos inertes no contienen los nutrientes que las especies requieren para su crecimiento óptimo, por lo que optan por el uso de organismos vivos, dentro de los cuales se encuentran las micro algas (fitoplancton) y organismos zooplanctónicos de tamaños microscópicos. Según Castro *et al*¹⁶, este tipo de alimento tiene cualidades que no tiene un alimento inerte, como lo es el movimiento, que estimula a ser atrapado por el depredador, la calidad nutritiva y no afecta la calidad del agua, ya que es consumido antes de que llegue a fondo, sin causar ningún tipo de descomposición.

Según Figueroa¹⁷, la importancia de este tipo de alimentos radica, por una parte, en que poseen los cinco constituyentes básicos, es decir, carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales requeridos por los peces y, por otra parte, en el hecho de que estos organismos constituyen una cápsula nutritiva que por lo general contiene los elementos básicos de una dieta balanceada, con la ventaja de que conservan su valor hasta ser consumidos, algo que generalmente no sucede con los alimentos comerciales, ya que parte de su valor se pierde al ser suministrado en el agua o por malas condiciones de almacenamiento.

4.6 PULGA DE AGUA (*Daphnia magna*)

Su nombre común se debe a que da saltos dentro del agua, por la acción de sus antenas. La pulga es categorizada según Villamar¹⁸, como un crustáceo cladóceros, de agua dulce o salada, que puede alcanzar una longitud de 0,5 a 5 mm. Su concentración según Prieto, Dela cruz y Morales¹⁹, puede llegar a 12.000

¹⁴ LANAIN, C. Nutrición en salmónidos. Archivos de medicina veterinaria. 1993, vol. 25. P 111

¹⁵ LUNA, J y HERNÁNDEZ, L. Alimento vivo en el Acuarismo. México S.f.

¹⁶ CASTRO, T. *et al*. Alimento vivo en la Acuicultura. México. 2003, p. 27-28.

¹⁷ LUNA, F. Alimento vivo: importancia y valor nutritivo. Revista Ciencia y Desarrollo. México. 2002, p. 72

¹⁸ VILLAMAR, C. Protocolo para la cría de biomasa de *Artemia* adulta en raceways. Revista AquaTIC, N° 21, pp. 8-15. 2004.

¹⁹ PRIETO, M; DE LA CRUZ, L. y MORALES, M. Cultivo experimental del Cladocero *Moina sp*. Alimentado con *Ankistrodesmus sp* y *Saccharomyces cerevisiae*. Revista MVZ Córdoba. 2006, p. 710.

Daphnia según Bogut²³, varía de acuerdo con la dieta y estado fisiológico en que se encuentre la pulga de agua.

De acuerdo Hickman *et al*, la identificación taxonómica de *Daphnia* es:

Phylum: *Artropoda*
Subphylum: *Crustacea*
Clase: *Branchiopoda*
Subclase: *Diplostraca*
Orden: *Cladocera*
Suborden: *Eucladocera*
Superfamilia: *Daphnoidea*
Familia: *Dapniide*
Genero: *Daphnia*
Especies: ***D. pulex***
D. magna²⁴

4.7 GUSANO GRINDAL (*Enchytraeus buchholzi*)

Según Martty²⁵, esta especie es denominada comúnmente como gusano blanco, enchitrea o gusano grindal (figura 4). Es uno de los más usados para alimentación de alevinos, juveniles y en ciertos casos para adultos. Se encuentra en hábitats muy cercanos a los de tubifex o lombrices de tierra, pero se encuentra en cantidades abundantes en el estiércol o en lugares húmedos donde la putrefacción de vegetales o troncos, forman una capa donde esta especie se pueda albergar. Este gusano puede medir 1cm en estado adulto, se caracterizan por ser hermafroditas, es decir que albergan en su organismo gametos masculinos y femeninos, esto hace que se pueda realizar una reproducción a partir de un solo ejemplar, pero el *Enchytraeus buchholzi* prefiere aparearse, uniéndose de forma opuesta y fecundándose recíprocamente.

De igual manera el anterior autor señala que, el gusano grindal requiere una temperatura entre los 10 y 15°C, ya que en temperaturas superiores a 20°C, los gusanos comienzan a perecer y en temperaturas inferiores de 5°C no se reproducen y sufren hibernación forzada.

²³ BOGUT, I. Nutritional value of planktonic cladoceran *Daphia magna* for common carp (*cyprinus carpio*) fry feeding. 2010

²⁴HICKMAN, C; ROBERTS, L; y PARSON, A. Principios integrales de Zoología. Editorial Mc Graw-Hill, Madrid, España, 1998, p. 394.

²⁵ MARTTY, Hugo. Alimentación de peces ornamentales. Editorial Albatros. República de Argentina, 1994, p. 140- 141.

Según Fish Gobble, su valor nutricional en proteína y grasa en base seca, es de: 70% y 14,5% respectivamente²⁶.

Figura 4. Ejemplar de gusano grindal



Fuente: <http://www.kakerlakenparade.de/grindal.html>

Según Robert Barnes, la taxonomía del gusano grindal es:

Reino: Animal
Phylum: Annelida
Clase: Clitellata
Subclase: Oligochaeta
Orden: Haplotaxida
Familia: Enchytraeidae
Género: Enchytraeus²⁷

4.8 ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL PARA PECES ORNAMENTALES

Según Meza y Coral²⁸, para las casas productoras de balanceados la nutrición de los peces ornamentales es un renglón muy importante a tener en cuenta, debido a

²⁶ FISH GOBBLE AQUACULTURE FEED. GRINDAL WORM. [online]. S.f. disponible en internet : <http://www.fishgobble.com/product/grindal-worm>

²⁷ BARNES, Robert. Zoología de invertebrados. Quinta edición. Pennsylvania, 1987.

²⁸ MEZA, C. Y CORAL, D. Efecto comparativo de artemia salina, artemia enriquecida con omega-3 y balanceado comercial, suministrado durante ocho y dieciséis días en la fase de alevinaje de Escalares (*pterophyllum scalare*), en condiciones de cautiverio en el centro experimental amazónico, CEA, Mocoa, Putumayo. Universidad de Nariño. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia. 2014. p. 30.

que si se suple los requerimientos de la especie, se garantiza un mejor crecimiento y desarrollo, y con ello un buen producto. Entre las ventajas de este tipo de alimento esta, su fácil disponibilidad, facilidad de uso y almacenamiento, sin embargo este tipo de alimento deteriora la calidad de agua, se hunde y tiene menor atractivo para los peces. Además estos balanceados usualmente se enfatizan en la etapa adulta de los peces y la gran mayoría se inclinan por resaltar características físicas como su coloración. No obstante, determinados balanceados comerciales varían, en calidad nutricional, forma de presentación y precio.

4.9 ALIMENTACIÓN EN JUVENILES DE *APISTOGRAMMA*

Landines, Sanabria y Daza²⁹, señalan que los juveniles de *A. cacatuoides* son alimentados con alimento balanceado que tiene porcentaje de proteína entre 35 y 40% y que debe suministrarse a voluntad y el número de raciones diarias no debe ser menor de tres.

Del mismo modo expresan que, es de suma importancia la utilización de otras fuentes de alimentación principalmente alimento vivo. Díaz *et al*³⁰, mencionan que el cíclido *Apistogramma* requiere alto contenido de proteína en su dieta, debido a que en su ambiente natural la alimentación está compuesta sobretodo de alimento vivo.

Del Águila *et al*³¹, mencionan que existen diferentes dietas que se le suministra a los cíclidos enanos, entre las cuales se encuentran los alimentos inertes como, yema de huevo en suspensión, leche y balanceados comerciales, y alimento vivo como micro crustáceo, larvas de zancudo, pulgas de agua, *Tubifex*, que son empleados para garantizar una buena manutención de peces ornamentales.

Según Bocek³², la alimentación de alevines y juveniles debe realizarse en un 10 a 12% de su peso vivo, un excedente podría causar desperdicios y posibles deterioros del agua y la de deficiencia de suministro de alimento disminución del crecimiento y alta mortalidad.

²⁹ LANDINES, M; SANABRIA, A. y DAZA, P. Op. cit., p. 99.

³⁰ DÍAZ, Catalina *et al*. Caracterización de un alimento tipo para *Apistogramma sp*. Manaus, Brasil, 2009, p. 175.

³¹ DEL ÁGUILA, L; *et al*. Influencia de cuatro dietas inertes en el crecimiento del cíclido enano *Apistogramma eunotus* (Perciformes – Cichlidae). Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana. 2011

³² BOCEK, A. Introducción al cultivo de peces en estanques. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Alabama. S.f.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El ensayo se realizó en la microempresa YAKUPARU, situada en la ciudad de Palmira, departamento del Valle del Cauca, ubicada a 22 kilómetros de Cali, con altitud de 1001 msnm, temperatura promedio de 23°C, humedad relativa de 70% y coordenadas geográficas de 3° 32' 05" latitud Norte y 76° 17' 44" longitud Oeste.³³

5.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Se estudiaron 120 juveniles de aproximadamente 1 mes de edad, con talla aproximada de 0.5 cm, de la especie *Apistogramma cacatuoides*, los cuales se ubicaron en 12 acuarios de vidrio de 20 L; es decir que cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones.

5.3 INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

Se trabajó en un laboratorio de aproximadamente 20 m², donde se alojaron estanterías de 1.20 m de ancho, 0.50 m de fondo, 0.80 m de alto, en las cuales se ubicaron los acuarios aleatoriamente.

Se utilizaron 12 acuarios de 20 L cada uno, con medidas de 0.4 m de ancho, 0.3 m de fondo y 0.3 m de alto, para levante de los animales, cuya manipulación se realizó por medio de nasas de 10 cm de profundidad de malla fina de 1 mm.

Con el fin de extraer pulga de agua se empleó una jeringa de émbolo de caucho de 20 ml de volumen, con una conexión de manguera de aproximadamente 6 cm y la extracción del gusano grindal se usó con pinzas de metal.

Para el pesaje de los peces y del alimento vivo, se manejó una balanza analítica con capacidad máxima de 220 g, un beaker de 300 ml y cajas Petri.

Se utilizó un termómetro y un kit comercial Tetratest Laborett®, para obtener los parámetros físico químicos del agua.

³³ ALCALDÍA MUNICIPAL DE PALMIRA. Plan municipal de gestión del riesgo de desastres. Palmira. 2012 p. 5

Un acuario de 0,1 m de fondo, 0,39 m de ancho y 0,15 m de alto y hoja milimetrada, para la obtención de talla.

5.4 PROTOCOLOS DE CULTIVO DE ALIMENTO VIVO

Se manipularon varios materiales especificados en el Anexo R, en los cuales se realizó el cultivo del alimento vivo, siguiendo protocolos propios de la empresa.

5.4.1 Protocolos para cultivo de pulga de agua. En bandejas plásticas previamente esterilizadas, se adiciona agua sin cloro. Posteriormente, se agrega cáscara seca de papa y *spirulina* previamente disuelta en agua con el fin de crear ambiente adecuado y nutritivo para las pulgas de agua. Pasadas las 24 horas de este procedimiento, se introduce una cepa de pulgas de agua a las bandejas, se alimenta cada dos días a las pulgas de agua con 1 g de *Spirulina* disuelta en agua y cada 15 días con 2 g de cáscara seca de papa. Para el mantenimiento de las pulgas de agua, se renueva agua cada 4 días un 40%, extrayendo con cuidado todo el sedimento posible.

5.4.2 Protocolo para cultivo de gusano grindal. Se drena por un día el agua de la tierra con capote previamente tamizada, con el fin de desinfectarla y añadirle humedad del 80%. Pasado este tiempo, se adiciona la mezcla en recipientes oscuros con su respectiva cubierta, con orificios para facilitar la difusión de oxígeno. Posterior a esto, se introduce los ejemplares de gusano grindal y se los alimenta cada 2 días con alimento humedecido para mascotas (perros o gatos).

Para el mantenimiento del cultivo se controla la humedad, agregando agua en forma de rocío cuando la tierra va perdiendo humedad.

5.5 ALIMENTACIÓN

El alimento fue debidamente pesado en balanza analítica antes de ser suministrado, teniendo en cuenta, que el suministro de alimento debe ser según Bocek³⁴ del 10% a 12% del peso vivo, dato que se ajustó quincenalmente, dependiendo del peso promedio de los peces de cada acuario.

En el caso de la pulga de agua se pesó por biomasa, es decir se extrajo una cantidad con la jeringa de 20 ml de volumen, se eliminó el agua por medio de un filtro por unos 5 segundos, obteniendo únicamente pulga de agua, la cual se pesó e inmediatamente se suministró. El grindal se limpió y pesó antes del ingreso al acuario. El alimento comercial se trituró para obtener el tamaño de partícula ideal para el juvenil. Se alimentó en dos raciones en el día.

5.6 PROFILAXIS

³⁴ BOCEK, A. Introducción al cultivo de peces en estanques. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Alabama. S.f.

Se desinfectaron todos los equipos de manipulación con formol al 2%, exposición a luz solar y agua en punto de ebullición.

Los acuarios se sometieron a maduración, que consiste en establecer el hábitat con diferentes accesorios y dejarlos por 15 días para que se presente un equilibrio del agua. Pasado este tiempo se procedió a la siembra de ejemplares.

5.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se adoptó un diseño irrestrictamente al Azar (DIA), conformado por 3 tratamientos y cuatro repeticiones, con cuarenta ejemplares por tratamiento, para un total de 120 animales, distribuidos en un total de 12 unidades experimentales de la siguiente forma:

T0 = suministro de alimento comercial

T1= suministro de *Daphnia magna* (pulga de agua)

T2= suministro de *Enchytraeus buchholzi* (gusano grindal)

Los datos obtenidos cada 15 días, durante dos meses, se analizaron con Excel y fueron sometidos a un análisis de varianza ANDEVA y una prueba de significancia Tukey para comparar variaciones que resulten significativas.

Los datos de peso promedio se establecieron mediante balanza analítica y los datos de talla a través de una medición con hoja milimetrada la cual fue capturada en fotografías.

5.7.1 Modelo matemático del diseño irrestrictamente al Azar (DIA)

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = respuesta de la i – ésima unidad experimental que recibe el j – ésimo tratamiento

μ = media

T_j = efecto del j - ésimo tratamiento

j = tratamiento 0, 1, 2

i = replicas 1, 2, 3, 4

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

5.8 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

Ho = Hipótesis nula: los resultados que se obtengan para cada valor medio de las diferentes variables serán iguales en todos los tratamientos, de tal manera que:

$$H_0 = \mu_0 = \mu_1 = \mu_2$$

H1= Hipótesis alterna: existirá por lo menos un tratamiento que presente un resultado medio, diferente en las variables a estudiar, de tal manera que:

$$H_1 = \mu_j = \mu_{j'}, j \neq j'$$

5.9 VARIABLES EVALUADAS

5.9.1 Tasa de crecimiento simple (TCS). Es el incremento de peso expresado en porcentaje de un individuo en un determinado periodo.

$$TCS (\%) = \left[\frac{w_t - w_i}{w_i} \right] \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

TCS (%) = porcentaje de crecimiento

Wt= peso final

Wi = peso inicial

5.9.2 Conversión alimenticia aparente. Es la relación entre las unidades de alimento suministrado y las unidades de peso producido durante la fase experimental y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$CAA = \frac{As}{Ip} \quad (2)$$

Dónde:

CAA= conversión alimenticia aparente

As= alimento suministrado (g)

Ip= incremento de peso (g)

5.9.3 Incremento de talla. Incremento en longitud que presentan los alevinos durante el periodo de estudio, por lo tanto es la diferencia de la longitud alcanzada al final del periodo y la longitud inicial.

$$IT = t_f - t_i \quad (3)$$

Dónde:

IT = incremento de talla

tf = talla final

ti = talla inicial

5.9.4 Incremento de peso Ganancia de peso que registran los animales durante el periodo de observación, es la diferencia entre el peso final y el peso inicial.

$$Ip = Pf - Pi \quad (4)$$

Dónde:

IP= incremento de peso

Pf= peso final

Pi= peso inicial

5.9.5 Mortalidad. Se expresa como la relación entre el número de animales muertos y la población total.

$$M(\%) = \left[\frac{Ni - Nf}{Ni} \right] \times 100 \quad (5)$$

Dónde:

M(%) = mortalidad

Ni = número inicial de animales

Nf= número final de animales

5.9.6 Análisis parcial de costos. Es el índice que resulta de dividir los beneficios, (flujos de efectivo) entre los costos variables, calculados a valor presente de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$RBC = \frac{B}{C} \quad (6)$$

Dónde:

RCB= relación costo beneficio

B= beneficios

C= costos.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 PESO INICIAL DE SIEMBRA

El peso inicial promedio de cada repetición por tratamiento, no presentó diferencias estadísticas según el análisis de varianza ($P > 0.05$) (Anexo F). Los coeficientes de variación para el T0, T1 y T2 son de 0.030% 0.064% y 0.037%, respectivamente (Anexo G), demostrando que se encuentran por debajo del 10%, valor que según Ariza *et al*³⁵ demuestra homogeneidad en la población al momento de siembra.

Valores similares fueron reportados por Meza y Coral³⁶, en el peso inicial de alevines de escalares, el cual no ocasionó fuente de variación en la investigación.

6.2 INCREMENTO DE PESO

El análisis de varianza ($P < 0.05$) demostró que existen diferencias estadísticas (Anexo H) y la prueba de significancia de Tukey (Anexo I), estableció que el tratamiento T2, correspondiente al gusano grindal (*Enchytraeus buchholzi*), presentó mejores resultados, con un incremento promedio final de 0.80 ± 0.00031 g, seguido del T1 con 0.77 ± 0.00047 g, y el T0 con 0.66 ± 0.00025 g (Figura 5). Los coeficientes de variación para los tratamientos fueron los siguientes, para el T0 fue de 0.039%, el T1 de 0.060% y el T2 de 0.039%. (Anexo J).

La diferencia en el peso final de los tratamientos puede deberse, según López Macías³⁷, a que la inadecuada cantidad de proteína en la dieta para peces, se ve reflejada en la reducción de crecimiento y pérdida de peso, debido a que los animales pierden proteínas de varios tejidos con el fin de mantener las funciones de órganos vitales, en contraste, si se suministra proteína, en exceso, esta se empleará para la formación de nuevos tejidos, con fines energéticos e incremento de peso.

³⁵ ARIZA, M. *et al*. Medidas de posición no central y dispersión. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, 2010. p 15.

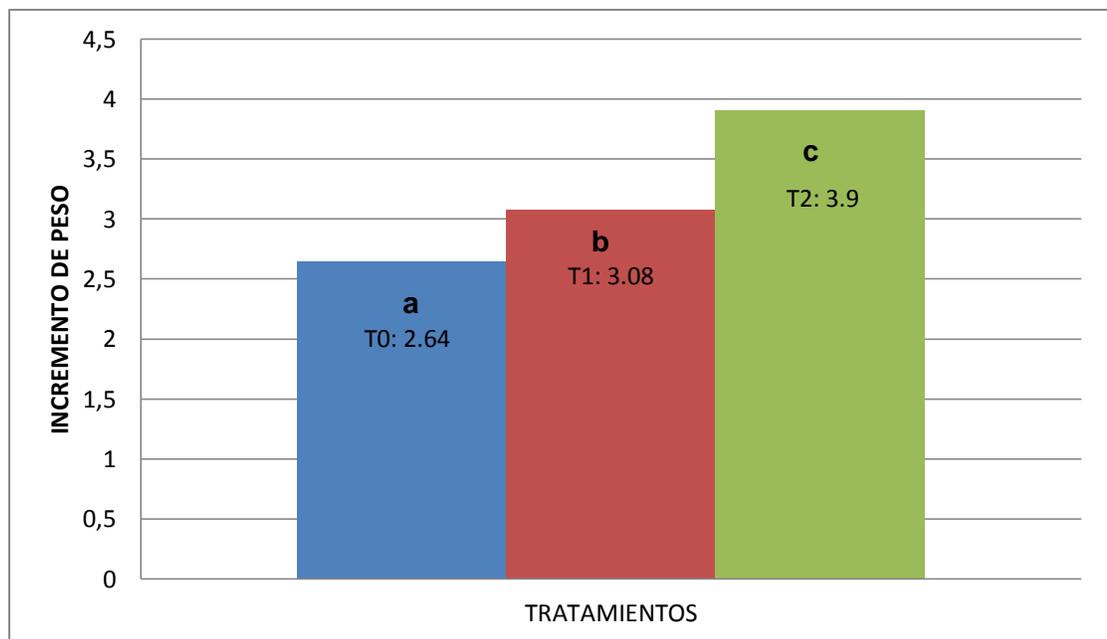
³⁶ MEZA, C. Y CORAL, D Op. Cit. p. 40

³⁷ LÓPEZ, J. Nutrición y alimentación Piscícola. Editorial Universidad de Nariño. Colombia, 2014, p. 55.

Además, Bergot y Luna³⁸, mencionan que los alimentos artificiales cambian la relación que existe entre el animal y su medio ambiente, los cuales pueden deteriorar la calidad del agua, afectando la sobrevivencia y la tasa de crecimiento en sus primeros estadios, razón por la cual el T0 obtuvo la menor ganancia de peso en el periodo de estudio.

Figuroa, Vargas y Figueroa³⁹, reportan que los juveniles de escalares (*Pterophyllum scalare*) a los cuales se les suministró alimento vivo, obtuvieron un mayor incremento de peso diario, con 2.86 g en relación con la dieta de alimento inerte. Lo que permite inferir que, el suministro de alimento vivo a los peces mejora el incremento de peso y el crecimiento en la etapa de juveniles.

Figura 5. Incremento de peso durante el periodo de estudio.



6.3 TASA DE CRECIMIENTO SIMPLE

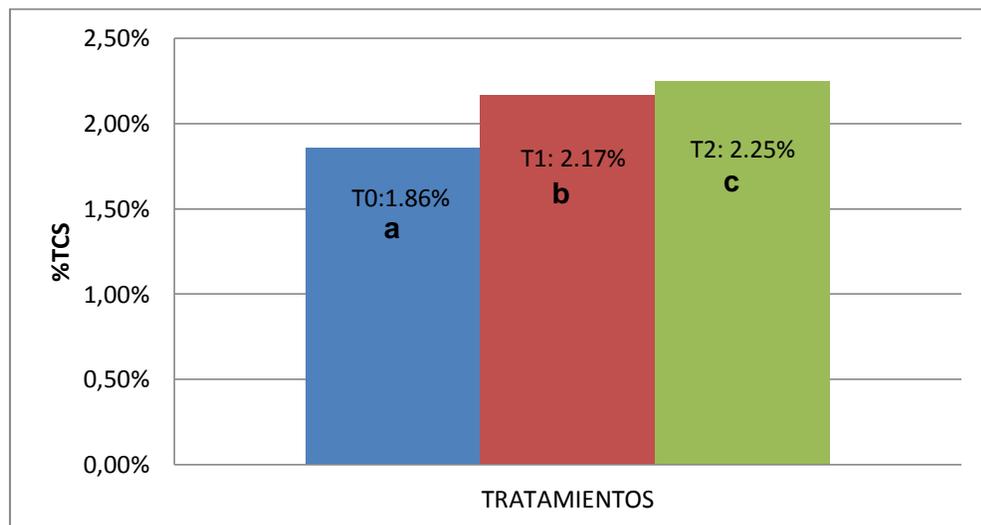
La tasa promedio de crecimiento simple diaria para juveniles de *Apistogramma cacatuoides*, registró valores de 1.86% (T0); 2.17% (T1) y 2.25% (T2), el análisis de varianza de esta variable ($P < 0.05$), indicó que existen diferencias entre los

³⁸ BERGOT y LUNA. Elevage larvairie de la carpe commune (*C. carpio*): alimentation artificielle IN: R. Billard and J. Marcel (Editors) Aquaculture of cyprinids INRA. Paris, p. 227.

³⁹ FIGUEROA, L; VARGAS, Z. y FIGUEROA, T. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). Revista de investigación y difusión científica agropecuaria. Departamento de hidrobiología. Centro de investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos, México. 2010. P. 67

tratamientos (Anexo K) y la prueba de significancia de Tukey (Anexo L), estableció que el tratamiento T2, correspondiente a *E. buchholzi*, obtuvo mejores resultados con 2.25% (Figura 6). Este mismo análisis, señala que el más bajo porcentaje, el T0, que corresponde al alimento balanceado, el cual contiene una baja cantidad de proteína en comparación con los otros tratamientos, añadiendo lo que señalan García y Ortega citados por Luna Figueroa⁴⁰, quienes afirman que la baja digestibilidad y calidad nutricional de los alimentos inertes son factores que pueden explicar el fracaso de estas dietas como primera alimentación de peces.

Figura 6. Tasa de crecimiento simple promedio diaria.



6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA APARENTE

Con respecto de esta variable, se encontró que existen diferencias entre las medias de los diferentes tratamientos según el análisis de varianza ($P < 0.05$) (Anexo M) y la prueba de Tukey con el 95% de confianza (Anexo N), demostró que la mejor conversión alimenticia aparente la obtuvo el tratamiento T2 con valor de 6.07 ± 0.004 , seguido del tratamiento T1 con valor de 6.25 ± 0.013 y finalmente T0 con 6.89 ± 0.0016 (Figura 7). El Coeficiente de Variación del T0 fue de 0.024%, el T1 de 0.21% y el T2 de 0.068%, con una Desviación Estándar de 0.0016, 0.013 y 0.004, respectivamente. (Anexo O).

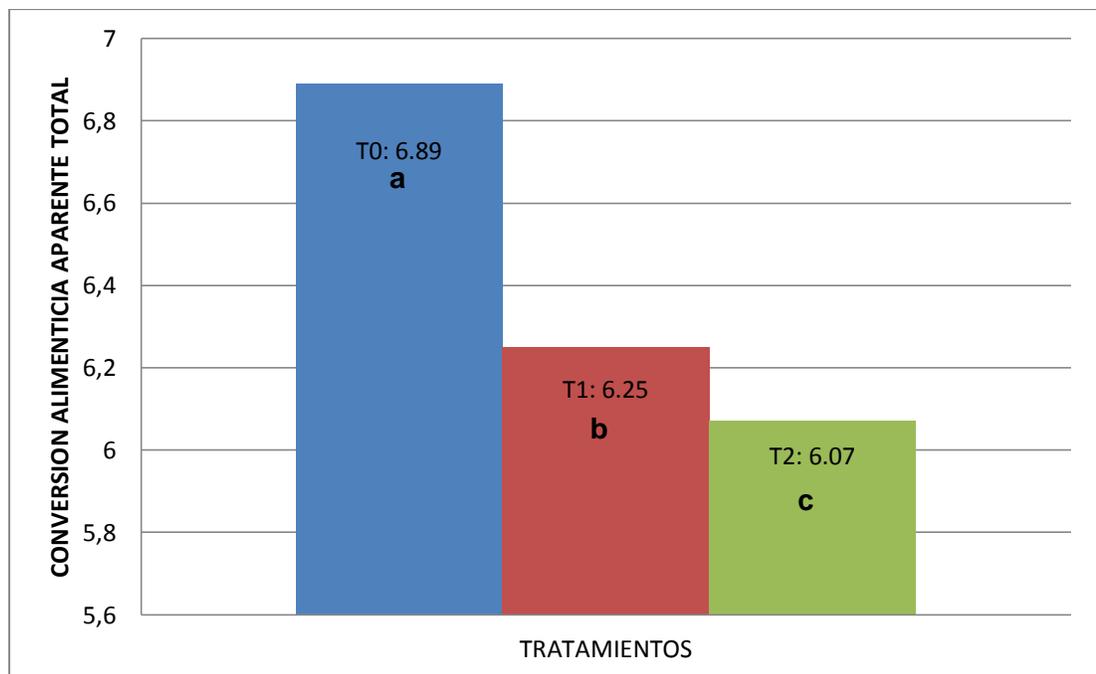
Sin embargo, los valores de conversión alimenticia son altos considerando a los organismos evaluados. Según del Águila *et al*, "los peces son conocidos por ser eficientes en la utilización y asimilación de una amplia variedad de ítems alimenticios tanto en la naturaleza como en condiciones de cautiverio, por lo que los niveles de conversión alimenticia altos, podrían ser considerados inadecuados

⁴⁰Ibíd., p. 68.

para fines acuícolas. La constante y difícil manipulación de los ejemplares, durante los muestreos biométricos, debió haber ocasionado situaciones de estrés fisiológico prolongado, afectando el apetito y la asimilación de los nutrientes en éstos pequeños cíclidos⁴¹. Razón por la cual los anteriores autores, reportan que en términos de conversión alimenticia, el cíclido *Apistogramma eunotus* alimentado con diferentes balanceados comerciales, no fue eficiente asimilando las dietas ofertadas.

Igualmente García y Ortega citados por Figueroa *et al*⁴², manifiestan que la baja digestibilidad y calidad nutricional de los alimentos artificiales son factores que pueden explicar su fracaso como dietas iniciales de peces, y que la proteína de la mayoría de los alimentos vivos está constituida principalmente por proteínas de pesos moleculares bajos, las cuales pueden ser fácilmente digeribles en comparación con las proteínas de los alimentos artificiales; lo que finalmente se ve reflejado en una mala conversión alimenticia.

Figura 7. Conversión alimenticia aparente



6.5 INCREMENTO DE TALLA

Se encontró que existen diferencias, según el análisis de varianza ($P < 0.05$) (Anexo P). La prueba de Tukey (Anexo Q), demostró que el tratamiento T2 registró

⁴¹ DEL ÁGUILA, L; *et al*. Influencia de cuatro dietas inertes en el crecimiento del cíclido enano *Apistogramma eunotus* (Perciformes – Cichlidae). Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana. 2011

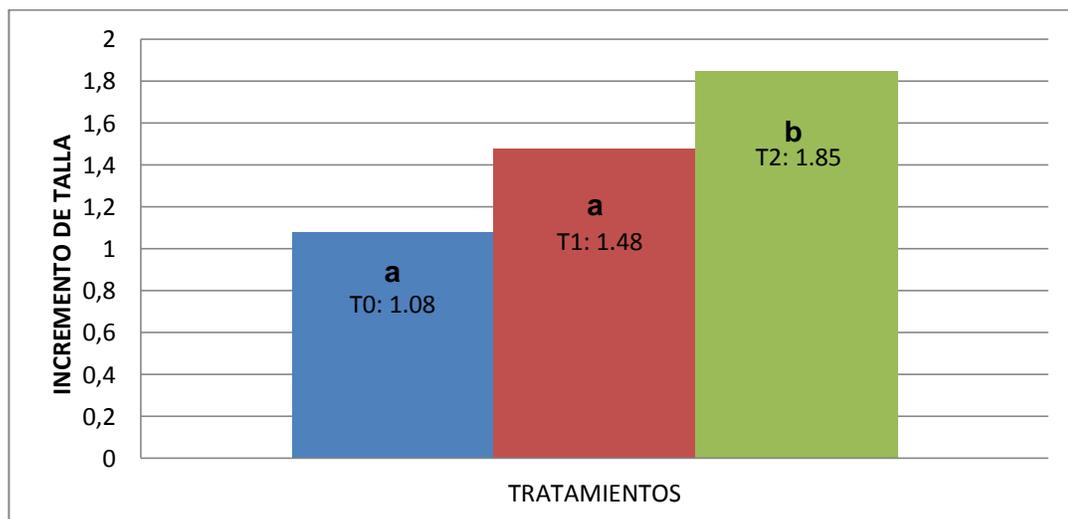
⁴² FIGUEROA, L; VARGAS, Z. y FIGUEROA, T. Op cit, p. 69.

mejores incrementos, con un promedio de 1.85 ± 0.15 cm, seguido del T1 con 1.48 ± 0.14 y finalmente el tratamiento con poco incremento, el T0 con 1.08 ± 0.14 cm (Figura 8).

Los anteriores resultados pueden explicarse según López Macías⁴³, quien menciona que al finalizar la absorción del saco vitelino, los peces necesitan alimento exógeno, que además de los nutrientes representados por carbohidratos, aminoácidos y lípidos, debe aportar enzimas necesarias, para desdoblar las moléculas grandes en moléculas sencillas, que permita un mejor aprovechamiento de nutrientes asegurando sus funciones de crecimiento, respiración y sobrevivencia, que es garantizado por alimento vivo. Añadiendo lo que señalan Meza y Torres⁴⁴, que el alimento comercial posee del 60 al 90% de materia seca, que lo hace menos digerible, retrasando el crecimiento de los peces.

Lo anterior, se puede comprobar con el estudio realizado por Soriano y Hernandez⁴⁵, donde se presentó un mayor incremento de talla en alevinos de *P. scalare*, suministrando alimento vivo (*Daphnia*) obteniendo 0.60 cm en 16 días, y un menor incremento con alimento artificial (Tetra) con 0.18 cm.

Figura 8. Incremento de talla



6.6 MORTALIDAD

⁴³ LÓPEZ, J. Op cit, p. 36.

⁴⁴ MEZA, L. y TORRES, D. 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 (*Osteglossum bicirrhosum*). Universidad de Nariño. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia. 2014, p 54.

⁴⁵ SORIANO, M. y HERNANDEZ, D. Tasa de crecimiento del pez Ángel *Pterophyllum scalare* (perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. Acta Universitaria 2002. vol. 12. Universidad de Guanajuato. México, 2002. p. 30

La mortalidad del tratamiento T2; que corresponde al gusano grindal (*E. buchholzzi*), fue de 0%, seguida del T1 que corresponde a la Pulga de agua (*D. magna*) con 2.5%, y finalmente el Tratamiento T0 del alimento balanceado comercial, que registró un valor del 17.5%. (Figura 9)

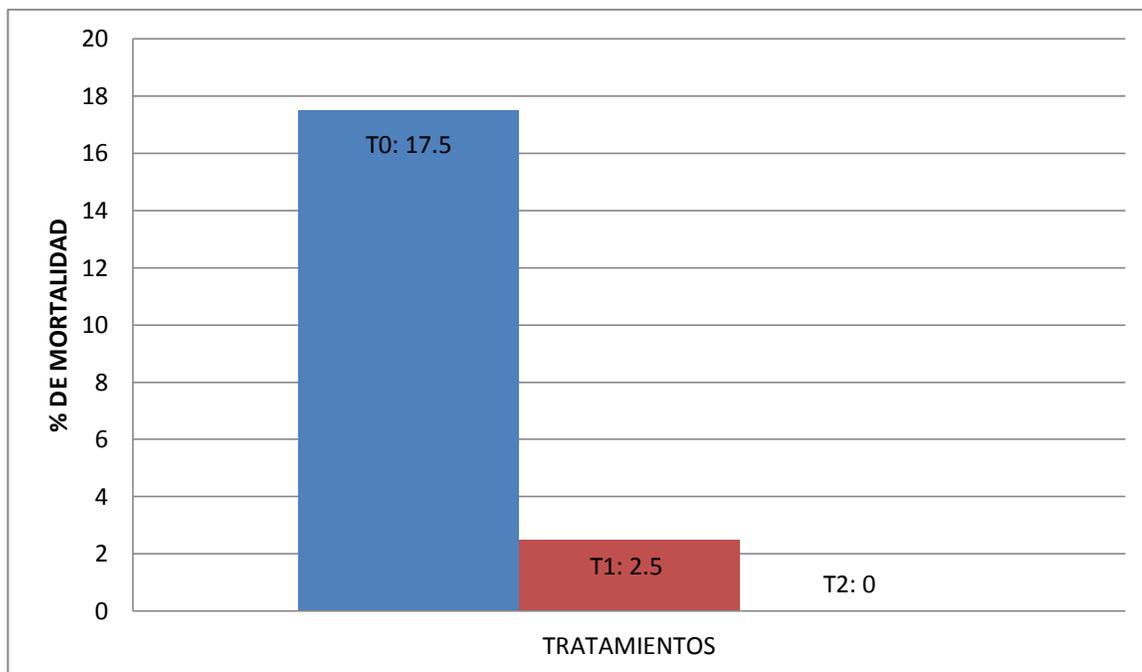
La mortalidad elevada del tratamiento T0 en comparación con los dos tratamientos definidos, pudo deberse a diversos factores, como el estrés de los alevines por manipulación al momento de muestreo, aspecto que se dificultó por el pequeño tamaño de los especímenes, al igual que el bajo consumo del alimento comercial, debido a la captura en la superficie, proceso que se dificulta por la morfología de su mandíbula. Con respecto de la mortalidad del tratamiento T1, se observó que los animales morían en las últimas semanas de la investigación, por problemas de obstrucción intestinal, que se explican por los depósitos de quitina, que es una sustancia formada principalmente por un mucopolisacárido proveniente del exoesqueleto de *D. magna* y los juveniles de *A. cacatuoides*, poseen bajos niveles de la enzima quitinasa, cuya ausencia reduce la eficiencia de asimilación de esta molécula⁴⁶.

El suministro de gusano grindal en el T2, cumplió satisfactoriamente los requerimientos nutricionales de los juveniles de *Apistogramma* y fue consumido adecuadamente en los porcentajes establecidos de 10 % a 12% del peso vivo del pez, dando como resultado una mortalidad del 0%. Sin embargo Luna⁴⁷, reporta que el gusano grindal, al ser suministrado en grandes cantidades, puede causar altas tasas de mortalidad por el gran contenido de grasa presente en este alimento vivo, por lo que sugiere establecer dietas con cantidades bajas de *Enchytraeus*.

Figura 9. Porcentaje de Mortalidad.

⁴⁶ LÓPEZ, J. Op cit. p. 36.

⁴⁷ LUNA, J. Nematodo de vida libre libre *Panagrellus redivivus* (Goodey, 1945): Una alternativa para la alimentación inicial de larvas de peces y crustáceos. Universidad autónoma de aguas calientes. Mexico, 2009. p. 6.



La mortalidad elevada del tratamiento T0 en comparación con los dos tratamientos definidos, pudo deberse a diversos factores, como el estrés de los alevines por manipulación al momento de muestreo, aspecto que se dificultó por el pequeño tamaño de los especímenes, al igual que el bajo consumo del alimento comercial, debido a la captura en la superficie proceso que se dificulta por la morfología de su mandíbula. Con respecto de la mortalidad del tratamiento T1, se observó que los animales morían en las últimas semanas de la investigación, por problemas de obstrucción intestinal, que se explican por los depósitos de quitina, que es una sustancia formada principalmente por un mucopolisacárido proveniente del exoesqueleto de *D. magna* y los juveniles de *A. cacatuoides*, poseen bajos niveles de la enzima quitinasa, cuya ausencia reduce la eficiencia de asimilación de esta molécula⁴⁸.

6.7 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS.

Se determinó el análisis parcial de costos (Tabla 1) y con base en los datos obtenidos, se realizó la relación beneficio costo (Tabla 2.)

Tabla 1. Análisis parcial de costos

Rubros	Cantidad	Unitario (\$)	Total (\$)	%
Juveniles	120	\$100	\$12.000	7,60

⁴⁸ LÓPEZ, J. Op cit. p. 36.

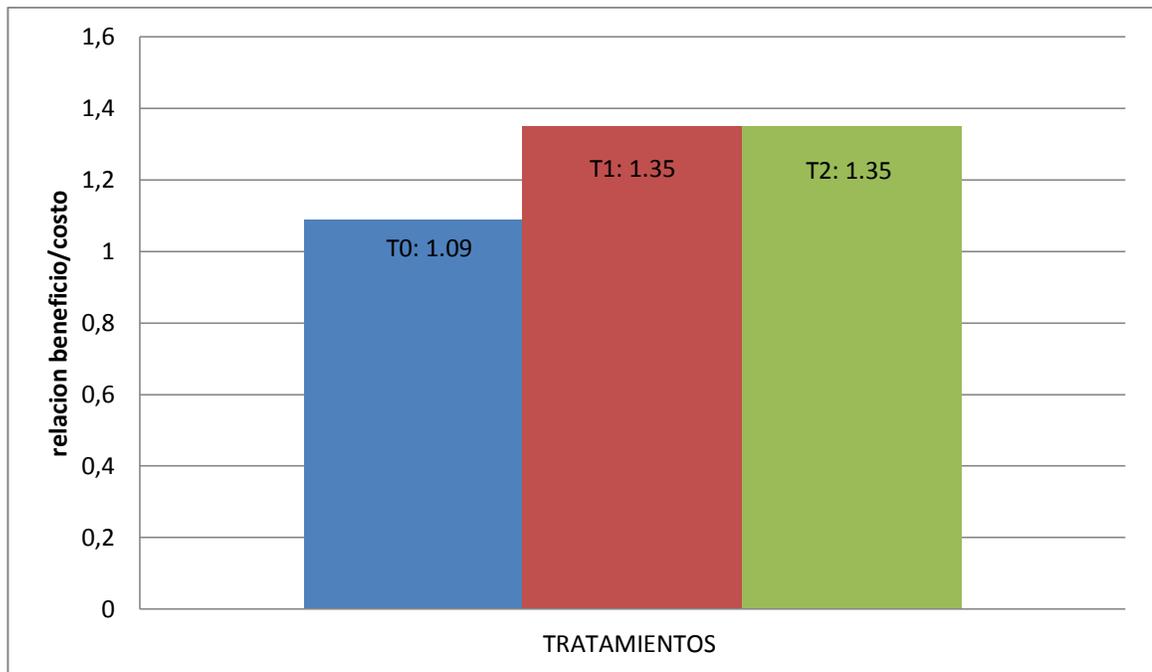
Balanceado(g)	18,23	\$218,75	\$3.987,81	0,07
Sal marina (g)	500	\$1.000	\$1.000	0,32
Larvas de Daphnia magna	1	\$2.000	\$2.000	0,63
Larvas de gusano grindal	1	\$5.000	\$5.000	1,58
Acuarios	12	\$15.000	\$180.000	57,09
Producción (mano de obra, quipos, energía)	1	\$103.000	\$103.000	32,67
Total			\$306.988	100%

Tabla 2. Resumen de cálculo relación beneficio/costo

Según el análisis realizado los tratamientos T1 y T2 reportaron la mejor relación beneficio costo con un valor de 1.35 y el tratamiento T0 con un valor de 1.09 (Figura10), teniendo en cuenta que la relación beneficio costo es mayor que 1, todos los tratamientos son económicamente viables; es decir que los ingresos son mayores que los egresos.

Figura 10. Relación beneficio/costo por tratamiento

Tratamiento	Costo total (\$)	Número de animales	Precio venta (\$)	Ingreso bruto (\$)	Ingreso neto (\$)	Beneficio costo (\$)
T0	101854.5	32	3500	112000	9345,89	1,09
T1	100566.6	39	3500	136500	35833.7	1,35
T2	103666,6	40	3500	140000	36333.7	1,35



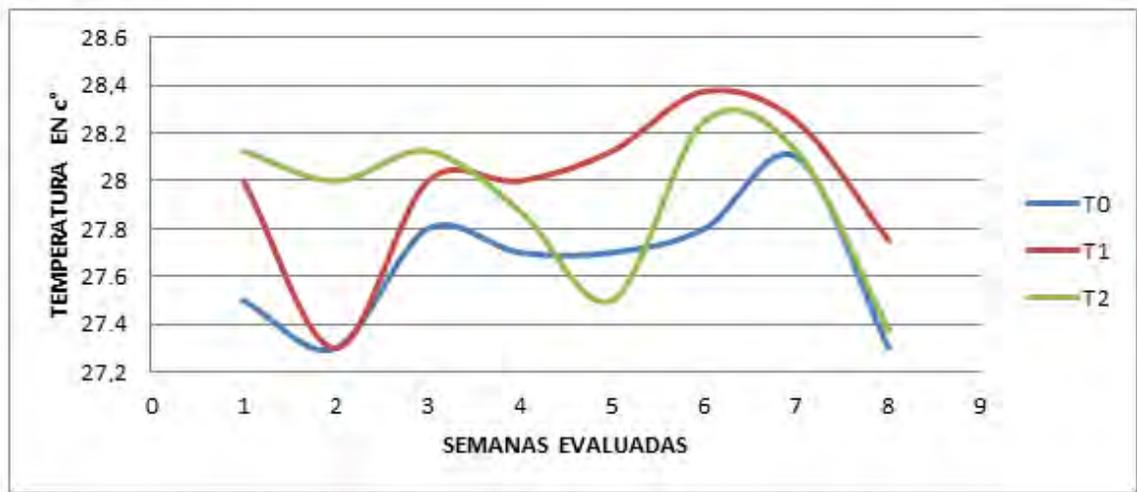
6.8 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA

Argumedo y Rojas⁴⁹, describen que la calidad del agua, está dada por el conjunto de propiedades físicas y químicas. Cualquier característica del agua puede afectar el comportamiento de los peces y de acuerdo con la especie se deben mantener dentro de los rangos adecuados.

6.8.1 Temperatura. Se registraron datos diariamente con un termómetro de mercurio. Todos los tratamientos se mantuvieron en un rango comprendido entre 27.2°C y 28.4°C, rango apropiado para esta especie (figura 11)

Figura 11. Comportamiento de la temperatura en las semanas evaluadas

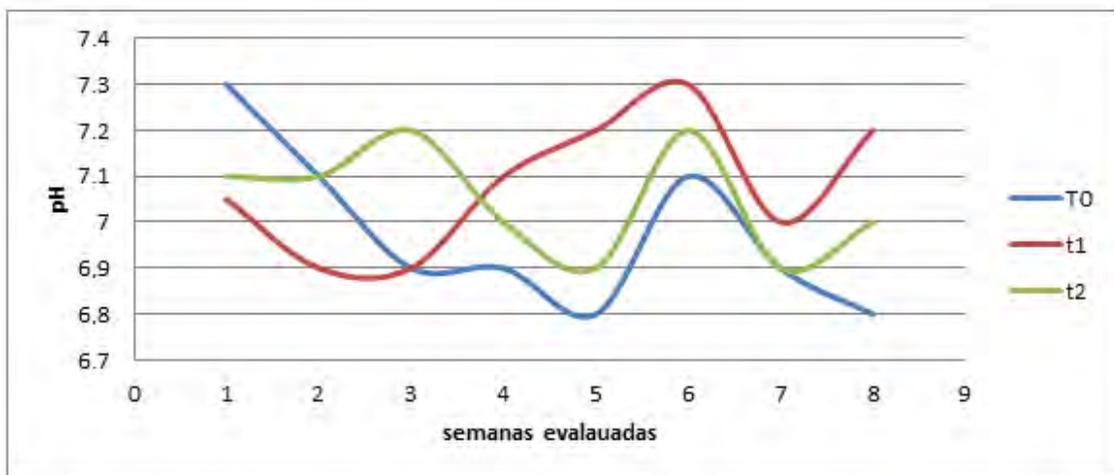
⁴⁹ ARGUMEDO, E. y ROJAS, H. Manual de piscicultura con especies nativas: asociación de piscicultores del Caquetá "ACUICA". Bogotá, Colombia; Plan nacional de desarrollo alternativo Colombia siembra paz, 2005, p. 85.



La temperatura en los tres tratamientos a lo largo de la investigación, estuvo en un rango adecuado, puesto que Perez, Diaz y Espina⁵⁰, recomiendan que la temperatura en un cultivo de cíclidos, no debe sobrepasar los 31°C, de lo contrario pueden sufrir estrés y alteraciones en el consumo de alimento causando alta mortalidad.

6.8.2 pH. Se tomaron datos una vez por semana, con un indicador Tetra Test Laboret®. Los tratamientos estuvieron en un rango comprendido entre 6.8 y 7.3 (figura 12).

Figura 12. Comportamiento del pH en las semanas evaluadas.



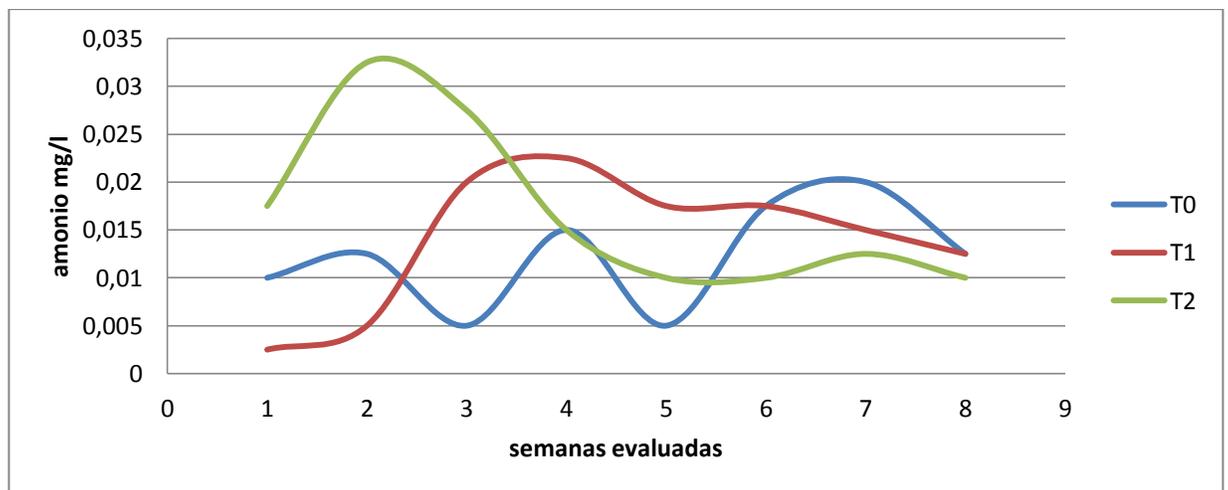
⁵⁰ PEREZ, E; DIAZ, F. Y ESPINA, S. Termoregulatory behavior and critical thermal limits of angel fish, *Pterophyllum scalare*. Journal of thermal biology, Oxford. P. 535.

Valores similares fueron registrados por Diaz *et al*⁵¹, con un pH de 7, en la captura, adaptación y reproducción de *Apistogramma spp*. Igualmente señalan que un valor mayor a 7.3, puede ocasionar la muerte de estos ciclidos enanos, por alteraciones en el metabolismo, frecuencia respiratoria demasiado rápida o por una enfermedad llamada septicemia hemorrágica bacterial. Los valores menores a 6.8 causan hemorragias internas, puede afectar el cuerpo y las aletas de los peces y mortalidad por disminución del oxígeno disuelto en agua.

6.8.3 Amonio. Se usó el medidor de amoníaco y amonio Tetra Test Laboret®, para tomar datos una vez a la semana y siguiendo las indicaciones del producto. El rango en que se mantuvieron los tratamientos fue de 0.003 y 0.034 (figura 13).

Auro y Ocampo⁵², mencionan que los valores de amonio deben ser lo más cercanos a 0 debido a que un valor por encima de 0,8 puede ser mortal en peces como los *Apistogrammas*, por hemorragias que se presentan en el hígado

Figura 13. Comportamiento de Amonio mg/l en las semanas evaluadas.



⁵¹ DIAZ, C. *et al*. Captura, adaptación y reproducción de peces ornamentales amazónicos, *Apistogramma spp*, *Pyrrhulina sp*. Perú, 2001. P. 217.

⁵² AURO, A. y OCAMPO, L. Diagnóstico de estrés en los peces. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México, 1999. p. 339.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES.

- El tratamiento T2 que corresponde al alimento vivo *Enchytraeus buchholzi*, registró diferencias estadísticas significativas en todas las variables evaluadas, presentando los mejores datos en peso, talla, tasa de crecimiento simple y 0% en mortalidad, demostrando la superioridad de este alimento vivo, con relación a la dieta del balanceado comercial y a la pulga de agua, en el cultivo de *Apistogramma cacatuoides*.
- La ganancia de peso, talla y baja mortalidad, obtenido en la investigación, demuestran la eficiencia del uso de alimento vivo (*Daphnia magna* y *Enchytraeus buchholzi*), como dieta en juveniles de *Apistogramma cacatuoides*.
- El tratamiento T0 correspondiente al balanceado comercial, no cumple con los requerimientos de los juveniles, causando alta tasa de mortalidad y baja ganancia de peso.
- Los parámetros fisicoquímicos del agua, se mantuvieron estables y fueron adecuados para la especie íctica de esta investigación.
- Todos los tratamientos tuvieron una buena relación beneficio costo haciéndolos económicamente viables.

7.2 RECOMENDACIONES

- Promover el uso de alimento vivo como gusano Grindal, en la alimentación de juveniles *Apistogramma*.
- Realizar investigaciones, sobre el efecto del suministro, de una dieta con balanceado comercial y alimento vivo, en fase de juveniles y fase adulta de *Apistogramma cacatuoides*.
- Incrementar la información, mediante estudios e investigaciones, sobre alimentación y mantenimiento de la especie *Apistogramma cacatuoides*, en todas sus fases productivas.
- Incentivar a los Zootecnistas al conocimiento e investigación de las especies ícticas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, A; *et al.* Evaluación de tres tipos de alimentos como dieta en post-larvas de Sábalo Amazónico (*Brycon melanopterus*, Cope 1872). Colombia, 2010.
- ALCALDÍA MUNICIPAL DE PALMIRA. Plan municipal de gestión del riesgo de desastres. Palmira. 2012.
- ARIZA, M. *et al.* Medidas de posición no central y dispersión. Universidad Pontificia Bolivariana. Bucaramanga, 2010.
- 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
- ATENCIO, V., *et al.* Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú (*Brycon siebenthalae*) (Characidae). Animal Sciences Maringá.
- AURO, A. y OCAMPO, L. Diagnóstico de estrés en los peces. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México, 1999
- BALDISSEROTTO, B. Y GOMES, L. Especies nativas para piscicultura no Brasil. Universidad Federal de Santa María. Brasil, 2010
- BARNES, Robert. Zoología de invertebrados. Quinta edición. Pennsylvania, 1987.
- BERGOT y LUNA. Elevage larvarie de la carpe commune (*C. carpio*): alimentation artificielle IN: R. Billard and J. Marcel (Editors) Aquaculture of cyprinids INRA. Paris.
- BOCEK, A. Introduccion al cultivo de peces en estanques. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Alabama. S.f
- BOGUT, I. Nutritional value of planktonic cladoceran *Daphia magna* for common carp (*cyprinus carpio*) fry feeding. 2010
- CASTRO, Thalía. Alimento vivo para organismos acuáticos. (Thalía Castro COMPILADORA). México, 2003,
- CASTRO, T; *et al.* Alimento vivo en la Acuicultura. México. 2003.
- DEL ÁGUILA, L; *et al.* Influencia de cuatro dietas inertes en el crecimiento del ciclido enano *Apistogramma eunotus* (Perciformes – Cichlidae). Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana. 2011

DÍAZ, Catalina; *et al.* Caracterización de un alimento tipo para *Apistogramma sp.* Manaus, Brasil, 2009.

DIAZ, C. *et al.* Captura, adaptación y reproducción de peces ornamentales amazónicos, *Apistogramma spp*, *Pyrrhulina sp.* Perú, 2001.

DÍAZ, Francisco; *et al.* Fundamentos de nutrición y alimentación en acuícola. Bogotá, 1996.

FIGUEROA, L; VARGAS, Z. y FIGUEROA, T. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). México. 2010.

FISH GOBBLE AQUACULTURE FEED. GRINDAL WORM. [online]. S.f. disponible en internet : <http://www.fishgobble.com/product/grindal-worm>

FAO, INCODER. Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Diciembre 2011

HICKMAN, C; ROBERTS, L. y PARSON, A. Principios integrales de Zoología. Editorial Mc Graw-Hill, Madrid, España, 1998.

HOEDEMAN, J. J. Notes on the fishes of the Cichild family I. Apisto-gramma cacatuoides sp. n. Beaufortia núm. 4. 1951

LANAIN, C. Nutrición en salmónidos. Archivos de medicina veterinaria. 1993, vol. 25

LANDINES, Miguel; SANABRIA, Ana y DAZA, Piedad. Producción de Peces Ornamentales en Colombia. Colombia, Bogota, D.C. 2007.

LÓPEZ, J. Nutricion y alimentación Piscícola. Editorial Universidad de Nariño. Colombia, 2014.

LUNA, F. Alimento vivo: importancia y valor nutritivo. Revista Ciencia y Desarrollo. México. 2002

LUNA, J. Alimento vivo: importancia y valor nutritivo. Revista Ciencia y Desarrollo. México. 2002.

LUNA, J. y HERNÁNDEZ, L. Alimento vivo en el Acuarismo. México S.f.

MARTTY, Hugo. Alimentación de peces ornamentales. Editorial Albatros. República de Argentina, 1994.

MEZA, C. Y CORAL, D. Efecto comparativo de artemia salina, artemia enriquecida con omega-3 y balanceado comercial, suministrado durante ocho y dieciséis días en la fase de alevinaje de Escalares (*pterophyllum scalare*), en condiciones de cautiverio en el centro experimental amazónico, CEA, Mocoa, Putumayo. Universidad de Nariño. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia. 2014.

MEZA, L. y TORRES, D. 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 (*Osteglossum bicirrhosum*). Universidad de Nariño. Programa de Ingeniería en Producción Acuícola. Pasto, Colombia. 2014.

NÉSTOR, J. y ÁLVAREZ, R. Comercio de peces ornamentales en Colombia. Acta Biológica Colombiana. Bogotá, Colombia. 2008

PEREZ, E; DIAZ, F. Y ESPINA, S. Termoregulatory. Behavior and critical thermal limits of angel fish, *Pterophyllum scalare*. Journal of thermal biology, Oxford

PRIETO, M; DE LA CRUZ, L. y MORALES, M. Cultivo experimental del Cladocero *Moina sp.* Alimentado con *Ankistrodesmus sp* y *Saccharomyces cerevisiae*. Revista MVZ Córdoba. 2006.

SANDS, D; LOISELLE, P. y LEIBEL, W. Guías de acuario Cíclidos tropicales. Editorial el DRAC. 1997

SORIANO, M. y HERNANDEZ, D. Tasa de crecimiento del pez Ángel *Pterophyllum scalare* (perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. Acta Universitaria 2002. vol. 12. Universidad de Guanajuato. México, 2002.

TOLEDO, S. Aspectos generales de la nutrición de peces, nuevas tendencias. En el seminario de Acuicultura Continental de especies de aguas cálidas – templadas. Cuba, 2005.
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces>

VELASCO, Y Y CORREDOR, W. Requerimientos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce: una revisión. Revista MVZ Córdoba 16 (2):2458-2469. Universidad de los Llanos, Instituto de Acuicultura. Colombia, 2011.
VERGARA, V. Programa de investigación y proyección social en alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. S.f

VILLAMAR, C. Protocolo para la cría de biomasa de *Artemia* adulta en raceways. Revista AquaTIC, N° 21. 2004.

ANEXOS

Anexo A. registro de los valores de pesos obtenidos durante la investigación.

		PESO INICIAL		
Tratamientos	Repeticiones	TESTIGO	PULGA DE AGUA	GUSANO GRINDAL
	1	0,5912	0,5916	0,5913
	2	0,5909	0,5911	0,5912
	3	0,5914	0,5906	0,5909
	4	0,5911	0,5914	0,5915
	TOTAL	2,3646	2,3647	2,3649
PESO A LOS 15 DIAS				
	1	0,6622	0,6904	0,6925
	2	0,6618	0,6898	0,6926
	3	0,6624	0,6894	0,6922
	4	0,6621	0,6904	0,6927
	TOTAL	2,6485	2,76	2,77
PESO A LOS 30 DIAS				
	1	0,7947	0,8514	0,8572
	2	0,7943	0,8511	0,8573
	3	0,7952	0,8506	0,8566
	4	0,7942	0,8617	0,8575
	TOTAL	3,1784	3,4148	3,4286
PESO A LOS 45 DIAS				
	1	0,9908	1,0792	1,0878
	2	0,9905	1,0789	1,0882
	3	0,9912	1,0782	1,0875
	4	0,9903	1,0817	1,0883
	TOTAL	3,9628	4,318	4,3518
PESO A LOS 60 DIAS				
	1	1,2523	1,3623	1,3891
	2	1,2521	1,3624	1,3892
	3	1,253	1,3626	1,3895
	4	1,252	1,3629	1,3894
	TOTAL	5,0094	5,4502	5,5572

Anexo B. Registro de valores de talla obtenidos durante la investigación.

		TALLA INICIAL		
Tratamientos	Repeticiones	TESTIGO	PULGA DE AGUA	GUSANO GRINDAL
	1	0,9	0,9	0,9
	2	1	1	0.8
	3	1.2	1.2	1
	4	0.8	1	0.9
	TOTAL	3.9	4.2	3.6
		TALLA A LOS 15 DIAS		
	1	1	1.2	1.2
	2	1.1	1.3	1.3
	3	1.2	1.4	1.2
	4	1	1.2	1.2
	TOTAL	4.3	5.1	4.9
		TALLA A LOS 30 DIAS		
	1	1.3	1.5	1.5
	2	1.5	1.5	1.6
	3	1.5	1.6	1.6
	4	1.4	1.5	1.5
	TOTAL	5.7	6.1	6.2
		TALLA A LOS 45 DIAS		
	1	1.7	2.1	2.3
	2	1.8	2.2	2.4
	3	1.9	2.3	2.5
	4	1.8	2.2	2.3
	TOTAL	7.2	8.9	9.6
		TALLA A LOS 60 DIAS		
	1	2	2.6	2.9
	2	2.1	2.4	2.7
	3	2.2	2.5	2.6
	4	2.1	2.6	2.8
	TOTAL	8.2	10.1	11

Anexo C. Registro de temperatura C° promedio semanal.

semanas	T0				T1				T2			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	27	28	28	27	28	28	28	28	27,5	29	28	28
2	28	27	27,5	27	26	28	28,5	27	27,5	27	29	28,5
3	27,5	28	28	28	28,5	28	27,5	27	28	27	29	28,5
4	28	27,5	27,5	28	27,5	29	27	28	27,5	28	29	27
5	27,5	27	28	28,5	28,5	28	27	29	28	28	27	27
6	28	27,5	28,5	27,5	29	27	28,5	29	29	29	28	27
7	28,5	28,5	27,5	28	28	28	28	29	29	28	28	27,5
8	27,5	28	27	27	27	29	28	27	28,5	27	27	27
PROMEDIO	27,8	27,7	27,8	27,6	27,8	27,9	27,8	27,8	28,1	27,6	27,9	27,6

Anexo D. Registro de pH promedio semanal

semanas	T0				T1				T2			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	6,8	7,5	7,5	7,4	7,5	6,9	6,9	6,9	7,4	7,6	6,5	7,2
2	7,2	7,2	7,2	6,8	7,2	6,8	6,8	6,8	7,3	7,3	6,7	7,3
3	6,9	6,7	7,4	6,9	7,3	6,8	6,9	6,9	7,5	7,6	6,8	6,9
4	6,8	6,8	7,3	6,8	7,5	6,5	7,2	7,2	6,9	7,5	6,8	6,8
5	6,7	6,9	6,9	6,7	7,4	6,7	7,5	7,3	6,8	7,2	6,8	6,9
6	7,4	7,2	6,9	7,2	6,9	7,6	7,3	7,4	7,3	7,2	7,2	7,3
7	6,9	6,9	7	6,8	6,9	7,3	7,2	6,9	7,2	6,9	6,4	7,4
8	7,3	6,7	6,8	6,7	7,2	7,5	6,9	7,2	7,6	6,9	6,7	6,9
PROMEDIO	7,0	7,0	7,1	6,9	7,2	7,0	7,1	7,1	7,3	7,3	6,7	7,1

Anexo E. Registro de Amonio mg/l promedio semanal.

semanas	T0				T1				T2			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
1	0,01	0	0,01	0,02	0	0,01	0	0	0,02	0,01	0,01	0,03
2	0,02	0	0,02	0,01	0	0,02	0	0	0,04	0,02	0,03	0,04
3	0	0,01	0,01	0	0,04	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,04	0,02
4	0,01	0,04	0	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0	0,01	0,02
5	0	0,02	0	0	0,02	0,01	0,01	0,03	0	0,03	0	0,01
6	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0	0,04	0	0
7	0,02	0	0,03	0,03	0,03	0	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
8	0,01	0	0,02	0,02	0,03	0,02	0	0	0,01	0,02	0	0,01
PROMEDIO	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02

Anexo F. Análisis de varianza para peso inicial de siembra.

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	2	0,000	0,000	0,067	0,936
Error	8	0,000	0,000		
Total corregido	10	0,000			

Calculado contra el modelo
Y=Media(Y)

Anexo G. Resumen estadístico para peso inicial.

Tratamiento	media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Rango
T0	0,59115	0,00018	0,030%	0,5909	0,5914	0,0005
T1	0,591175	0,00038	0,064%	0,5906	0,5916	0,0010
T2	0,591225	0,00022	0,037%	0,5909	0,5915	0,0006
TOTAL	1,774	0,0008	0,131%	1,7724	1,7745	0,0021

Anexo H. Análisis de varianza para incremento de peso.

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	2	0,035	0,017	92427,771	< 0,0001
Error	8	0,000	0,000		
Total corregido	10	0,035			

Calculado contra el modelo
Y=Media(Y)

Anexo I. Prueba de Tukey para incremento de peso

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
T2 vs to	0,137	413,541	2,858	< 0,0001	Si
T2 vs T1	0,027	87,153	2,858	< 0,0001	Si
T1 vs to	0,110	332,852	2,858	< 0,0001	Si

Categoría	Media estimada	Grupos
T2	0,798	A
T1	0,771	B
to	0,661	C

Anexo J. Resumen estadístico para incremento de peso total.

Tratamiento	media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Rango
T0	0,66	0,00025	0,039%	0,6609	0,6616	0,0007
T1	0,77	0,00047	0,060%	0,7707	0,772	0,0013
T2	0,80	0,00031	0,039%	0,7978	0,7986	0,0008
TOTAL	2,231	0,0010	0,138%	2,2294	2,2322	0,0028

Anexo K. Análisis de varianza para tasa de crecimiento simple.

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	2	991,411	495,705	28006,675	< 0,0001
Error	8	0,142	0,018		
Total corregido	10	991,552			

Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$

Anexo L. Prueba de Tukey de tasa de crecimiento simple.

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
t2 vs T0	23,128	227,615	2,858	< 0,0001	Si
t2 vs t1	4,505	47,888	2,858	< 0,0001	Si
t1 vs T0	18,623	183,280	2,858	< 0,0001	Si

Categoría	Media estimada	Grupos
t2	134,987	A
t1	130,482	B
T0	111,859	C

Anexo M. Análisis de varianza para conversión alimenticia aparente.

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	2	1,239	0,619	6429,320	< 0,0001
Error	8	0,001	0,000		
Total corregido	10	1,240			

Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$

Anexo N. Prueba de Tukey para conversión alimenticia aparente.

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
T0 vs t2	0,824	109,928	2,858	< 0,0001	Si
T0 vs t1	0,642	85,655	2,858	< 0,0001	Si
t1 vs t2	0,182	26,217	2,858	< 0,0001	Si

Categoría	Media estimada	Grupos
T0	6,893	A
t1	6,251	B
t2	6,069	C

I

Anexo O. Resumen estadístico para conversión alimenticia aparente

Tratamiento	media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Rango
T0	6,89	0,00163	0,024%	6,89	6,90	0,004
T1	6,25	0,01319	0,211%	6,25	6,27	0,04
T2	6,07	0,00414	0,068%	6,07	6,07	0,01
TOTAL	19,213	0,0190	0,303%	19,210	19,238	0,051

Anexo P. Análisis de varianza para incremento de talla.

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
Modelo	2	0,885	0,443	14,960	0,002
Error	8	0,237	0,030		
Total corregido	10	1,122			

Calculado contra el modelo

Y=Media(Y)

Anexo Q. Prueba de Tukey para incremento de talla.

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
t2 vs T0	0,717	5,456	2,858	0,002	Si
t2 vs t1	0,350	2,878	2,858	0,049	Si
t1 vs T0	0,367	2,791	2,858	0,055	No

Categoría	Media estimada	Grupos
t2	1,850	A
t1	1,500	B
T0	1,133	B

Anexo R. Protocolos de cultivo para alimento vivo

Cultivo Pulga de Agua.



Bandejas de plástico de 10 L esterilizadas.



Se adiciono 8 L de agua sin cloro.



Se adiciono 2 gr de cáscara seca de papa



Se adiciono 1 g de spirulina disuelto previamente.

Pasadas las 24 horas del anterior procedimiento se introdujo de 40 a 50 Pulgas de Agua por bandeja.



Se alimentó cada dos días a las pulgas de agua con 1 g de Spirulina disuelta en agua y cada 15 días con 2 g de cáscara seca de papa, igualmente se renovó agua cada 4 días un 40%, extrayendo con cuidado todo el sedimento posible.

A los 20 días se cosechó *Daphnia magna* para ser suministrada a los juveniles.

Cultivo gusano grindal.



Se utilizó 550 gr de tierra con capote.



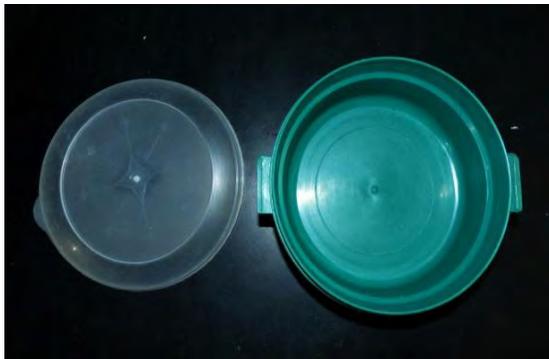
Se tamizó la tierra dejando la más fina



Se drenó el agua por 1 día, regulando su pH y dejado una humedad de 80%

Se introdujo en agua hirviendo por 30 min. Con el fin de eliminar patógenos

Se ubicó la mezcla en recipientes oscuros de plástico de 0.5 L, cuya tapa se perforó para el acceso del oxígeno al cultivo y a su vez esta fue protegida para evitar el ingreso de mosquitos y otros insectos al cultivo, y establecido eso se introdujo los ejemplares de gusano grindal.





La alimentación de este cultivo se realizó con alimento para mascotas húmedo cada 2 días.



Se realizó control de la humedad del cultivo añadiendo rocío de agua cuando este perdía humedad.

A los 25 días de iniciado el cultivo se extrajeron gusanos con una pinza metálica para ser suministrados a los juveniles.

