

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ENERGÍA Y PROTEÍNA
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE ALEVINOS DE
Oreochromis niloticus VARIEDAD CHITRALADA.**

**JOHANS ALEXANDER ESCOBAR VALDERRAMA
VIVIANA DEL ROSARIO REINOSO DOMÍNGUEZ**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ, D.C.
2.006**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ENERGÍA Y PROTEÍNA
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE ALEVINOS DE
Oreochromis niloticus VARIEDAD CHITRALADA.**

**JOHANS ALEXANDER ESCOBAR VALDERRAMA
VIVIANA DEL ROSARIO REINOSO DOMÍNGUEZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito
Parcial para optar al título de Zootecnista**

Director

**Dr. Miguel Angel Landines Parra
Zootecnista, Ph.D. Acuacultura**

Codirector

**Dr. Julio Alberto González Acosta
Biólogo Especializado**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ, D.C.**

2.006

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

HERMANO FABIO GALLEGO ARIAS

RECTOR

HERMANO HENRY ALBERTO RAMIREZ ROMERO

VICERRECTOR ACADEMICO

HERMANO EDGAR FIGUEROA ABRAJIM

VICERRECTOR PROMOCION Y DESARROLLO HUMANO

DR. MAURICIO FERNANDEZ FERNANDEZ

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DR. GUILLERMO PANQUEVA MORALES

SECRETARIO GENERAL

DR. RAFAEL IGNACIO PAREJA MEJIA

DECANO FACULTAD DE ZOOTECNIA

DR. JOS JUAN CARLOS LECONTE

SECRETARIO ACADEMICO FACULTAD DE ZOOTECNIA

APROBACIÓN

DECANO

Dr. Rafael Ignacio Pareja

SECRETARIO ACADEMICO

Dr. Jos Juan Carlos Leconte

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Miguel Angel Landines P.

CODIRECTOR DE TESIS

Dr. Julio González

JURADO

Dr. Liliana Betancourt López

JURADO

Dr. Abelardo Conde Pulgarín

AGRADECIMIENTOS

Expresamos los más profundos agradecimientos a quienes contribuyeron a la elaboración de este trabajo:

Al doctor Miguel Angel Landines, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional, por su tiempo y dedicación para el desarrollo de esta investigación.

Al doctor Julio Alberto González, Facultad de Zootecnia Universidad de la Salle, por su orientación y su amistad incondicional para enriquecernos intelectualmente.

A la Señora Amanda Reyes, Laboratorio de Ictiología (FMVZ, U.N), por su inmensa colaboración, apoyo y desinteresada amistad.

Al laboratorio de Ictiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, por facilitarnos las instalaciones para la realización del experimento.

Al laboratorio de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad de La Salle, por su apoyo en los análisis de laboratorio.

El esfuerzo, la constancia y el amor que consagré en este trabajo, quiero dedicárselos a mis padres José Reinoso y Martha Domínguez, que son su apoyo y colaboración he culminado uno de mis propósitos. A mi abuela Rosario Reinoso QEPD, quien siempre anhelo ver a uno de sus nietos finalizar sus estudios, a mi hermana Alejandra por ser una gran amiga y a mi Novio Johans por ser un gran compañero de trabajo y con la persona que quiero compartir mi meta.

VIVIANA DEL ROSARIO

Doy gracias a Dios por haberme dado la vida y mostrarme el camino al cual seguir, también por conservar a mi lado las personas que están a mi corazón. En dedicación a mi madre Leidy Valderrama quien me enseñó a ser una persona íntegra, llena de valores, a luchar y conseguir las metas propuestas, a mi Novia Viviana que hemos trabajado juntos para alcanzar este anhelado triunfo y a mi amigo Ángel Garay que ha estado conmigo desde el comienzo de esta carrera.

JOHANS ALEXANDER

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	19
1.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1. ASPECTOS BIOLÓGICOS	20
2.2. NUTRICIÓN EN PECES	21
2.3. LAS PROTEÍNAS EN LA NUTRICIÓN DE LOS PECES	22
2.3.1. REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA EN PECES	25
2.3.2. REQUERIMIENTOS DE AMINOÁCIDOS	27
2.4. LA ENERGÍA EN DIETAS PARA PECES	28
2.4.1. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA	29
2.5. RELACION ENERGÍA/PROTEÍNA EN ACUICULTURA	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1. ANIMALES EXPERIMENTALES	34
3.2. DIETAS EXPERIMENTALES (TRATAMIENTOS)	34
3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO	37
3.4. PRUEBAS DEL LABORATORIO	38
3.4.1. ANÁLISIS DE PROTEÍNA Y ENERGÍA	39
3.5. PARÁMETROS PRODUCTIVOS EVALUADOS	39
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. GANANCIA DE PESO	42

	Pàg.
4.2. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO	43
4.3. EFICIENCIA DE UTILIZACION DE NUTRIENTES Y FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA	44
4.4. TASA DE RETENCION DE NUTRIENTES	45
4.5. SOBREVIVENCIA	46
4.6. ANÁLISIS ECONOMICO	47
5. CONCLUSIONES	48
6. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimiento proteico para alevinos de diferentes especies ícticas, expresado como porcentaje de la dieta.	23
Tabla 2. Relación óptima de energía-proteína en diferentes especies de tilapia.	33
Tabla 3. Relación energía/proteína de las dietas experimentales	35
Tabla 4. Composición porcentual de los nutrientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER)	36
Tabla 5. Composición porcentual de los nutrientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER)	37
Tabla 6. Análisis físico-químico del agua de las baterías cada quince días (acuarios al azar)	38
Tabla 7. Ganancia de peso (g) en alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada alimentados con diferentes niveles de energía y proteína	43
Tabla 8. Tasa de crecimiento específico (g/día) cada 15 días para Alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada alimentados con diferentes niveles de energía y proteína	44

	Pàg.
Tabla 9. Eficiencia de utilización de nutrientes (Proteína (g) y Energía (Kcal.) y Factor de Conversión alimenticia (g) para alevinos de tilapia nilótico variedad chitralada	45
Tabla 10. Tasa de Retención de Proteína (TRP) y Energía (TRE) (g) para alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada	46
Tabla 11. Costo del alimento utilizado en cada uno de los tratamientos	47
Tabla 12. Costo del alimento por unidad de peso ganado	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Representación esquemática del flujo de la energía ingerida en los peces.	31
Figura 2. Valores medios \pm D.S. de la sobrevivencia (%) de alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada.	46

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. *Oreochromis Niloticus* variedad Chitralada

Anexo 2. Instalaciones del laboratorio de Ictiología (UN).

Anexo 3. Tamaño inicial y final de alevinos de *O. Niloticus* variedad chitralada.

Anexo 4. Alevinos de *O. Niloticus* variedad Chitralada a los 30 días.

Anexo 5. Ingredientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER).

Anexo 6. Ingredientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER).

Anexo 7. Foto del concentrado almacenado en recipientes de Fotografía.

Anexo 8. Diagrama de procedimiento para la obtención de las carcasas.

Anexo 9. Eviscerado.

Anexo 10. Diagrama Análisis de Proteína por el método de Kjeldahl.

Anexo 11. Diagrama Análisis de Energía por el método de la bomba calorimétrica.

Anexo 12. Soporte Estadístico (ANAVA y Tukey 5%).

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el desempeño productivo de alevinos de *Oreochromis niloticus* variedad chitralada, alimentados con diferentes niveles de energía y proteína. Se implementaron seis dietas con dos niveles de energía (3300 y 3600 kcal/kg.) y tres niveles de proteína (35, 40 y 45%) generando seis diferentes relaciones energía/proteína (10,28; 9,42; 9,00; 8,25; 8,00 y 7,33 kcal ED/g PC). Se utilizó un lote de 192 alevinos provenientes de una granja comercial localizada en el municipio de Guamal (Meta), los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro acuarios por tratamiento a una densidad de 8 individuos por acuario. El alimento fue ofrecido a voluntad dos veces al día (8:00 y 15:00 horas). Fue registrado el peso de los alevinos al inicio del experimento y posteriormente cada 15 días, hasta el día 45, día en el cual se concluyó el ensayo. Fueron evaluadas la ganancia de peso (GP), la tasa de crecimiento específico (TCE), el factor de conversión alimenticia (FCA), la eficiencia de utilización de energía y de proteína (EUE y EUP), la tasa de retención de energía y de proteína (TRE y TRP) y la sobrevivencia. El diseño experimental fue completamente al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones; los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) y las medias comparadas por la prueba de Tukey (5%). Se concluyó que para GP las relaciones energía/proteína de 8,25 y 9,42 fueron las que mejores resultados mostraron ($p < 0,05$). En cuanto a la TCE, FCA, EUE y EUP no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos utilizados ($p > 0,05$); similar comportamiento se observó en la TRP, sin embargo la TRE fue significativamente superior ($p < 0,05$) al utilizar la relación energía/proteína de 7,33 y en general fue mejor en los tratamientos con 3300 kcal/kg con respecto a los de 3600 kcal/kg. La sobrevivencia no fue afectada por los tratamientos ($p > 0,05$).

Palabras claves: proteína, energía, relación energía/proteína, *Oreochromis niloticus*, chitralada.

ABSTRACT

The purpose of this experiment was to evaluate the productive performance of *Oreochromis niloticus* fry chitralada variety, feed with different energy and protein levels. Six diets with two energy levels (3300 and 3600 kcal/kg.) and three protein levels (35, 40 and 45%) were implemented, generating six different energy / protein levels (10.28, 9.42, 9.00, 8.25, 8.00 and 7.33 kcal ED/g PC). A batch of 192 fries which came from a commercial farm located in Guamal municipality (Meta) was distributed at random in four treatment aquariums with a density of 8 individuals per aquarium. Food was provided at will twice a day (8:00 and 15:00 hours). The starting weight of the fry was registered, and later every 15 days, until day 45, in which the essay finished. Weight gain (GP), specific growth rate (TCE), alimentary conversion factor (FCA), the efficiency in energy and protein evaluation (EUE y EUP), energy and protein retention rates (TRE y TRP) and survival were evaluated. The experimental design was done completely at random with 6 treatments and 4 repetitions. A Variance analysis (ANOVA) of the data was performed and the Medias were compared with the Tukey test (5%). It was concluded that for the (GP), 8.25 and 9.42 energy / protein relations were the best results ($p < 0.05$). As per TCE, FCA, EUE y EUP there were not significant differences among the treatments used ($p > 0.05$); a similar behavior was observed in TRP, but TRE was significantly superior ($p < 0.05$) with an energy / protein relation of 7.33, and in general it was better in the treatments with 3300 kcal/kg with respect to 3600 kcal/kg. Survival was not affected by the treatments ($p > 0.05$).

Key words: protein, energy, energy / protein relation, *Oreochromis niloticus*, chitralada.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el origen de la acuicultura se remota hacia finales de la década de los años 30 cuando se introdujo al país la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), para el repoblamiento de las aguas de la zona Andina, posteriormente se introdujeron la carpa (*Cyprinus carpio*) y la tilapia (*Oreochromis mossambicus*), con las que se adelantaron las primeras experiencias de cultivo en estanques, pero con resultados no satisfactorios. En la década del ochenta se introdujo la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*); esta especie tuvo gran acogida, se difundió ampliamente y se constituyó en la base de la producción de aguas cálidas a nivel de pequeño, mediano y gran productor (Salazar, 2001).

Las tilapias han sido introducidas en forma acelerada hacia otros países tropicales y subtropicales en todo el mundo, pues se adaptan fácilmente debido a su tolerancia a diversas condiciones ambientales, rusticidad para su manejo, alta resistencia a enfermedades, poca exigencia en su alimentación (generalmente herbívoras, aunque aceptan todo tipo de alimentos tanto naturales como artificiales, incluyendo los producidos por intermedio de la fertilización orgánica o química lo que las convierte en peces omnívoros), por su tipo de reproducción y sus altos valores de variabilidad genética y fenotípica.

Por otro lado, el éxito de la actividad piscícola depende de la eficiencia en el cultivo, la cual depende en buena medida del manejo del alimento y de la utilización de técnicas adecuadas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado.

Según Pezzato (1997), el pez de cultivo requiere en su dieta proteínas, lípidos, energía, vitaminas y minerales, para el crecimiento, la reproducción y otras funciones fisiológicas normales. Los requerimientos varían algo entre las especies y dentro de las especies en relación a la etapa del ciclo de vida, al sexo, al estado reproductivo y al ambiente. Considerando la gran diversidad de las especies y la consecuente diferenciación morfológica y comportamental, la nutrición de peces se presenta como una gran área de estudio, donde no caben generalizaciones, siendo cada caso merecedor de una atención específica.

Durante décadas se ha trabajado en el campo de la nutrición en otras especies zootécnicas, logrando progresos muy importantes donde la tecnología llegó al punto de tener control en la formulación y manipulación de dietas completas, las cuales son indispensables para la obtención de excelentes resultados. Al comparar el avance de la acuicultura en esta área, se puede observar que es muy escaso, debido a la poca acogida que se tenía en años atrás; pero esto se ha venido cambiando, debido a la demanda de preferencia por los peces sobre otras proteínas de origen animal por motivos de salud, acompañado por los avances tecnológicos que despiertan gran interés en la formación de nuevas producciones piscícolas en todo el mundo.

Aunque se han alcanzado logros importantes, en relativamente poco tiempo, queda un largo camino hasta alcanzar un alto consenso sobre el patrón óptimo requerido en las dietas para peces. La cuantificación de dichos requerimientos, en nuevas especies de interés en acuicultura y el mayor conocimiento, de todas ellas, del metabolismo nitrogenado a distintos niveles, así como de las interacciones con otros nutrientes y sus consecuencias metabólicas y fisiológicas, contribuirán, en definitiva, al desarrollo de una nutrición óptima (Higuera, 1987).

En Colombia, *Oreochromis niloticus* variedad chitralada es una especie que ha sido introducida recientemente y que aparentemente presenta buenos resultados en cultivo. No obstante, en el país son escasas las investigaciones con esta variedad, limitándose a utilizar en su cultivo metodologías propias para otras líneas de tilapia, razón por la cual, el presente estudio pretende aportar cuáles son los niveles de energía/proteína que requiere la especie para su óptimo desempeño durante la fase de alevinaje.

Oreochromis niloticus variedad chitralada es una tilapia plateada que ha sido mejorada mediante cruces y selección para satisfacer las necesidades del consumidor; a diferencia de otras especies de tilapia, esta variedad se desarrolla en menor tiempo y por ende su filete es mayor, razones por las cuales fue introducida reciente al país. No obstante, no existen trabajos en Colombia que presenten los requerimientos nutricionales de la especie, motivo por el cual el presente trabajo pretende evaluar diferentes niveles de energía y proteína, para poder llegar a los requerimientos nutricionales de la especie, una de las más cultivadas en el mundo entero.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes niveles de energía/proteína sobre el desempeño productivo de alevinos *Oreochromis niloticus* variedad chitralada.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la ganancia de peso de acuerdo con los diferentes niveles de energía-proteína suministrados en el alimento.
- Determinar la conversión alimenticia y tasa de crecimiento específico en los alevinos *Oreochromis niloticus* variedad chitralada
- Valorar eficiencia y tasa de retención de nutrientes (energía/proteína).
- Determinar la tasa de sobrevivencia de la especie en condiciones de laboratorio, en fase de alevinaje.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ASPECTOS BIOLÓGICOS

La Tilapia plateada *Oreochromis niloticus* pertenece al orden perciformes, familia Cichlidae; es originaria de África y habita la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y rápido crecimiento. Esta especie se caracteriza por su fácil manejo, resistencia a enfermedades, alta tolerancia a bajas calidades del agua, oxígeno disuelto y alto nivel nutricional (Nicovita, 2001).

O. niloticus se caracteriza notoriamente por presentar una aleta dorsal con 16 a 18 espinas y de 29 a 31 radios, la aleta caudal presenta bandas negras características de la especie. La especie presenta microbranquiespinas en un número que varía de 14 a 27, por este hecho en la dieta de los adultos predomina el fitoplancton incluyendo las cianobacterias. Las branquiespinas están ubicadas sobre el arco branquial protegiendo los filamentos branquiales de la abrasión que producen los materiales con textura tosca que son ingeridos; en conjunto con las branquias actúan como filtros que dejan pasar el agua y retienen al mismo tiempo partículas de alimento, canalizando hacia el estómago (Espejo, 2001).

La especie tiene la característica de tener una boca terminal donde se ubican de una a cinco filas de dientes mandibulares uniformemente pequeños (Olivera, 2002). Son peces de agua dulce que evolucionaron a partir de un antecesor marino, por lo tanto conservan en mayor o menor grado la capacidad de adaptarse a vivir en aguas saladas (eurihalinas). Prefieren temperaturas elevadas. Por ello su distribución se restringe a áreas cuyas isothermas de

invierno sean superiores a los 20°C. El rango natural oscila entre 20° y 30°C, pudiendo soportar temperaturas menores (Espejo, 2.001).

O. niloticus variedad chitralada (anexo 1), fue desarrollada en Tailandia en la estación experimental del Instituto de Tecnología Asiática (AIT) a partir de poblaciones puras de nilótica, cultivadas en el palacio real de Chitralada en Bangkok, introducida al Brasil en 1996 y mejorada genéticamente por un periodo de cinco años, logrando mejores tasas de crecimiento, pasando de 400 g. en 180 días (1996) a 400 g. en 120 días, y desarrollando animales con mayor porcentaje de filetes: 34% (1996) a un 38 % en animales de 500 a 600 g. (IIAP, 2005).

2.2. NUTRICIÓN EN PECES

El alimento representa entre el 50 y el 60% de los costos de producción. La sobrealimentación puede afectar la calidad del agua y por ende el crecimiento y la subalimentación causa un bajo crecimiento, ya que el animal busca alimento del fondo y su carne adquiere un sabor desagradable. Por lo tanto, el manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos excesivos (Nicovita, 2001).

Los alimentos contienen fuentes esenciales para el crecimiento, la reproducción, y la salud de los peces. Las deficiencias de estas sustancias pueden reducir tasas de crecimiento o conducir a enfermedades, y en algunos casos, los excesos pueden causar una reducción en la tasa de crecimiento. Los requisitos dietéticos se pueden establecer para energía, proteína y aminoácidos, lípidos, minerales y vitaminas (NRC, 1993).

2.3. LAS PROTEÍNAS EN LA NUTRICIÓN DE LOS PECES

Todas las células vivas contienen proteínas que están íntimamente relacionadas con los procesos activos que constituyen la vida de la células (Soler, 1996). Las proteínas componen aproximadamente del 70% del peso seco de la materia orgánica que se encuentra en el tejido del pez; por lo tanto, el contenido de proteína es uno de los compuestos nutricios más importantes de los alimentos balanceados para peces (Auda, 1995).

Según Vásquez (2004), numerosos trabajos han sido realizados para determinar los requerimientos nutricionales para la mayoría de las especies de peces de cultivo, especialmente para definir los niveles óptimos de proteína en las dietas y el balance más eficiente de aminoácidos esenciales. Los niveles de proteína bruta requeridos para un óptimo crecimiento varían en las diferentes especies con las condiciones de cultivo, cambios ambientales y estado fisiológico y de desarrollo de los individuos (Tabla 1).

Una vez la proteína es digerida o hidrolizada se liberan aminoácidos, los cuales son absorbidos por el tracto intestinal y distribuidos a través de la sangre a todos los órganos y tejidos del animal. Los aminoácidos son utilizados por los tejidos para formar nueva proteína ya sea para crecimiento, reproducción o mantenimiento (Soler, 1996).

Según Hepher (1993), el pez requiere proteína para reponer los tejidos desgastados y productos proteínicos como células del epitelio intestinal, enzimas y hormonas esenciales para el funcionamiento correcto del organismo y las cuales recirculan con bastante rapidez.

Tabla 1. Requerimiento proteico para alevinos de diferentes especies ícticas, expresado como porcentaje de la dieta.

Especie	Nombre Científico	Requerimiento de Proteína %
Carpa Común	(<i>Cyprinus carpio</i>)	31-38
Bagre de Canal	(<i>Ictalurus punctatus</i>)	32-36
Anguila Japonesa	(<i>Anguilla japonica</i>)	44.5
Carpa herbívora	(<i>Ctenopharingodon idella</i>)	41-43
Sabalote	(<i>Chanos chanos</i>)	40
Perca	(<i>Micropterus salmoides</i>)	40
Tilapia aurea	(<i>Tilapia aurea</i>)	40
Tilapia zillii	(<i>Tilapia zillii</i>)	35
Mojarra plateada	(<i>Oreochromis niloticus</i>)	40
Bocachico	(<i>Prochilodus magdalenae</i>)	42
Cachama negra	(<i>Colossoma macropomum</i>)	40
Mojarra amarilla	(<i>Caquetaia kraussi</i>)	40

Fuente: López (1997).

En acuicultura el costo de esta proteína (generalmente harina de pescado), en las dietas artificiales, representa uno de los gastos fundamentales de la cría de los peces. La proteína se necesita para proveer a los peces la cantidad adecuada de aminoácidos para satisfacer sus necesidades de síntesis de proteínas y de otros compuestos de importancia bioquímica. Sin embargo, una proporción considerable de los aminoácidos obtenidos en la dieta no es retenida por los peces para fines de síntesis, sino que, por el contrario son catabolizados. Estas vías catabólicas son fuentes importantes de energía para los peces.

La mayoría de las vías principales del metabolismo de la proteína y los aminoácidos son básicamente similares en todas las especies de animales. Sin embargo, existen diferencias con los modelos “standard” presentados en los libros de texto. Por lo tanto un conocimiento de este tema, en los peces, ayudaría a entender como se adaptan al cambio ambiental y dietético y podría también explicar el porque los peces necesitan niveles tan altos de proteína en la dieta (Walton, 1987).

En consecuencia, uno de los principales objetivos de la nutrición de los peces es obtener la máxima incorporación de la proteína de la dieta a las estructuras implicadas en el crecimiento corporal. Para ello se debe establecer el mínimo nivel de proteína dietaria que asegure la presencia, en los lugares de síntesis proteica, de un patrón específico de aminoácidos en cantidades adecuadas (Higuera, 1987).

Según Vásquez (2004), elevados niveles de proteína en la dieta, aun tratándose de proteína de buena calidad, superiores a los requeridos a una especie en particular, son inconvenientes, por un lado por razones de costos y por otro, por razones de eficiencia y aprovechamiento. Cuando tales niveles sobrepasan el óptimo determinado para la especie, también disminuye significativamente la conversión alimenticia, posiblemente debido a un desvío en la utilización de la proteína para producción de energía a través de procesos de desaminación o degradación y excreción de los aminoácidos absorbidos en exceso. De manera general, se ha observado que a medida que aumentan los niveles de proteína dietaria, la eficiencia de utilización de la proteína disminuye sustancialmente (Elangovan & Shim, 1997).

En este sentido, hay que tener en cuenta no solo la existencia de posibles antagonismos entre aminoácidos esenciales y la capacidad de algunos de ellos de ser substituidos parcialmente por no esenciales, sino las consecuencias de la complementación, de proteínas deficitarias, mediante la adición de aminoácidos libres que, al tener distintos tiempos de absorción, pueden alterar su utilización metabólica y, en consecuencia, el adecuado balance para una síntesis eficaz. Los desbalances que puede provocar la dieta, sin mencionar la posible influencia de los procesos tecnológicos, pueden también modificar los requerimientos de proteína total e incluso el nivel de ingesta. De hecho, ligeros desbalances pueden inducir unos mayores requerimientos proteicos o una mayor ingesta, como respuesta compensadora, mientras que serios desbalances normalmente llegan a provocar pérdida de apetito con detención de crecimiento (Higuera, 1987).

2.3.1. REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA EN PECES

En el contexto de la alimentación animal, la proteína se refiere generalmente a la proteína cruda (PC); es decir, por el 6,25 de N, una definición basada en la asunción de las proteínas que contienen el requisito del 16% de nitrógeno, la proteína dietética tiene dos componentes:

1. Necesidad de contribuir aminoácidos esenciales que los peces no pueden sintetizar, para la deposición de la proteína o la proporción de síntesis de otros compuestos con funciones metabólicas y
2. Una fuente de aminoácidos no esenciales o de suficiente nitrógeno amino para permitir que los peces la sinteticen.

En cuanto a la síntesis de aminoácidos no esenciales requiere gasto de energía, las proteínas dietéticas de alimentación que resuelven las necesidades de los peces de aminoácidos esenciales y no esenciales darán lugar a un crecimiento más eficiente. Así, el concepto del balance o del patrón de aminoácidos es básico al requisito de la proteína (NRC, 1993).

Los requerimientos se determinan añadiendo niveles crecientes de proteína a la dieta. Se observa la respuesta del animal, normalmente incremento de peso. A medida que incrementa el nivel de proteína, lo que encontramos es que incrementa el peso hasta un punto determinado (Canal-h. 2002).

La proteína de la dieta es utilizada por el organismo con tres fines fundamentales: mantenimiento, repleción de los tejidos y crecimiento o formación de nuevas estructuras proteicas. En régimen de producción animal, con disponibilidad de alimento, y al no haber depleción tisular de proteína labial de reserva, los aminoácidos de la dieta se utilizan con fines de mantenimiento y crecimiento. En estas circunstancias, el uso de los aminoácidos, con uno u otro fin, dependerá no solo de la cantidad y calidad de la proteína dietaría,

disponible para el animal, sino de la relación energía/proteína útil en la que lípidos e hidratos de carbono juegan un papel importante (Higuera, 1987).

Las concentraciones óptimas de proteína en las dietas, para peces están marcadas por un delicado balance entre proteína y energía, en que hay que prestar especial atención a la calidad proteica y fuentes de energía. Un exceso de energía, como resultado de la formulación de dietas con una alta relación energética digestible/energía proteica, a menudo detiene la ingesta antes de que se consuman suficiente cantidad de proteínas, ya que los niveles de ingesta están determinados, fundamentalmente, por la energía total disponible en la dieta.

Por otra parte, se pueden obtener bajos índices de crecimiento, o baja rentabilidad económica cuando se utilizan formulas de bajo contenido de energía. De hecho, dietas con niveles proteicos que excedan los requerimientos del crecimiento suponen un gasto energético de los aminoácidos, que no es deseable, desde el punto de vista de los índices de conversión y rentabilidad en la dieta. En estas circunstancias se incrementa considerablemente el destino gluconeogénico de los aminoácidos, aumentando las actividades de las enzimas implicadas (Cowey, 1974).

La calidad proteica es, al mismo tiempo, un factor que hay que cuidar especialmente al establecer la concentración óptima de proteína dietaria para máximo crecimiento, la cual viene definida básicamente por su digestibilidad y contenido de aminoácidos esenciales, condicionantes ambos, en último término, de la disponibilidad de un patrón equilibrado de aminoácidos para síntesis proteica. Además, existen una serie de factores a tener en cuenta, que pueden alterar los requerimientos de proteína, al afectar su digestión, absorción y utilización metabólica, como son, entre otros: estado fisiológico de los animales, temperatura, salinidad, interacción con otros nutrientes, procesos tecnológicos de preparación de dietas, etc. Por tanto, aunque no se pueden dar valores exactos, para los requerimientos proteicos de una determinada

especie, existen datos bibliográficos que, en función de los diseños experimentales empleados, se aceptan como tales requerimientos y constituyen la base útil y fiable para el desarrollo de dietas, cuya formulación debe contemplar, además, aquellos otros factores y datos experimentales que puedan incidir en la disponibilidad última de aminoácidos para crecimiento óptimo (Higuera, 1987).

2.3.2. REQUERIMIENTOS DE AMINOÁCIDOS

Cubrir los requerimientos proteicos de un animal supone, realmente, que puede disponer de un conjunto de aminoácidos, en unas cantidades y proporciones adecuadas, para la fabricación de sus propias proteínas funcionales y estructurales lo que equivale a mantener su estado fisiológico, la formación y regeneración de tejidos tales como músculo, huesos, piel, células sanguíneas, enzimas, productos sexuales y sustentar un crecimiento óptimo. Después de la digestión de la proteína ingerida, los aminoácidos liberados son absorbidos para constituir un pool endógeno, a partir del cual van a ser utilizados con distintos fines. El patrón de aminoácidos endógenos, a disposición metabólica en el animal, esta compuesto por dos categorías nutritivas de aminoácidos: los esenciales y los no esenciales (Higuera, 1987).

Los primeros no pueden ser sintetizados por el organismo en cantidades adecuadas para satisfacer sus necesidades metabólicas y por lo tanto deben adquirirlos a partir de la dieta. Para los peces son considerados esenciales los siguientes aminoácidos: arginina, histidina, fenilalanina, triptofano, valina, leucina, isoleucina, metionina, treonina y lisina; y los aminoácidos no esenciales: glicina, prolina, tiroxina, serina, cisteina, cistina, alanina, glutamina, ácido aspartico y ácidos glutámico. Los cuales son igualmente importantes en la estructura proteica, sin embargo, si hay deficiencia en la ingestión de uno o varios de ellos, estos pueden ser sintetizados a nivel celular a partir de aminoácidos esenciales o de precursores conteniendo carbono y nitrógeno; por

lo tanto, no representan problema desde el punto de vista nutricional (Vásquez, 2004).

2.4. LA ENERGÍA EN DIETAS PARA PECES

Los animales necesitan energía para el crecimiento, la reproducción y la actividad física en general. La cantidad de energía que un animal necesita depende de la etapa del ciclo biológico en que se encuentra, de la estación y de las condiciones ambientales. Los animales jóvenes en crecimiento, necesitan para su mantenimiento mas energía, por unidad de peso corporal, que los maduros, aunque, en estos, las necesidades energéticas se pueden ver temporalmente incrementadas debido a los procesos reproductivos (Cho, 1987).

Los peces son mucho más eficientes desde el punto de vista energético, que los animales de sangre caliente. Esto se debe fundamentalmente a que los peces son animales poiquilotérmicos, es decir, no necesitan mantener una temperatura corporal constante, como sucede en las especies homeotérmicas. Igualmente, gastan menos energía para sostener el peso de su cuerpo en el agua. Así mismo, los peces son más eficientes en el catabolismo de las sustancias nitrogenadas, debido a que las excretan como amonio a través de las branquias y la orina y no como ácido úrico en el caso de las aves o urea en los mamíferos (López, 1997).

La comprensión y estudio de la energía nutricional de cualquier animal, incluidos los peces, es una base necesaria para la consecución de un régimen dietario equilibrado y adecuado a un determinado ambiente físico. La definición completa de los requerimientos nutritivos y energéticos, dependen del conocimiento de la proporción en que la energía contenida en los componentes de una dieta es catabolizada como combustible o anabolizada para construir reservas titulares.

El éxito de un cultivo de peces depende del aporte de dietas que contengan niveles adecuados de energía y un balance apropiado de nutrientes, que permitan el crecimiento más efectivo del animal así como el mantenimiento de su salud (Cho, 1987).

2.4.1. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA

La energía no es un nutriente, el metabolismo energético corresponde al catabolismo y oxidación de carbohidratos, lípidos y proteínas del cuerpo del animal. Generalmente, la proteína es dada como la primera prioridad en la formulación en dietas para peces por que es el componente más costoso para la preparación de las dietas. Sin embargo, la energía debería ser la primera consideración nutricional en la formulación para las dietas de peces, dado que estos comen para satisfacer sus necesidades energéticas (Pérez, 2004).

Se sabe que, tal como ocurre con otros animales, muchas especies de peces comen para cubrir sus necesidades energéticas. Contando con que el alimento tiene un balance adecuado de nutrientes, los peces pueden, dentro de ciertos límites, compensar un bajo contenido energético de la dieta consumiendo una mayor cantidad de la misma, este tipo de compensación ocurrirá dentro de los límites de la capacidad física del tracto digestivo, aunque los peces alimentados con una dieta hiperenergética requerirán menos alimento por unidad de ganancia de peso. Sin embargo, al máximo físico de ingesta, los peces alimentados con una dieta rica en energía pueden ingerir mas nutrientes y, naturalmente, sostener un mayor crecimiento.

La provisión de un balance óptimo de los componentes energético y proteico de la dieta es importante, dado que un exceso o deficiencia de energía (en forma de lípidos o carbohidratos) puede provocar un retraso en la tasa de crecimiento. Si la dieta es eficiente en energía, se usará la proteína con fines energéticos (metabolismo basal y actividad voluntaria) mas que para la

proteínosíntesis. De una forma similar, si la dieta contiene un exceso de energía el animal puede ver satisfecho su apetito antes de que se ingieran una cantidad de proteínas (y posiblemente, de otros nutrientes), suficiente para satisfacer las necesidades derivadas de tasas máximas de síntesis proteica y crecimiento (Cho, 1987).

En el proceso de transformación de la energía contenida en los alimentos en energía disponible para el metabolismo y el crecimiento, siempre hay una considerable proporción que se pierde por excreción o disipada en forma de calor. Se ha establecido para salmónidos que estas pérdidas ocurren en las heces (25%), la orina y branquias (5%) y como calor de producción (formación y excreción de desechos, digestión, absorción y retención) entre otros procesos (15%), dejando el 55% de la energía consumida para los procesos de mantenimiento, metabolismo basal, actividad voluntaria y regulación térmica. Finalmente, la energía que se retiene para el desempeño animal corresponde al 30% de la ingerida (Figura 1). De cualquier manera, tales pérdidas energéticas varían dependiendo de la composición y digestibilidad de los ingredientes alimenticios utilizados, del régimen de alimentación, de la temperatura del agua, del tamaño del pez y de su estado fisiológico entre otros factores (NRC, 1993).

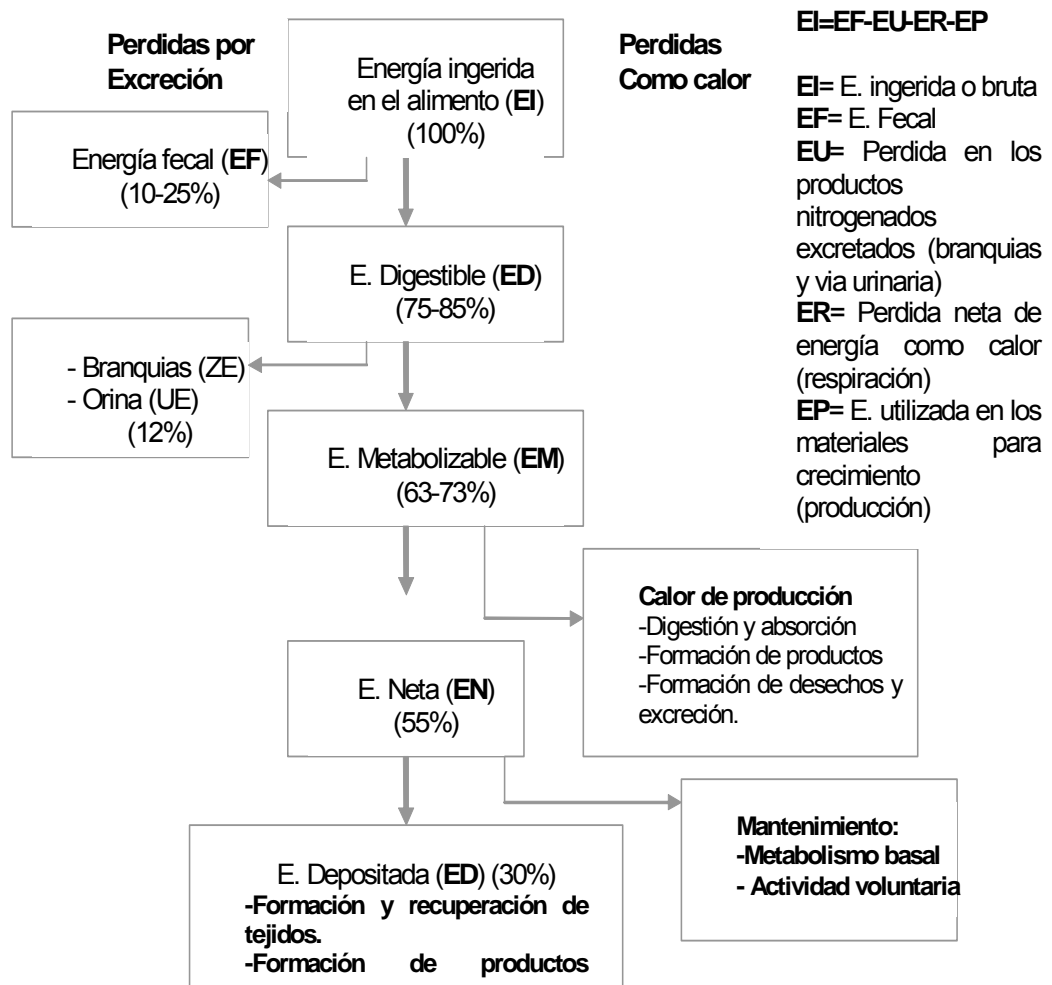


Figura 1. Representación esquemática del flujo de la energía ingerida en los peces (Vásquez, 2004).

De lo expuesto anteriormente, Vásquez (2004) cita que los requerimientos energéticos, para el mantenimiento y para las actividades de nado voluntario, deberán ser satisfechos antes de poder contar con energía disponible para el crecimiento. Por lo tanto y dado que los peces, ha semejanza de otros animales comen para satisfacer en primera instancia sus requerimientos energéticos, es necesario que tengan un acceso no restringido al alimento para que lo puedan consumir hasta saciarse o bien, que reciban una ración con una

densidad energética adecuada que les garantice el cubrimiento de todas sus necesidades para mantenimiento y crecimiento.

En cuanto a los factores que influyen en los requerimientos energéticos de peces y camarones se identifican que la tasa metabólica y requerimiento energético de mantenimiento aumentan con el incremento de la temperatura del agua y la disminución del tamaño de los animales. En cuanto al estado fisiológico, los requerimientos energéticos aumentan durante la producción gonádica y la actividad reproductiva (migración). El medio ambiente también afecta los requerimientos energéticos, los cuales se incrementan al aumentar el flujo del agua, la exposición a la luz y el estrés (López, 2002).

2.5. RELACIÓN ENERGÍA/PROTEÍNA EN ACUICULTURA

Para conseguir una tasa de crecimiento máximo es preciso determinar para cada especie un comienzo de proporción energía/proteína necesaria para mantenerla, dichas proporciones son determinadas experimentalmente y de manera específica para cada especie.

Para que un pez alcance la máxima velocidad de crecimiento, la tasa de deposición de proteína tiene que ser máxima y, esto solamente es posible cuando las dietas consumidas tienen energía y proteína de alta digestibilidad y en niveles y proporciones adecuadas (Britz & Hecht, 1997).

Desequilibrios en esta proporción por excesivas cantidades de proteína bruta con relación a las cantidades de energía de origen no proteico, conducen a procesos catabólicos de desaminación, es decir, a la utilización de los aminoácidos como fuentes de energía y no para deposición que es lo más deseable (Elangovan & Shim, 1997). Altos niveles de proteína sin suficiente energía en la dieta además de ser nocivos para el pez resultan en un aumento en la excreción de amonio produciendo un efluente con alto potencial de

polución. Así mismo, excesos de energía en la dieta con respecto a la proteína conducen a una deficiente ingesta de proteína y de otros nutrientes, ya que como fue dicho antes, los peces consumen alimento para satisfacer principalmente su requerimiento energético (Tabla 2). En ambos casos el resultado es un retraso en el crecimiento (Vásquez, 2004).

Tabla 2. Relación óptima de energía-proteína en diferentes especies de tilapia.

Especie	Peso (g)	Relación E/P	Referencia
<i>O. mossambicus</i>	1,80	8,58 Kcal. EM/g	Jauncey, (1982)
	5,19	10,05 Kcal. ED/g	El-Dahhar y Novell, (1995)
<i>O. niloticus</i>	0,012	9,09 Kcal. EB/g	El-Sayed y Teshima, (1992)
<i>O. aureus</i>	1,70	8,33 Kcal. ED/g	Kubaryk, (1980)
	2,50	8,13 Kcal. ED/g	Winfrey y Stickney, (1981)
	7,50	9,26 Kcal. ED/g	Winfrey y Stickney, (1981)
<i>Tilapia zillii</i>	1,65	10,49 Kcal. ED/g	Mazid y col, (1979)
	50	9,71 Kcal. ED/g	El-Sayed, (1987)
<i>O. niloticus x O. aureus</i>	0,16	9,01 Kcal. ED/g	Santiago y Laron, (1991)

Fuente: Shiau (2002).

Según NRC (1993), la relación óptima de energía-proteína para los peces omnívoros y carnívoros son similares, siendo distintas sin embargo, las concentraciones absolutas de energía y proteína en la dieta, tanto en tilapia como la trucha arcoiris por ejemplo, exigen una relación energía/proteína entre 9,4 y 9,5 Kcal. ED/g. PB para lograr máximo crecimiento, siendo sus concentraciones efectivas 32% PB y 3000 Kcal. ED/Kg. para tilapia y 38% PB y 3600 Kcal. ED/Kg. para trucha arco iris.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el laboratorio de Ictiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Fueron usados 24 acuarios con capacidad individual de 40 L, dotados de un sistema de calefacción regulado de 28°C, biofiltros esquineros individuales y un sistema de aireación suplementaria. La tasa de recambio durante el experimento fue del 50% dos veces a la semana (anexo 2).

3.1. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizó un lote comercial de 300 alevinos de *O. niloticus* variedad chitralada, de los cuales se seleccionaron 192 individuos con pesos iniciales de 0,70 a 1,40 g., aproximadamente y se distribuyeron aleatoriamente en los acuarios, ubicando 8 alevinos/acuario (anexo 3 y 4). Los acuarios fueron asignados completamente al azar a los tratamientos y repeticiones.

3.2. DIETAS EXPERIMENTALES (TRATAMIENTOS):

Fueron utilizadas las siguientes dietas (tratamientos):

- Tratamiento 1: 35% de proteína y 3300 Kcal. ED
- Tratamiento 2: 40% de proteína y 3300 Kcal. ED
- Tratamiento 3: 45% de proteína y 3300 Kcal. ED
- Tratamiento 4: 35% de proteína y 3600 Kcal. ED
- Tratamiento 5: 40% de proteína y 3600 Kcal. ED
- Tratamiento 6: 45% de proteína y 3600 Kcal. ED

Con las combinaciones anteriores se generaron seis relaciones diferentes de energía/proteína, como se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Relación energía/proteína de las dietas experimentales (Kcal ED/gr PB)

TRATAMIENTO	DIETA	RELACIÓN ED/PB
1	35%-3300Kcal	9,42
2	40%-3300Kcal	8,25
3	45%-3300Kcal	7,33
4	35%-3600Kcal	10,28
5	40%-3600Kcal	9,00
6	45%-3600Kcal	8,00

La formulación de las dietas se realizó con el programa SOLVER (anexos 5 y 6). Las materias primas fueron adquiridas en una compañía comercial de concentrados, donde se efectuaron los análisis bromatológicos utilizados en la formulación (Tablas 4 y 5).

Para la fabricación del alimento fueron usados los equipos disponibles en los diferentes laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional. Se elaboró un alimento peletizado con el siguiente procedimiento: primero se hizo una mezcla de las materias primas macro, luego se adicionaron los micro nutrientes y finalmente aceite de pescado, aceite de soya y agua caliente mezclando continuamente con una batidora eléctrica hasta conseguir una masa de aspecto plástica; esta masa se pasó por el molino peletizador y se secó en un horno de ventilación forzada a 60°C durante 24 horas. Posteriormente, el alimento fue fragmentado y tamizado separando las partículas por tamaño para el suministro adecuado a la boca de los animales (150 a 250 micras durante la primera semana y de 250 a 500 micras el resto del experimento).

El concentrado se almacenó en recipientes de fotografía para una fácil manipulación a la hora de alimentar los alevinos (anexo 7), los pesos de los concentrados se realizaron cada vez que terminaba el contenido de recipiente.

Tabla 4. Composición porcentual de los nutrientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER).

Proteína	35%	40%	45%
Energía	3300	3300	3300
Fibra	4,46	4,45	4,01
Extracto etéreo	6,13	6,00	6,00
Calcio	1,97	1,96	2,47
Fósforo	1,30	1,31	1,54
Arginina	2,23	2,30	2,42
Histidina	0,88	1,01	1,12
Isoleucina	1,54	1,74	1,95
Leucina	2,81	3,85	4,57
Lisina	2,12	2,18	2,37
Metionina	0,77	0,81	0,98
Metionina + Cistina	1,22	1,47	1,69
Fenilalanina + Tirosina	1,57	2,31	3,06
Fenilalanina	1,66	2,01	2,26
Treonina	1,35	1,50	1,68
Triptofano	0,38	0,39	0,41
Valina	1,69	1,91	2,15
Cenizas	6,47	6,47	7,49

Tabla 5. Composición porcentual de los nutrientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER).

Proteína	35%	40%	45%
Energía	3600	3600	3600
Fibra	5,00	5,00	5,00
Extracto etéreo	6,97	6,00	6,00
Calcio	1,99	2,06	2,45
Fósforo	1,43	1,43	1,64
Arginina	2,25	2,46	2,54
Histidina	0,89	1,02	1,11
Isoleucina	1,50	1,74	1,93
Leucina	2,78	3,49	4,37
Lisina	2,10	2,32	2,39
Metionina	0,77	0,78	0,95
Metionina + Cistina	1,23	1,43	1,67
Fenilalanina + Tirosina	1,66	2,01	2,96
Fenilalanina	1,63	1,94	2,22
Treonina	1,34	1,52	1,69
Triptofano	0,38	0,42	0,43
Valina	1,70	1,92	2,17
Cenizas	6,83	7,14	8,04

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El tiempo de experimentación fue de 45 días. Se registró el peso de los alevinos al inicio del experimento y posteriormente cada quince días con el fin de observar el incremento de peso. También se monitorearon cada quince días los parámetros físico-químicos del agua, manteniéndolos dentro del rango aceptable para la especie (Tabla 6). En cuanto al lavado de acuarios, se realizó cada dos días (lunes y jueves), removiendo impurezas de las paredes y sifoneando los residuos de concentrado y heces, los filtros se lavaron solamente dos veces durante todo el experimento. Después del lavado de los acuarios se agregaba sal marina (1:1000) en el agua como rutina para prevenir enfermedades (por manipulación) y disminuir el estrés de los animales.

Tabla 6. Análisis físico-químico del agua de las baterías cada quince días (acuarios al azar).

ACUARIO	TEMP.	pH	Ox.Dis.	AMON.	NITRITOS	DUREZA	ALC.
9	28,5	6,8	7 ppm	0,0	0,0	34,2	34,2
6	30,9	6,0	4 ppm	1,25	0,4	68,4	68,4
13	31,6	7,0	4 ppm	2,4	0,1	68,4	68,4
20	28	7,0	4 ppm	0,6	0,04	68,4	68,4

El alimento fue ofrecido a voluntad dos veces al día (8:00 a.m. y 3:00 p.m.) en niveles de posible saciedad (se restringía el alimento hasta cuando quedaban granos en el fondo del acuario).

El pesaje de los alevinos se realizó en una balanza analítica con aproximación de 0,01 g. Un día antes del pesaje se suspendía el suministro de alimento de la tarde, para preparar los animales al pesaje al siguiente día.

3.4. PRUEBAS DE LABORATORIO

Para calcular la tasa de retención de nutrientes (proteína y energía) se realizaron 7 análisis de proteína y 7 de energía de las carcasas de los peces según el método descrito por Vásquez (2004): uno al inicio del ensayo y los 6 restantes (para cada nutriente) a individuos de cada uno de los tratamientos, al término el experimento. (anexos 8 y 9)

Los análisis de proteína y energía se llevaron a cabo en el laboratorio de Nutrición de la Universidad de La Salle, sede La Floresta, siguiendo los procedimientos operativos, a cargo del personal de dicho laboratorio.

3.4.1. ANÁLISIS DE PROTEÍNA Y ENERGIA

El análisis de Proteína se ejecuto según el método Kjeldhal, el cual se realiza a partir de la cantidad de nitrógeno contenido en la muestra, debido a que este es un valor aproximado y el resultado se conoce como proteína cruda ($N*6,25$) (Ortega, 1996).

El análisis de Energía fue determinado por el método Sistemas de las Calorías por “Bomba Calorimétrica” (Silva, 2002).

Los procedimientos realizados en laboratorio se encuentran en los anexos 10 y 11

3.5. PARÁMETROS PRODUCTIVOS EVALUADOS

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

GANANCIA DE PESO:

$GP = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$.

TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO:

$TCE = \frac{\ln(\text{Peso final}) - \ln(\text{Peso inicial})}{\text{tiempo días}}$.

Donde: Ln = Logaritmo natural.

Estima la tasa de crecimiento diaria o ganancia media de peso por día.

FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA:

$FCA = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$.

Indica cuanto alimento se ha suministrado para cada unidad de peso ganado.

EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES:

$EUP = \frac{\text{Ganancia de peso (g)}}{\text{proteína consumida (g)}}$.

Indica cuanto se ha ganado en peso vivo por unidad de proteína consumida.

EUE = Ganancia de peso (g)/energía consumida (Kcal).

Indica cuanto se ha ganado en peso vivo por unidad de energía consumida.

TASA DE RETENCIÓN DE NUTRIENTES:

$$TRN = N_f (g) - N_o (g) / N_{ing.} (g)$$

Donde:

N_f = contenido final del nutriente en la carcasa proteína (g), energía (kcal) expresados en base seca.

N_o = contenido inicial del nutriente en la carcasa proteína (g), energía (kcal) expresados en base seca.

$N_{ing.}$ = nutriente ingerido proteína (g), energía (kcal) expresados en base seca.

Indica que porcentaje del nutriente total consumido, ha quedado retenida en la carcasa.

SOBREVIVENCIA: Porcentaje de animales vivos al final del experimento.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para identificar la mejor relación energía/proteína para los alevinos de *O. nilotica* variedad chitralada, se implementó un diseño experimental completamente al azar con 6 tratamientos (dietas) y 4 repeticiones. Los valores de proteína bruta fueron seleccionados dentro del rango reportado para tilapia (30-50%), pez omnívoro de aguas calidas (Jauncey y Ross, 1982). La relación energía digestible (Kcal./g)/ proteína bruta (mg./g), cubre el rango óptimo para la fase de alevinaje propuesta para tilapia (Shiau, 2002).

La ecuación estadística que define el modelo para este experimento es:

$$Y_{ijk} = \mu_{ijk} + T_j + P_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = La observación de la i-ésima repetición en el j-ésimo nivel de energía con el k-ésimo nivel de proteína.

μ_{ijk} = Media poblacional.

T_j = Efecto aditivo del j-ésimo nivel de energía.

P_k = Efecto aditivo del k-ésimo nivel de proteína.

E_{ijk} = Al error experimental.

La hipótesis que justifican el desarrollo de los objetivos son:

$H_0: \sigma^2_j = 0$; $H_0: \sigma^2_k = 0$

$H_1: \sigma^2_j \neq 0$; $H_1: \sigma^2_k \neq 0$

Para observar si existían diferencias entre los tratamientos se realizó un análisis de varianza (ANAVA) y una comparación de medias mediante la prueba de Tukey (5%).

Los soportes estadísticos de las variables estudiadas fueron realizados por el programa STATISTIX versión 8.1 que se encuentran en el anexo 12.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. GANANCIA DE PESO:

Los resultados para ganancia de peso (Tabla 7) mostraron que al final del ensayo, los animales de los tratamientos 1 y 2 con 35% de Proteína-3300Kcal. ED, y 40% de Proteína - 3300Kcal. ED, fueron significativamente superiores ($p < 0,05$), mientras que los del tratamiento 6 con 45% de Proteína-3600Kcal. ED, presentaron el menor valor para dicho parámetro. Similares resultados fueron encontrados por Patel & Yakupitiyage (2003) y por Bejarano (2005) en la misma especie. Sin embargo, Fattah et al (1992), reportó que los alevinos de tilapia nilótica obtienen su máximo crecimiento al utilizar dietas con 45% de proteína y una relación energía/proteína cercana a 11, resultado que está de acuerdo con el presentado por Pezzato et al (2002), quienes reportan relaciones de 10 y 11,4 para alevinos de *Leporinus macrocephalus* en épocas de verano e invierno respectivamente. No obstante, en el presente ensayo, la relación de 10,28 (tratamiento 4) fue una de las que presentó peores resultados en cuanto a ganancia de peso, contrario a las relaciones de 8,25 y 9,42 (tratamientos 2 y 1), en las cuales la ganancia de peso fue significativamente superior.

Cabe anotar que en varios ensayos con diferentes especies de peces no se ha encontrado efecto significativo que pueda ser atribuido a las diferentes relaciones de energía/proteína utilizadas, tal es el caso de *Micropterus salmoides*, especie en la cual no se encontró interacción entre los niveles de energía y proteína utilizados en las dietas y en el desempeño productivo de los animales (Portz, et al, 2001).

Tabla 7. Ganancia de peso (g) en alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada alimentados con diferentes niveles de energía y proteína

Tratamiento	Dieta	15 días	30 días	45 días	Total
1	35%-3300Kcal	1,14 ± 0,15a	3,10 ± 0,64a	4,41 ± 0,87b	8,65 ± 1,64a
2	40%-3300Kcal	1,17 ± 0,24a	2,59 ± 0,76ab	4,89 ± 1,45a	8,64 ± 1,65a
3	45%-3300Kcal	1,09 ± 0,27ab	2,63 ± 0,68ab	4,55 ± 0,61b	8,27 ± 1,51ab
4	35%-3600Kcal	0,96 ± 0,22b	2,61 ± 0,40ab	3,14 ± 0,39d	6,70 ± 0,67c
5	40%-3600Kcal	0,95 ± 0,29b	2,86 ± 0,51a	4,16 ± 0,80c	7,97 ± 1,25b
6	45%-3600Kcal	0,96 ± 0,20b	2,36 ± 0,70b	3,08 ± 0,85d	6,40 ± 1,69d

Valores medios ± D.S. Letras diferentes en las columnas presentan diferencia significativa ($p < 0,05$).

4.2. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO

En cuanto a la tasa de crecimiento específico se pudo observar que aun cuando hubo algunas diferencias entre los tratamientos en los periodos analizados (Tabla 8), al final del experimento no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$), corroborando los resultados obtenidos por Portz et al (2001) para *Micropterus salmoides*, Delmondes et al (2005) en alevinos de *Prochilodus affinis* y Wang et al (2006) en *Nibeia miichthioides*. Sin embargo, según Sweilum et al (2005) la TCE de los alevinos de *Oreochromis niloticus* es mejor cuando se utilizan dietas con alto valor proteico y baja energía, resultado que discrepa con el encontrado en el presente estudio para la misma especie. Los mismos autores reportan que en la fase de engorde, es necesario incrementar la energía para obtener mayor TCE.

Tabla 8. Tasa de crecimiento específico (g/día) cada 15 días para alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada alimentados con diferentes niveles de energía y proteína.

Tratamiento	Dieta	TCE(15días)	TCE(30 días)	Total(45 días)
1	35%-3300Kcal	6,60 ± 0,63b	2,37 ± 0,28c	4,49 ± 0,17a
2	40%-3300Kcal	5,90 ± 1,16c	3,79 ± 0,95b	4,54 ± 0,2a
3	45%-3300Kcal	5,24 ± 0,70d	4,21 ± 2,26a	4,45 ± 0,44a
4	35%-3600Kcal	6,75 ± 1,71b	1,92 ± 0,99d	4,36 ± 0,31a
5	40%-3600Kcal	7,50 ± 1,31a	2,47 ± 1,24c	4,78 ± 0,58a
6	45%-3600Kcal	5,85 ± 0,87c	1,86 ± 1,16d	4,19 ± 0,14a

Valores medios ± D.S. Letras diferentes en las columnas presentan diferencia significativa ($p < 0,05$).

4.3. EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE NUTRIENTES Y FACTOR CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En cuanto a la eficiencia de utilización de nutrientes y al factor de conversión alimenticia (Tabla 9), no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, situación que permitiría deducir que ninguno de los niveles de energía y proteína utilizados en las dietas experimentales fue limitante para la adecuada utilización de estos nutrientes, pues los mismos fueron utilizados para el propósito que se persigue al suministrarlos, esto es: la proteína para el crecimiento y las fuentes energéticas (lípidos y carbohidratos) para satisfacer necesidades de energía (Lazo et al, 1998). En términos generales se podría decir que las relaciones energía/proteína utilizadas fueron en general adecuadas para la alimentación de los alevinos de la especie, permitiendo que cada nutriente se utilizará de manera adecuada (Lee et al, 2000). No obstante lo anterior, Lee & Kim (2001) afirman que la eficiencia de utilización de proteína no es afectada por dietas con bajos niveles de energía, mientras que con niveles mas altos de energía dicha utilización es levemente mayor, situación no comprobada en el presente ensayo, donde en ninguno de los niveles de energía ensayados mostró diferencias en términos de utilización de proteína.

Tabla 9. Eficiencia de utilización de nutrientes (Proteína (g) y Energía (Kcal.)) y Factor de Conversión alimenticia (g) para alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada.

Tratamiento	Dieta	EUP	EUE	FCA
1	35%-3300Kcal	2,33 ± 0,36a	0,25 ± 0,04a	1,25 ± 0,17a
2	40%-3300Kcal	2,14 ± 0,15a	0,26 ± 0,02a	1,17 ± 0,09a
3	45%-3300Kcal	1,76 ± 0,33a	0,24 ± 0,05a	1,31 ± 0,28a
4	35%-3600Kcal	2,28 ± 0,26a	0,22 ± 0,02a	1,27 ± 0,14a
5	40%-3600Kcal	2,06 ± 0,32a	0,23 ± 0,04a	1,23 ± 0,19a
6	45%-3600Kcal	1,77 ± 0,39a	0,22 ± 0,04a	1,30 ± 0,29a

Valores medios ± D.S. Letras iguales en las columnas no presentan diferencia significativa ($p < 0,05$).

4.4. TASA DE RETENCION DE NUTRIENTES

La tasa de retención de proteína no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). No obstante, para la tasa de retención de energía los tratamientos con niveles menores de energía (3300 kcal) fueron los que presentaron los mejores resultados (Tabla 10). Allan y Booth (2004), mencionan que los niveles de los nutrientes no deben ser tan altos para optimizar su retención, afirmación que explicaría los resultados encontrados. Por otro lado, Vinicius y Machado (2002), mencionan que niveles de 3000 kcal de energía son suficientes en las dietas de *Brycon orbignyanus*, mientras que Kim et al (2004) reportan que para juveniles de *Paralichthys olivaceus* la mejor tasa de retención de nutrientes se obtiene al utilizar una dieta con 45% de proteína y 3990 kcal de energía digestible (relación 8,86), situación que no fue verificada en el presente estudio.

Tabla 10. Tasa de Retención de Proteína (TRP) y Energía (TRE) (g) para alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada.

Tratamiento	Dieta	TRP	TRE
1	35%-3300Kcal	15,37 ± 2,16a	15,40 ± 2,08a
2	40%-3300Kcal	14,73 ± 2,33a	16,40 ± 2,47a
3	45%-3300Kcal	13,76 ± 2,79a	16,85 ± 3,33a
4	35%-3600Kcal	10,83 ± 1,04a	12,10 ± 1,05b
5	40%-3600Kcal	14,47 ± 2,33a	11,09 ± 1,77b
6	45%-3600Kcal	13,35 ± 2,90a	11,39 ± 2,47b

Valores medios ± D.S. Letras diferentes en las columnas indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

4.5. SOBREVIVENCIA

La sobrevivencia no se vio afectada por ninguno de los tratamientos utilizados (Figura 2) y la mortalidad que se presentó fue atribuida a prácticas de manejo y/o estrés de los animales y no los tratamientos propiamente dichos.

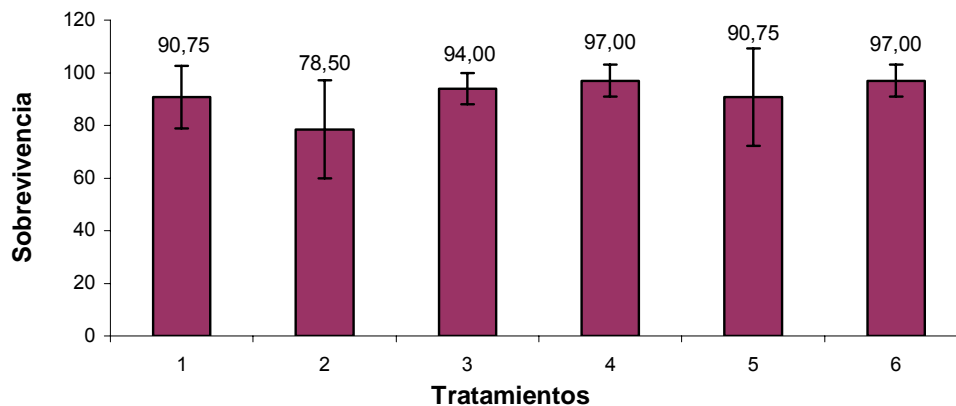


Figura 2. Valores medios ± D.S. de la sobrevivencia (%) de alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada.

4.6. ANÁLISIS ECONOMICO

Para poder verificar cual de los tratamientos fue el que mejor comportamiento presentó desde el punto de vista económico, se realizó un análisis de los costos del alimento utilizado, el cual se presenta en las tablas 11 y 12.

Tabla 11. Costo del alimento utilizado en cada uno de los tratamientos

Tratamiento	Dieta	Alimento consumido (g)	Precio por kilogramo (\$)	Costo total por alimento cons. (\$)
1	35% - 3300kcal.	305,60	1,321	403,69
2	40% - 3300Kcal.	286,84	1,322	379,20
3	45% - 3300Kcal.	268,94	1,148	308,74
4	35% - 3600Kcal.	260,88	1,179	307,57
5	40% - 3600Kcal.	275,09	1,237	340,28
6	45% - 3600Kcal.	245,61	1,170	287,63

Tabla 12. Costo del alimento por unidad de peso ganado

Tratamiento	Dieta	Factor de Conversión A.	Precio por kilogramo (\$)	Costo total por unidad de peso ganado (\$/Kg.)
1	35% - 3300kcal.	1,25	1,321	1,651
2	40% - 3300Kcal.	1,17	1,322	1,546
3	45% - 3300Kcal.	1,31	1,148	1,503
4	35% - 3600Kcal.	1,27	1,179	1,497
5	40% - 3600Kcal.	1,23	1,237	1,521
6	45% - 3600Kcal.	1,30	1,170	1,521

Como se puede observar los alimentos de los tratamientos 1 y 2 fueron los más costosos, situación que probablemente limitaría su utilización. No obstante, como se mencionó, en dichos tratamientos se presentaron las mejores ganancias de pesos y los mejores índices de retención de energía, razón que justificaría su uso. Sin embargo, un análisis económico completo debería ser realizado cuando se pretendan aplicar los resultados en campo. De esta manera el productor deberá decidir sobre la utilización o no de los tratamientos dependiendo de la relación beneficio costo que obtenga al implementarlos.

5. CONCLUSIONES

Podemos concluir que en las condiciones del presente ensayo:

- La ganancia de peso, de los alevinos de *Oreochromis niloticus* variedad chitralada es mejor al utilizar relaciones energía/proteína entre 8,25 y 9,42, con niveles de energía de 3300 kcal y de proteína 35 y 40%.
- La tasa de crecimiento específico de los alevinos de tilapia nilótica variedad chitralada no se ve afectada por los niveles de energía y proteína utilizados en la dieta.
- La eficiencia de utilización de nutrientes y el factor de conversión alimenticia no se afectaron por ninguno de los niveles de energía y proteína utilizados.
- La tasa de retención de proteína no mostró diferencias entre los tratamientos. Sin embargo, la tasa de retención de energía fue mejor con una relación energía/proteína de 7,33 y en general fue superior la de 3300 Kcal. con respecto a 3600 kcal.
- La sobrevivencia de los alevinos de *Oreochromis niloticus* variedad chitralada no fue afectada por los tratamientos utilizados.

6. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente ensayo podemos recomendar:

- Efectuar estudios con relaciones de energía-proteína superiores a las aquí trabajadas para comprobar si existen diferencias en el desempeño productivo de los alevinos de la especie objeto de estudio.
- Realizar estudios similares con alevinos de *Oreochromis niloticus* variedad *chitralada* en condiciones de campo para evaluar su respuesta bajo condiciones no controladas.

REFERENCIAS

Allan, G & Booth, M. 2004. The effects of dietary digestible protein and digestible energy content on protein retention efficiency of juvenile silver perch *Bidyanus bidyanus* (Mitchell) *Aquaculture Research*, 35: 970-983 p.

Bejarano, C. 2005. Influencia del nivel de proteína contenida en el alimento sobre el desempeño productivo de alevinos de *Oreochromis niloticus* variedad chitralada. Trabajo de grado. Biología. Pontificia Universidad Javeriana. 54 p.

Britz, P. J. & Hecht, T. 1997. Effect of dietary protein and energy level on growth and body composition of South African abalone, *Haliotis midae*. *Aquaculture*, 195-210 p.

Cho, C. 1987. La energía en la nutrición de los peces. En: Nutrición en acuicultura II. CAICYT. 197-199 p.

Cowey, C.B. 1974. Protein and amino acids requirements of finfish. En: Finfish nutrition and fishfeed technology. 1: 3-16 p.

Delmondes, M. Arruda, E. Serafín, M. Barbosa, F & Da Silva, K. 2005. Proteína bruta e energia digestível em dietas para alevinos de curimatá (*Prochilodus affinis*). *Aquicultura*, 6: 1795-1806 p.

Elangovan, A & Shim, K. F. 1997. Growth response of juvenile *Barbodes altus* fed isocaloric diets with variable protein levels. *Aquaculture*, 321-329 p.

Espejo, C & Torres, E. 2001. Cultivo de las Tilapias rojas (*Oreochromis spp.*) y Plateada (*Oreochromis niloticus*). En: Fundamentos de Acuicultura Continental. INPA. Bogotá. 283-299 p.

Fattah, A. El-Sayed, M & Teshimab, S. 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry. *Aquaculture*, 103 (1): 55-63 p.

Hepher, B & Pruginin, Y. 1.993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Editorial Noriega. 21-31p.

Higuera, M. 1987. Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. En: Nutrición en Acuicultura II. CAICYT. 53-57 p.

Jauncey, K & Ross, B. 1982. A Guide to Tilapia Feeds and Feeding. Institute of Aquaculture. University of Stirling, Scotland. 111 p.

Kim, K. X. Wang, S. Choi, G. Park & C Bai, C. 2004. Evaluation of optimum dietary protein-to-energy ratio in juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). *Aquaculture feeds & foods nutrition*. 35: 250-255 p.

Lazo, J. Davis, D & Arnold, C. 1998. The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano (*Trachinotus carolinus*) *Aquaculture*. 169:225-232 p.

Lee, S. & K. Kim. 2001. Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou* Brevoort). *Aquaculture Research*. 32:39-46 p.

Lee, S. Kim, K. Park, H. Kim, C & Hong, k. 2001. Protein requirements of juvenile Manchurian trout *Brachymystax lenok*. *Fisheries science*. 67:46-51 p.

López, J. 1997. Nutrición Acuícola. Universidad de Nariño. Colombia. 24-56 p

López, Y. 2002. Evaluación de diferentes niveles de energía-proteína en dietas semipurificadas para juveniles de yamu (*Brycon siebenthalae*). Trabajo de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Colombia. 20 p.

NRC. 1993. Nutrients Requirements of fish. National Research Council, Washington. D.C. 114p.

Olivera, M. 2002. Curso lance en producción acuícola. Nutrición y alimentación de tilapia. Laboratorio de nutrición acuícola; Centro de Investigación y Estudios. Monterrey Nuevo León México.

Ortega, E. 1996. Técnicas de Laboratorio y control de calidad de materia prima y producto terminado. En: Fundamentos de Nutrición y Alimentación en Acuicultura. INPA. 117-145 p.

Patel, A & Yakupitiyage, A. 2003. Mixed feeding schedules in semi-intensive pond culture of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L; is it necessary to have two diets of differing protein contents. Aquaculture Research. 34: 1343-1352 p.

Pérez, R. 2004. Efectos de la inclusión de probióticos y Prebióticos en dietas para la fase de alevinaje de cachama blanca (*Piaractus Brachy pomus*). Trabajo de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Colombia. 25 p.

Pezzato, L. 1997. Establecimiento das exigencias nutricionais das especies de peixes cultivadas. Anais do simposio sobre manejo e Nutricio de peixes. Colegio brasileiro de Nutricao animal, Campinas, SP. 45-62 p.

Pezzato, L. Barros, M. Pezzato, A. Miranda, E. Quintero, P & Furuya K. 2002. Relación energía/proteína en la nutrición de alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) Revista Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional, 47 (2): 12-20 p.

Portz, L. Cyrino, J & Martino, R. 2001. Growth and body composition of juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides* in response to dietary protein and energy levels. *Aquaculture Nutrition*, 7: 247-260 p.

Salazar, A. 2001. Consideraciones generales sobre acuicultura En: Fundamentos de acuicultura continental. INPA. Bogota. 423 p.

Silva, J & Queiroz, A. 2002. Análise de Alimentos. Universidad Federal de Viçosa. 86-92 p.

Shiau, S. 2002. *Tilapia oreochromis spp.* Chapter 20. In Nutrient requirements and feeding on finfish for aquaculture. Wester and Lim (eds) 273-291p.

Soler, M. 1.996. Nutrientes esenciales. En: Fundamentos de nutrición y alimentación de acuicultura. INPA. Bogotá. 55-78 p.

Sweilum. M, M. Abdella & S. Salah. 2005. Effect of dietary protein-energy levels and fish initial sizes on growth rate, development and production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*. 36: 1414-1421.

Vásquez-Torres, W. 2004. Principios de la Nutrición aplicada al cultivo de peces. Universidad de los Llanos. Colombia. 22-41p.

Vinicius, M & Machado, D. 2002. Exigência Protéica e Relação Energia/Proteína para Alevinos de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). Revista Acuicultura, 1: 1-10 p.

Wang, Y. J. Guo, K. Li & Bureau, D. 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). Aquaculture nutrition. 252: 421-428 p.

Walton, J. M. 1987. Metabolismo de proteínas y aminoácidos en peces, En: Nutrición en acuicultura I. CAICYT. 226-270 p.

www.auda.org.uy.1995

www.canal-h.net.2002

www.iiap.org.pe/ 2005

www.nicovita.com.pe. 2001

ANEXOS

Anexo 1. *Oreochromis Niloticus* variedad *chitalada*.



Anexo 2. Instalaciones del laboratorio de Ictiología (UN).



Anexo 3. Tamaño inicial y final de alevinos de *Oreochromis Niloticus* variedad *chitalada*.



Anexo 4. Alevinos de *Oreochromis Niloticus* variedad *chitalada* a los 30 días.



Anexo 5. Ingredientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER).

Proteína	35%	40%	45%
Energía	3300	3300	3300
Harina Pescado	0,141	0,167	0,230
Harina de pollo	0,070	0,008	0,007
Torta de soya	0,422	0,437	0,379
Maizena	0,139	0,118	0,091
Harina de trigo	0,134	0,000	0,000
Salvado de trigo	0,000	0,000	0,000
Gluten de maíz	0,043	0,170	0,243
Harina de maíz	0,000	0,050	0,000
Celulosa	0,010	0,010	0,010
Aceite de soya	0,020	0,020	0,020
Dical. Phos.	0,000	0,000	0,000
Carbonato	0,010	0,010	0,010
DL-Met	0,001	0,000	0,000
L-Lis HCl	0,000	0,000	0,000
Sal	0,002	0,002	0,002
Vit/Min Premix+C	0,002	0,002	0,002
CMC	0,002	0,002	0,002
BHT	0,002	0,002	0,002
Atractante	0,001	0,001	0,001

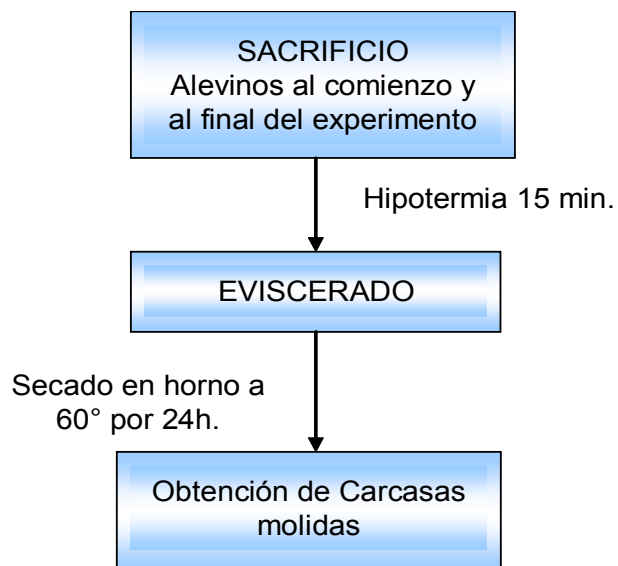
Anexo 6. Ingredientes de las dietas experimentales (a través del programa SOLVER).

Proteína	35%	40%	45%
Energía	3600	3600	3600
Harina Pescado	0,135	0,159	0,200
Harina de pollo	0,090	0,050	0,059
Torta de soya	0,375	0,460	0,365
Maizena	0,060	0,060	0,026
Harina de trigo	0,036	0,030	0,000
Salvado de trigo	0,055	0,042	0,094
Gluten de maíz	0,035	0,100	0,206
Harina de maíz	0,160	0,050	0,000
Celulosa	0,010	0,010	0,010
Aceite de soya	0,020	0,020	0,020
Dical. Phos.	0,000	0,000	0,000
Carbonato	0,010	0,010	0,010
DL-Met	0,001	0,000	0,000
L-Lis HCl	0,000	0,000	0,000
Sal	0,002	0,002	0,002
Vit/Min Premix+C	0,002	0,002	0,002
CMC	0,002	0,002	0,002
BHT	0,002	0,002	0,002
Atractante	0,001	0,001	0,001

Anexo 7. Foto del concentrado almacenado en recipientes de fotografía.



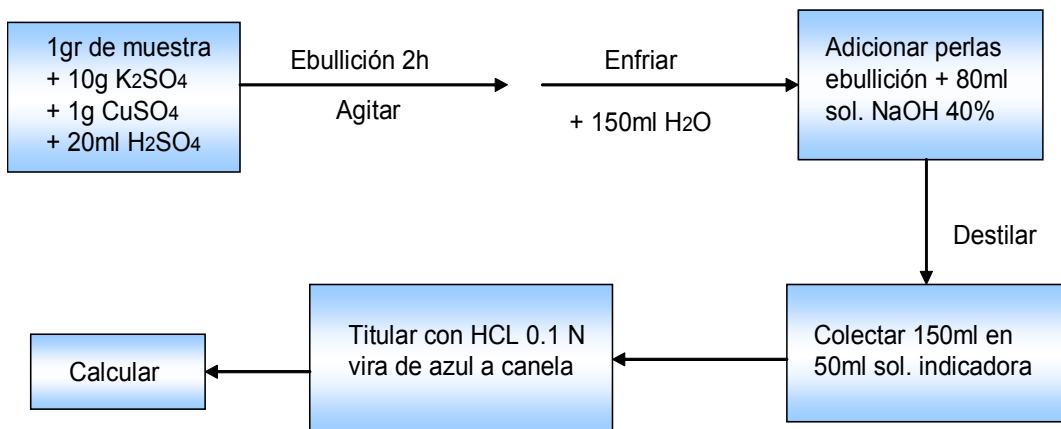
Anexo 8. Diagrama de procedimiento para la obtención de las carcasas.



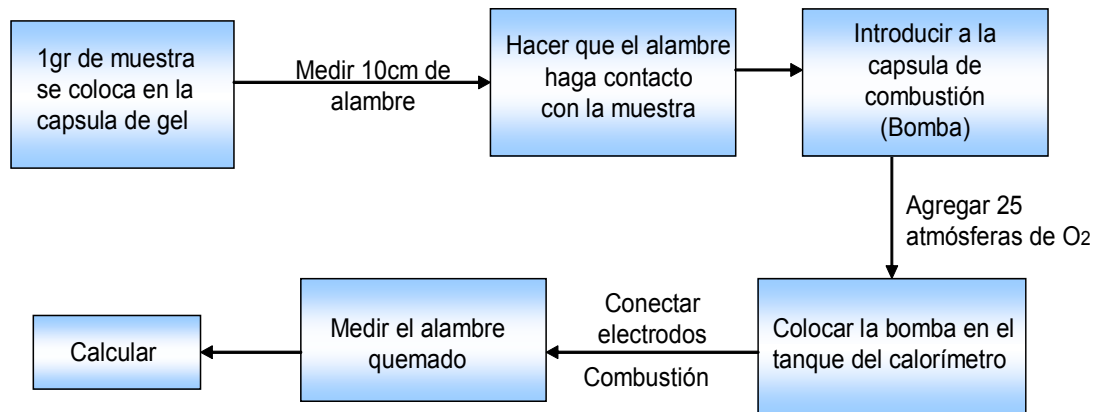
Anexo 9. Eviscerado.



Anexo 10. Diagrama Análisis de Proteína por el método de Kjeldahl.



Anexo 11. Diagrama Análisis de Energía por el método de la bomba calorimétrica.



Anexo 12. Soporte Estadístico (ANAVA y Tukey 5%).

ANAVA (Ganancia de peso a los 15 días).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	0.20060	0.04012	7.00	0.0009
Error	18	0.10320	0.00573		
Total	23	0.30380			

Tukey 5%.

Treatment	Mean	Homogeneous Groups
2	1.1700	A
1	1.1400	A
3	1.0900	AB
4	0.9600	B
6	0.9600	B
5	0.9500	B

ANAVA (Ganancia de peso a los 30 días).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	1.30353	0.26071	39.1	0.0000
Error	18	0.12000	0.00667		
Total	23	1.42353			

Tukey 5%.

treatment	Mean	Homogeneous Groups
1	3.1000	A
5	2.8600	A
3	2.6300	AB
4	2.6100	AB
2	2.5900	AB
6	2.3600	B

ANAVA (Ganancia de peso a los 45 días).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	11.4619	2.29239	344	0.0000
Error	18	0.1200	0.00667		
Total	23	11.5819			

Tukey 5%.

treatment	Mean	Homogeneous Groups
2	4.8900	A
3	4.5500	B
1	4.4100	B
5	4.1600	C
4	3.1400	D
6	3.0800	D

ANAVA (Ganancia de peso total).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	19.3723	3.87447	581	0.0002
Error	18	0.1200	0.00667		
Total	23	19.4923			

Tukey 5%.

Treatment	Mean	Homogeneous Groups
1	8.6500	A
2	8.6400	A
3	8.2700	AB
5	7.9700	B
4	6.7000	C
6	6.4000	D

ANAVA (Tasa de Crecimiento Específico a los 15 días).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	12.8733	2.57467	46.3	0.0001
Error	18	1.0000	0.05556		
Total	23	13.8733			

Tukey 5%.

treatment	Mean	Homogeneous Groups
5	7.5000	A
4	6.7500	B
1	6.6000	B
2	5.9000	C
6	5.8500	C
3	5.2400	D

ANAVA (Tasa de Crecimiento Específico a los 30 días).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	19.6584	3.93168	295	0.0000
Error	18	0.2400	0.01333		
Total	23	19.8984			

Tukey 5%.

treatment	Mean	Homogeneous Groups
3	4.2100	A
2	3.7900	B
5	2.4700	C
1	2.3700	C
4	1.9200	D
6	1.8600	D

ANAVA (Tasa de Crecimiento Específico a los 45 días).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	0.7495	0.14991	0.22	0.9470
Error	18	12.0075	0.66708		
Total	23	12.7570			

ANAVA (Eficiencia de Utilización de Proteína).

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	0.92267	0.18453	1.28	0.3172
Error	18	2.60453	0.14470		
Total	23	3.52720			

ANAVA (Eficiencia de Utilización de Energía).

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	0.01068	0.00214	1.07	0.4116
Error	18	0.03610	0.00201		
Total	23	0.04678			

ANAVA (Factor de Conversión Alimenticia).

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	0.20053	0.04011	0.57	0.7188
Error	18	1.25660	0.06981		
Total	23	1.45713			

ANAVA (Tasa de Retención de Proteína).

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	51.1100	10.2220	1.87	0.1502
Error	18	98.4762	5.47090		
Total	23	149.586			

ANAVA (Tasa de Retención de Energía).

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	138.536	27.7071	41.6	0.0000
Error	18	12.000	0.6667		
Total	23	150.536			

Tukey 5%.

treatment	Mean	Homogeneous Groups
3	16.850	A
2	16.400	AB
1	15.400	AB
4	12.100	BC
6	11.390	BC
5	11.090	C

ANAVA (Sobrevivencia).

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	946.833	189.367	1.20	0.3496
Error	18	2846.50	158.139		
Total	23	3793.33			