

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



PROGRAMA DE PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE

SUBPROGRAMA : ACUICULTURA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ACUÍCOLA

**"DISGESTIBILIDAD APARENTE Y ENERGÍA DIGESTIBLE DE
ALIMENTO COMERCIAL EN FORMA DE EXTRUZADO Y
PELLETIZADO, EN PACO (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818)"**

Tesis

Para Optar el Título de:

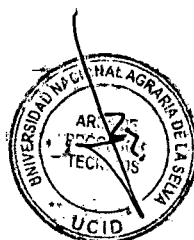
INGENIERO ZOOTECNISTA

VIGO VALDIVIEZO, Victor Manuel

PROMOCIÓN 2008

Tingo María - Perú

2011



L02

V63

Vigo Valdiviezo, Víctor M.

Digestibilidad Aparente y Energía Digestible de Alimento Comercial en Forma de Extruzado y Pelletizado, en Paco (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818). Tingo María, 2011

50 h.; 13 cuadros; 4 fgns.; 43 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

1. PIARACTUS BRACHYPOMUS 2. NUTRIENTES DIGESTIBLES 3. EXTRUZADO
4. PELLETIZADO 5. COEFICIENTES DIGESTIBLES 6. ALIMENTACION 7. PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECHNIA

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

"Año de la Consolidación Económica y Social del Perú"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

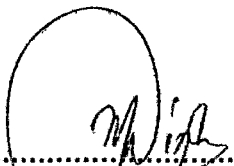
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 26 de julio de 2010, a horas 5:00 p.m., para calificar la tesis titulada:

DIGESTIBILIDAD APARENTE Y ENERGÍA DIGESTIBLE DE ALIMENTO COMERCIAL EN FORMA DE EXTRUZADO Y PELLETIZADO, EN PACO "*Piaractus brachypomus*" (Cuvier, 1818).

Presentada por el bachiller **Victor Manuel VIGO VALDIVIEZO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de "**MUY BUENO**"

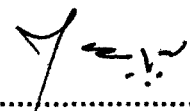
En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 26 de julio de 2010

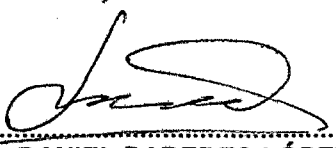


M.Sc. MEDARDO DÍAZ CESPEDES
Presidente

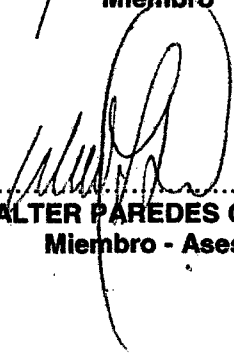




Ing. MARCO ANTONIO ROJAS PAREDES
Miembro



Dr. DANIEL PAREDES LÓPEZ
Miembro



Ing. WALTER PAREDES ORELLANA
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Feliciano y Francisco, con el amor y eterna gratitud por el sacrificio para forjarme y hacerme una persona de bien; el cual hoy les dedico estas páginas.

- ❖ A Dios por darme la vida y la salud y mucha fortaleza para así culminar una de mis metas trazadas.
- ❖ A mi hermano Edgar y Yanine, su esposa por el apoyo que me dieron y a sus hijos: Francisco, Luis, Nadine y Kate, mis lindos sobrinos.
- ❖ A mi hermano Segundo que de una u otra manera en su momento me supo apoyar.
- ❖ A mis hermanos: Beto y German fueron en su momento fuente de inspiración par poder seguir adelante y hoy poder cursar estas líneas en señal de gratitud.
- ❖ A la señora Melita por el apoyo incondicional y consejos para seguir adelante con este proyecto; y a su hija Nasharie por su apoyo en la realización de este trabajo de investigación y consejos para tener paciencia en el desarrollo del mismo.

MI AGRADECIMIENTO

- ❖ A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por haber permitido realizar mis estudios superiores
- ❖ Al Ing. Walter Paredes Orellano y Bgo. Pesquero Carlos Álvarez Janampa, trabajo por la colaboración valiosa prestada y la orientación técnica en la conducción de esta TESIS.
- ❖ A todos lo docentes de la Facultad de Zootecnia, que me impartieron sus conocimientos y experiencias durante el transcurso de mi formación profesional.
- ❖ A la Sra. Clelia Ríos Saldaña, asistente del laboratorio de Nutrición Animal, por su valioso apoyo en los análisis químicos.
- ❖ A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para llegar a culminar con buen éxito uno de mis metas trazadas.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1. Generalidades de la especie Paco (<i>Piaractus brachypomus</i> , Cuvier, 1818)	4
2.1.1. Condiciones ambientales en el agua de los peces	4
2.2. Anatomía y fisiología digestiva	6
2.3. Alimentación del paco (<i>Piaractus brachypomus</i> , Cuvier, 1818)...	6
2.4. Digestibilidad en peces	7
2.5. Coeficientes de digestibilidad	9
2.6. Proteína	9
2.6.1. Digestibilidad de proteína	11
2.7. Energía en peces	12
2.8. Trabajo de digestibilidad en peces	14
2.9. Extrusión de alimentos	15
2.10. Alimento pelletizado	17
2.11. Colecta de heces	19
III. MATERIALES Y METODOS	20
3.1. Lugar de ejecución y duración del experimento	20
3.2. Animales	21
3.3. Instalaciones	21
3.4. Alimento	21
3.5. Manejo	23
3.6. Alimentación y colecta de muestra	24
3.7. Análisis químico de las muestra	25
3.8. Variables independientes	25
3.9. Tratamientos	26
3.10. Distribución de tratamientos	26
3.11. Análisis estadístico	27

	Página
3.12. Variables dependientes	27
IV. RESULTADOS	30
4.1. Composición química del alimento, coeficiente digestible (CD), nutrientes digestibles (ND) y energía digestible (ED) del alimento pelletizado (AP) y extruzado (AE)	30
4.2. Condiciones ambientales y niveles de oxígeno disuelto (OD)	32
V. DISCUSION	33
5.1. Composición química del alimento, coeficiente digestible (CD), nutrientes digestibles (ND), energía digestible (ED) del alimento pelletizado (AP) y extruzado (AE)	33
5.1.1. Coeficiente digestible (CD) y nutrientes digestibles (ND) del alimento pelletizado (AP) y extruzado (AE)	33
5.1.2. Energía digestible del alimento pelletizado (AP) y Alimento extruzado (AE)	35
5.2. Condiciones ambientales y niveles de oxígeno disuelto (OD)	36
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	38
ABSTRACT	39
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	40
ANEXO	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Requerimiento de proteína (%) en diferentes especies de peces	10
2. Composición de alimento balanceado y valor nutricional de la dieta para pacos (<i>Piaractus brachipomus</i> , Cuvier, 1818) en estadio juvenil	22
3. Composición química del alimento, coeficiente digestible (CD) y nutrientes digestibles (ND)	30
4. Condiciones ambientales y nivel de oxígeno disuelto (OD)	32

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Coeficiente digestible (materia seca, proteína bruta y energía bruta) del alimento pelletizado y extruzado	31
2. Nutrientes digestibles (materia seca y proteína bruta) del alimento pelletizado y extruzado	31
3. Energía disgestible (ED) de alimento pelletizado y extrusado	32
4. Valores de oxígeno disuelto (OD) y temperatura (T) en el agua de los peces	32

RESUMEN

El trabajo experimental, se llevó acabo en los laboratorios de Piscicultura y de Nutrición animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. El trabajo experimental tuvo duración de 18 días se realizó en el mes de diciembre del 2009. El material biológico estuvo compuesto de 8 pacos (*Piaractus brachipomus*), provenientes de los estanques de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) con un peso promedio de 150 g y una longitud de 18 cm. Así mismo, estos pacos fueron distribuidos en 8 incubadoras, que a su vez se distribuyeron en dos grupos diferentes ofreciendo a cada grupo un tipo de dieta diferente (extruzado y pelletizado), adicionalmente se realizó monitoreos en cuanto a temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/L). Los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos fueron en MS de 76,50% para AP y 67,50% para AE; para PB fueron 89,89% para AP y 86.00 % para AE; EB fueron 81,33% para AP y 71,33% para AE; los nutrientes digestibles obtenidos fueron en MS de 68,78% para AP y 62,11 para AE; para PB fueron 24,04% para AP y 23,32% para AE y en relación a la energía digestible nos dan valores para el AP de 3 381,9 Kcal/Kg y 3 053,5 Kcal/Kg para el AE. En conclusión el AP tiene una mayor digestibilidad con respecto al AE tal como indican los resultados obtenidos y con respecto a las condiciones

ambientales de temperatura y oxígeno disuelto en el agua se encuentran dentro de los rangos normales favorables.

Palabras claves: pacos (*Piaractus brachypomus*), extruzado, pelletizado, coeficientes digestibles, nutrientes digestibles, energía digestible.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente los estudios nutricionales en peces se concentran en la evaluación de la proteína y la energía de la dieta, en relación a funciones de crecimiento, reproducción y mantenimiento, con la finalidad de mejorar la producción económica de estas especies. La presentación de los alimentos para los peces se presentan en forma de pellet y extruido, también se requiere que se necesita información relativa a la disponibilidad de nutrientes en el animal dependiendo de la presentación del alimento.

La necesidad de herramientas confiables para estudiar la utilización de alimentos y sus nutrientes, lleva al desarrollo de varios métodos para entender el grado en que los nutrientes son degradados y absorbidos, incluidas las mediciones de digestibilidad aparente de los nutrientes. La digestibilidad de una materia prima o de un alimento representa la cantidad absorbida reportada a la cantidad ingerida, y puede ser estimada por diferencia en la fracción eliminada en las heces. La nutrición de peces cultivables es relativamente nueva y primitiva en términos de conocimientos acumulados y niveles de sofisticación cuando es comparada a la nutrición de aves y vacunos.

Hasta la fecha, el uso de alimento balanceado del tipo pelletizado es el que más se ha difundido en nuestra región amazónica peruana, debido a

su fácil producción si se compara con el alimento extruido que requiere mayor tecnología para su procesamiento. Sin embargo el alimento extruido posee grandes ventajas, entre ellas: el permitir un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los peces, presenta mayor durabilidad de almacenamiento, bajo contenido de finos, mayor estabilidad en el agua y polución significativamente reducida.

La digestibilidad es uno de parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a alimentación acuícola, debido a que no basta que la proteína u otro elemento se encuentre en altos porcentajes en el alimento (o en sus insumos) sino que debe ser digerible para que pueda ser asimilado y por consecuencia, aprovechado por el organismo que lo ingiere (NRC, 1981).

Los coeficientes de digestibilidad del alimento extruzado es superior con respecto al alimento pelletizado en la alimentación de paco (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818), nos planteamos los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- a. Determinar la digestibilidad aparente y energía digestible de alimento comercial en forma de extruzado y pelletizado en paco (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818).

Objetivos específicos:

- a. Determinar los valores digestibles de energía y proteína del alimento comercial en forma de pelletizado y extruzado en la alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818).
- b. Determinar los valores ambientales de temperatura y oxígeno disuelto en el agua de los peces en estudio.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades de la especie Paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818).

El *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818 conocido también como Pacú rojo, cachama blanca (Colombia, Venezuela), morocoto (Venezuela), pacú blanco, tambaquí (Bolivia), paco (Perú), Caranha, pacu y pirapitinga (Brasil) “red pacu” para países de habla sajona (IBISCH y MÉRIDA, 2003). Son nativos de Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela; pero fueron introducidos en Estados Unidos, Cuba, República Dominicana, Hawai, Honduras, Jamaica, Panamá, Filipinas y Taiwán. Es un pez ampliamente distribuido en toda Sudamérica para piscicultura y consumo humano (ANGELINI y PETRERE, 1992).

2.2.1. Condiciones ambientales en el agua de los peces.

Las condiciones favorables en la temperatura de agua para la crianza de paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818) tiene un rango entre 23 y 27 °C (ARROYO, 1984). Para los peces de agua caliente, se considera que una concentración de oxígeno disuelto menor a 4 mg/L es indeseable, aunque los peces soportan y existe supervivencia a menores concentraciones (GUERRA, 1996).

Puede tolerar temporalmente temperaturas inferiores a 22 °C o superiores a 34° C; sin embargo, en estos rangos se reduce el consumo de alimento y se presenta mayor susceptibilidad a enfermedades, aumentando su mortalidad. Así mismo, resisten un pH entre 6.5 a 8.54, concentraciones de oxígeno disuelto niveles de 4 mg/L hasta 6 mg/L. En cuanto a la alcalinidad ideal se reporta 60 mg/L equivalentes a carbonato de calcio y una dureza mayor de 20 mg/L y pH 6.5 - 8.5 y el óptimo pH es de 7.0 para que haya buena producción de plancton (RODRÍGUEZ et al., 2001).

PILLAY (2002), nos indica que para el cultivo de truchas se estima que los peces en crecimiento deben de tener continuamente tasas mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/L, mientras que los huevos y alevinos son más exigentes, demandando de 6 a 7 mg/L, con cifras muy inferiores a las mencionadas, las truchas presentan dificultades para extraer el oxígeno del agua y transportarlo a través de sus branquias, la trucha en condiciones naturales puede vivir en aguas con temperaturas de entre 0° y 25 °C; sin embargo, es necesario mencionar que en términos de cría artificial de trucha, los límites de la temperatura del agua en los cuales su crecimiento y desarrollo son los adecuados es entre los 9° y 17 °C, siendo en la etapa de alevín entre 10°-12 °C la temperatura adecuada, y para los juveniles en pleno crecimiento 16 °C. A pesar de que el rango de temperatura del agua en que las truchas pueden sobrevivir es amplio, a partir de temperaturas por arriba de los 21 °C las concentraciones de oxígeno en el agua son muy bajas y las aguas no son adecuadas para utilizarlas en el cultivo de trucha.

2.2. Anatomía y fisiología digestiva.

El aparato digestivo de los peces consta, por lo general, de una boca dotada de hileras de dientes afilados o en forma de cepillo, una faringe, un esófago, un estómago y un intestino que termina en un orificio anal. Los diferentes órganos que componen el sistema digestivo no están diferenciados con claridad en todas las especies, aunque todas ellas tienen páncreas e hígado. Intestino en forma de tubo hueco (7 veces más largo que la longitud total del cuerpo) (DÍAZ y LOPEZ, 1993).

Una de las adaptaciones que puede mostrar el estómago se refiere a la forma, en los peces ictiófagos el estómago es típicamente alargado. Las especies omnívoras tienen el estómago en forma de saco, similar al de los humanos. El estómago mismo o bien una evaginación de su porción anterior, se llenan mediante la acción de los esfínteres cardíaco y pilórico y por otro esfínter durante la evaginación misma. El intestino también tiene muchas variaciones. En los peces exclusivamente carnívoros es acortado; pero es muy alargado y con muchos dobleces en los peces exclusivamente herbívoros. Los tiburones y algunos otros peces han adquirido una válvula espiral o un doblez largo formado por tejido absorbente y enrollado con cierta soltura en lugar de los dobleces ordinarios del intestino (BOYD, 1996).

2.3. Alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818).

Los peces omnívoros tienen el intestino de tamaño intermedio, dientes trituradores, branquiespinas ni tan filamentosas ni abundantes, pero

tampoco cortas y que cumplen funciones de sujeción y masticación, además los peces omnívoros, son potencialmente los mejores para crianza, debido a que aceptarán la dieta que se les proporcione, pudiendo en consecuencia, trabajar con insumos más baratos, sin sacrificar su composición adecuada (USECHE, 2000).

El paco (*Piaractus brachipomus* Cuvier, 1818), es un pez omnívoro, su alimentación en el medio natural se basa en las frutas, semillas y hojas verdes que caen al agua. Durante el periodo de inundación, se alimenta casi por completo de frutas y semillas que se encuentran en el bosque inundado, se alimenta principalmente de hojas después de la creciente, pero, ocasionalmente parte de su dieta puede ser peces pequeños e invertebrados y reaccionan muy bien a alimentación artificial como fruta, sub productos agrícolas (yuca, maíz, pituca, polvillo de arroz) y alimento balanceado con bajo valor proteico (DA SILVA *et al.*, 1988).

2.4. Digestibilidad en peces.

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (VANDERBERG y DE LA NOÛE, 2001).

La digestibilidad es uno de los criterios adoptados en estudios para la evaluación de la calidad nutricional de los alimentos y de la eficiencia de las dietas completas para animales, por medio de cuantificación de la fracción del nutriente o de la energía absorbida del alimento que no es excretada en la heces (CHOUBERT *et al.*, 1982; NRC, 1981). Sin embargo, cabe señalar, que el valor nutritivo de un alimento depende no solamente de su contenido en nutrientes, sino también de la capacidad del animal para digerir y absorber esos nutrientes que varían en función de la especie, condiciones ambientales, cantidad y calidad de nutrientes, proporción relativa a otros nutrientes, procesos tecnológicos entre otros (HIQUERA, 1987).

Los peces son una de las especies, en el cual realizar un trabajo de digestibilidad es muy complejo. En tal sentido, surge la necesidad de diseñar sofisticados sistemas de confinamiento y muestreo para la colección de heces (CHO y SLINGER, 1979; CHOUBERT *et al.*, 1982). Asimismo, cabe señalar, que la medida de la digestibilidad es un indicador de la efectividad con la que se ha producido el proceso de digestión de un alimento, y en última instancia, de la eficiencia con la que las diferentes enzimas han podido actuar sobre sus diferentes sustratos durante el tiempo de tránsito digestivo (MOYANO, 2006). En ese sentido, la digestibilidad es el primer paso en la evaluación del potencial de un ingrediente para el uso en dietas para especies en cultivos agrícolas (ALLAN *et al.*, 2000).

2.5. Coeficientes de digestibilidad.

El coeficiente de digestibilidad es un indicador de la efectividad con la que se ha producido por el proceso de digestión de un alimento, es decir la eficacia con que las diferentes enzimas han podido actuar sobre sustratos durante el tiempo del tránsito digestivo (MOYANO, 2006).

Según ARNDT *et al.* (1999), la determinación de los coeficientes de digestibilidad (CD), en términos generales se basa en la alimentación de un grupo de peces con una dieta cuyo contenido nutricional (proteína, lípidos, carbohidratos, fibra cruda, entre otros) es conocido; luego una vez consumido el alimento, las heces producidas son colectadas para determinar su composición química, y por diferencia, se obtiene la proporción de nutrientes que el pez pudo aprovechar de dicho alimento.

2.6. Proteína

Las proteínas constituyen el mayor componente de los tejidos orgánicos, llegando a representar hasta el 75% con base en materia seca. Por tanto los animales deben consumir proteína, con el fin de llenar los requerimientos de aminoácidos. Una vez que la proteína es ingerida, esta debe ser digerida o hidrolizada, hasta liberar los aminoácidos, los cuales, son absorbidos a nivel de la porción anterior del intestino delgado y distribuidos por la sangre a los diferentes órganos y tejidos, donde son posteriormente utilizados para sintetizar nuevas proteínas, las proteínas son los factores más importantes para la vida y crecimiento del pez (WEDEMEYER, 2001).

El nivel mínimo de proteína de la dieta que proporciona una ganancia de peso óptimo fue estudiado por primera vez con el salmón "chinook" *Oncorhynchus tshawytscha*, por DE LONG *et al.* (1958). Ese tipo de experimento, desde entonces fue repetido para muchas especies de peces, identificándose niveles ideales de proteína que se sitúan en un amplio rango de 20% a 60%. En peces juveniles, en crecimiento activo, los requerimientos de proteína son más altos que en aquellos en etapas más avanzadas de crecimiento, por lo cual, los alimentos de los primeros contienen normalmente porcentajes mayores de proteína. Además indica que las materias primas que proporcionan las proteínas para los alimentos balanceados de peces son: la harina de pescado, la harina de carne y harina de sangre, como fuentes de origen animal; además de la torta de soya y/o frijol soya, torta de algodón y torta de ajonjolí, debido a que son ingredientes altos en proteína cruda y con un perfil de aminoácidos esenciales disponibles y altos, con precios relativamente razonables.

Cuadro 1. Requerimiento de proteína (%) en diferentes especies de peces.

ESPECIE	CATEGORÍA (% DE LA DIETA)		
	Alevín	Juvenil	Adulto
Truchas	44-50	42-45	38-40
Tilapias	35-40	30-35	26-30
Pacos	30-35	28-32	25-28

* DE LONG *et al.* (1958). Nutrition of salmonoid fishes: VI Protein requirement of chinook salmon at two water temperatures.

De acuerdo a CHO y BUREAU (2001), la alta variabilidad que existe en la literatura con respecto a los CDA se debe básicamente a diferencias en el método de colección de heces, errores experimentales

(condiciones experimentales no óptimas, lixiviación, errores analíticos, cálculos erróneos, entre otras) diferencias en la manufacturación y composición química de los ingredientes (técnicas de procesos, daño por calor, etc.) y diferencias biológicas y ambientales (especie y temperatura del agua). Sin embargo, con respecto a la temperatura del agua; NRC (1981), expone que los CDA se ven levemente afectados, cuando los peces son mantenidos dentro del rango normal de crecimiento para la especie.

Los peces no tienen un requerimiento de proteína, pero si de aminoácidos, los aminoácidos esenciales más críticos son la lisina, la metionina – cistina, la treonina y la arginina y si se satisface el requerimiento de estos los demás estarán cubiertos (histidina, isoleucina, fenilalanina, tirosina, triptófano y valina) (SANZ, 2009).

MCCRACKEN (2002), indica que si bien es cierto que a una temperatura adecuada destruye una parte importante de los factores anti nutricionales pero si sus condiciones son excesivas en temperatura o tiempo, se corre el riesgo de afectar negativamente la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos.

2.6.1. Digestibilidad de proteína.

El conocimiento de la digestibilidad de proteína es importante en la formulación de dietas, porque los animales deben consumir proteína dietaria para abastecerse de aminoácidos. El uso de la proteína es afectado por la naturaleza de la fuente proteica, su nivel de consumo y la capacidad de un

organismo para usar otros componentes de la dieta. La calidad de la proteína es afectada por la frescura de la materia prima, la cantidad de lípidos, el proceso de secado y si la fuente de proteína proviene de pescado entero o de desperdicios de la pesca (ANDERSON *et al.*, 1993).

Además indica que el exceso de proteína en la dieta aumenta la excreción de amoníaco como NH_3 a través de las branquias, lo que trae mayores riesgos, el exceso va al hígado y se convierte en glicógeno o triglicéridos (reserva de carbohidratos) y una deficiencia de proteína disminuye la actividad motriz y el grado de apetencia.

2.7. Energía en peces.

Actualmente en las dietas de peces, la formulación se diseña atendiendo las exigencias energéticas de las especies, por lo tanto, la relación energía/proteína es concepto fundamental en dietas para peces en confinamiento. Los peces, como todas las especies requieren energía para su crecimiento, desarrollo y reproducción, con una relación de 9 kcal/g de proteína, bastante bajo comparado con las aves y los cerdos que tienen requerimientos de 15 a 10 kcal/g de proteína cruda y el proceso biológico de utilización de energía se define como metabolismo energético. La velocidad en la cual se lleva a cabo la utilización de la energía está influenciada por la temperatura, la especie, la edad, el tamaño, la actividad, la condición fisiológica, las funciones del cuerpo y variaciones químicas del agua como oxígeno, pH, temperatura y salinidad (CARNEIRO, 1983).

Los peces, como los otros animales, utilizan las diferentes fuentes de energía de una manera particular. Los peces de aguas frías utilizan muy bien las proteínas y los lípidos como fuentes de energía, y pobremente los carbohidratos; sin embargo, los peces de aguas cálidas utilizan los carbohidratos relativamente bien como fuente de energía. Razón por la cual, los tres mayores componentes de la dieta, proteínas, lípidos y carbohidratos, deben ser balanceados de tal manera que los peces puedan encontrar los nutrientes y la energía necesaria para un buen desarrollo. Ni las deficiencias, ni los excesos de energía en la dieta tendrán mayores efectos en la salud del pez. Sin embargo, cuando una dieta es deficiente en energía, en relación con la proteína, una cantidad proporcional de la proteína de la dieta, será utilizada como energía en lugar de ser utilizada en la formación de tejidos; en el caso de una dieta que contenga exceso de energía digestible, el pez se sentirá saciado antes de consumir la cantidad necesaria de alimento para un óptimo crecimiento, exceso de energía y/o proteína puede llevar a un grande acumulo de gordura corporal, lo que es indeseable (WILSON, 1977).

Cuando se menciona la energía hablando de alimentos debe saberse que la energía bruta (100%) es la que puede extraerse del concentrado mediante combustión (oxidación completa) y se puede medir con un calorímetro. La energía digestible (88% aprox.) es la energía bruta menos las pérdidas en heces, y se estima midiendo el contenido energético en las heces. La energía metabolizable (80% aprox.) es la energía digestible menos las pérdidas por la excreción urinaria y branquial; y la energía neta (74%

aprox.) es la metabolizable menos las pérdidas en la producción de calor, que aunque pequeñas también son significativas (BOSCOLO *et al.*, 2002).

En trabajos realizados con diferentes niveles de energía digestible tuvo influencia sobre proteína retenida por lo que influyeron significativamente diferentes para los niveles de 2700 kcal/kg (45,1 %), 2900 kcal/kg (22,4 %) y 3100 kcal/kg (9,0 %). Existe una disminución de la eficiencia de retención de la proteína conforme se elevan los niveles de energía digestible. Niveles de energía más altos disminuyen la ingesta de alimento, que se expresa en una menor retención de proteína; los resultados del experimento demuestran que niveles mínimos de 29,8% de proteína bruta y 2700 kcal de energía digestible/kg de alimento son los requeridos por el paco en dietas de crecimiento para una adecuada ganancia de peso y una eficiente retención de proteína, con una relación energía digestible/proteína bruta de 9,0 kcal/g de proteína (COWEY, 1978).

2.8. Trabajos de digestibilidad en peces.

WILSON Y POE (1985), compararon la digestibilidad aparente de nutrientes para los alevines de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) alimentados con dietas de prueba de extruzado y pelletizado preparados con maíz, semilla de algodón, harina de pescado, harinas de carne y hueso, afrecho de arroz, polvillo de arroz, torta soya y afrecho de trigo. Se observaron pocas diferencias en la digestibilidad de la energía de los alimentos y también los valores obtenidos con el uso de dietas de prueba peletizadas, parecía ser

más fiable en comparación con el extruzado. En el estudio de KHAN (1994), con bagres tropicales *Myptus nemurus*, la digestibilidad aparente de proteína, materia seca y la energía de seis ingredientes (harina de pescado, harina de soja, el afrecho de arroz, harina de coco, maíz y vísceras de aves) no difirió significativamente, salvo para el maíz y vísceras de aves que mostró el peor de los valores.

2.9. Extrusión de alimentos.

De acuerdo a DE WITT (1991); en el proceso de extrusión ocurren una serie de fenómenos casi todos ellos ventajosos, estos son:

- Gelatinización de los almidones con mayor captación de agua, mejorando la digestibilidad y disponibilidad calórica.
- Coagulación parcial de las proteínas mejorando su digestibilidad.
- Inactivación por medio de tratamiento térmico, de las enzimas deteriorantes de las materias grasas de las harinas, como las lipasas y lipoxigenasas, las cuales catalizan reacciones químicas que llevan a la formación de compuestos de fácil rancidez.
- Inactivación de factores inhibidores del crecimiento. La alta temperatura necesaria para eliminar dichos factores, no atenta contra la calidad nutritiva de la mezcla, ya que se aplica por breve tiempo.

La extrusión de las mezclas de alimentos puede definirse como el proceso por medio del cual los ingredientes, previamente humedecidos, son sometidos a cocción por aplicación de alta temperatura (hasta 250°C), por un

breve período de tiempo (1 a 1.5 minutos) o bien, bajo la acción de intensa fricción y contacto de la mezcla con camisas térmicas. Además, las mezclas están sometidas a elevada presión, para luego sufrir una repentina descompresión, lo que permite la expansión del vapor de agua, originándose un pellet liviano y expandido (HARPER, 1981; NRC, 1981).

Uno de los resultados de este proceso es la gelatinización del almidón, que significa importantes cambios fisicoquímicos en su estructura, los que se traducen en una mayor solubilidad en agua, el tratamiento térmico (tostado o extruzado) tiene beneficios por mejorar la estabilidad de la grasa, reduciendo riesgo de enranciamiento, así reducir la solubilidad de la proteína y por lo tanto el calor provee ventajas sobre la utilización de la proteína. Además menciona el autor que la extrusión produce el desenredamiento de las cadenas proteicas vegetales ya que las moléculas se alinean a lo largo de la matriz, facilitando la disposición de nutrientes en el intestino haciendo que sean más disponibles para el ataque enzimático por lo tanto aumenta la digestibilidad de proteína y energía (CHEFTEL, 1986).

La menor desintegración, junto a su gran capacidad de absorción de agua y especialmente, su mayor flotabilidad (GUILLAUME, 1991), por el efecto de expansión dado en el proceso mismo de extrusión, son características físicas determinantes para que el pez tenga más tiempo para consumir dietas extruídas y evitar pérdidas. La mayor flotabilidad, además, permite una mejor apreciación visual de cómo es ingerido el alimento por los peces y así evitar excesos de entrega de dieta, todo lo cual favorece una mejor

eficiencia de conversión alimenticia (ECA) y disminuye el riesgo de contaminación del medio acuático (HILTON *et al*; 1981 ; NRC, 1981).

Como otros efectos positivos del proceso de extrusión, se describen la inactivación de enzimas, la destrucción de factores tóxicos en el producto final, la eliminación de factores antitripsina y la disminución de la carga bacteriana del producto final elaborado. Los alimentos extruidos al llegar al estómago se ensanchan y forman una papilla, lo que hace más lenta la digestión, por lo que favorecen consumos de oxígeno menor, ya que se digieren en más tiempo y no se dan disminuciones bruscas de este elemento en el agua. El consumo es menor que con alimentos densos porque el animal se sacia más rápido. Con este tipo de alimento, la movilidad del grano en su descenso a través del agua es lento para que el pez lo alcance a ver. (HARPER, 1981; KEARNS, 1990).

2.10. Alimento pelletizado

El pelletizado, consiste en procesar materias primas finamente divididas algunas veces en polvo, impalpables y difíciles de manejar transformándolas en partículas más grandes y de naturaleza estable gracias a la aplicación de calor, humedad y presión mecánica (HARDY, 1992). Con ellos se consigue un formato de los pellets que es usualmente cilíndrico, y cuyo diámetro ideal se considera de 1.0; 1.5; 2.0 y 2.3 mm; nutricionalmente la peletización posibilita el aumento natural de la energía líquida de las dietas debido a la gelatinización de los carbohidratos, reduce el gasto energético en la

aprehensión de los alimentos e incrementa considerablemente la digestibilidad del contenido proteico, energía y demás nutrientes de la ración (BÓRQUEZ *et al*; 2002).

HARDY (1992), nos indica que al momento de peletizar, el alimento pasa por un proceso de cocción, el cual favorece la disponibilidad de los nutrientes (almidones y proteínas), lográndose así, un mejor aprovechamiento en el tracto digestivo del animal y con ello, mejores conversiones alimenticias, además las altas temperaturas a las que es sometido el alimento logran eliminar una serie de bacterias patógenas, que pueden comprometer la buena salud de sus animales, y con ello, una disminución en la rentabilidad de su granja. Además no indica que un buen proceso de pelletizado, ensacado y almacenamiento, nos asegurará un vencimiento en el alimento más prolongado, de por lo menos dos meses, Además nos indica que las ventajas del alimento pelletizado se ve reflejado en una mejor palatabilidad, mayor consumo, mayor digestibilidad de almidones y proteínas, menor selección del alimento por parte del animal, menor separación de partículas en los equipos de alimentación, facilidad en el manejo del alimento en bodega y así disminuye el riesgo de enfermedades.

2.11. Colecta de heces.

Existen varias metodologías para la recolecta de heces en los estudios de nutrición de peces, según SALLUM (2000), en el desarrollo de su investigación se refiere principalmente en evitar situaciones tales como el

estrés de la manipulación de los animales por los métodos de la presión abdominal, succión rectal, la contención de cámara metabólica o la alimentación forzada, el sacrificio de los animales la disección del intestino y la lixiviación de nutrientes y energía, especialmente de las heces.

En un estudio realizado por ABIMORAD (2001), se evaluaron cuatro métodos de recolección de heces (disección, extrusión, el sistema de Ghelph y el sistema de Ghelph modificado), y el tiempo más eficiente para recolecta de heces en los sistemas de Guelph, analizando el coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta de una dieta para el pacu (*Piaractus brachypomus*). El autor relató que todos los métodos estudiados pueden ser adoptados con seguridad, para la especie estudiada, desde que sean rigurosamente aplicados, y el intervalo de tiempo entre las recolectas de heces en estudios de digestibilidad, por intermedio de los sistemas de Guelph, no deben de pasar los 30 minutos.

ABIMORAD y CARNEIRO (2004), en investigaciones realizadas con pacu (*Piaractus mesopotamicus*) determinaron coeficientes de digestibilidad con diferentes métodos de colecta de heces, obteniendo resultados de digestibilidad de proteína de 81,44 %, con el método Guelph, 82,83 % con el método Guelph modificado, 86,66 % por el método de extracción manual y 84,52 % por el método de disección, concluyendo que no existen diferencias significativas entre los métodos utilizados y pueden ser adoptados con seguridad para la determinación de los coeficientes de digestibilidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución y duración del experimento.

El trabajo experimental, se llevó acabo en los laboratorios de Piscicultura y de Nutrición animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Región de Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicado a 09° 17' 58" latitud sur y 76° 01' 07" longitud oeste, con una altitud de 660 msnm; como datos metereológicos presenta; precipitación pluvial anual media de 3 293 mm, temperatura anual de 25.07 °C, humedad relativa de 80 % durante la época de menor precipitación (Abril- Noviembre) y 85 % durante la época de mayor precipitación (Diciembre - Marzo). Dentro la clasificación por medio de las zonas de vida es considerado bosque muy Húmedo- premontano tropical.

El trabajo experimental tuvo duración de 18 días se realizó en el mes de diciembre del 2009.

3.2. Animales.

El material biológico estuvo compuesto de 8 pacos (*Piaractus brachipomus* Cuvier, 1818), provenientes de los estanques de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) con un peso promedio de 150 g y una longitud de 18 cm. Así mismo, estos pacos fueron distribuidos en 8 incubadoras, que a su vez se distribuyeron en dos grupos diferentes ofreciendo a cada grupo un tipo de dieta diferente (extruzado y pelletizado), adicionalmente se realizó monitoreo en cuanto a temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/L).

3.3. Instalaciones.

El trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones del módulo de incubación del laboratorio de Piscicultura en el área de producción de la Facultad de Zootecnia - UNAS en la que se adicionarán 8 recipientes de flujo ascendente de forma cónica con una capacidad de 200 L, fabricadas con fibra de vidrio, de manera que en la parte inferior estuvieron conectadas a una manguera transparente (20 cm de 5/8" de diámetro) y esta a su vez a jeringas de 20 ml que sirvieron como colector de las heces.

3.4. Alimento.

Se sometió a evaluación una dieta con dos tipos de tecnologías, en la alimentación de los peces que se mencionan a continuación:

- Alimento extruzado.
- Alimento pelletizado.

Las dietas fueron formuladas con insumos tradicionales que contenía un 28% de proteína y 2 900 Kcal/Kg, de acuerdo a la edad del pez; y se formuló utilizando el software de formulación Mixit2 - plus, para la elaboración de las dietas experimentales se utilizaron insumos y subproductos comúnmente disponibles en la región como harina de pescado, maíz amarillo duro, polvillo de arroz y aceite de palma y aditivos para corregir con ello las necesidades del pez.

La dieta tuvo un contenido proteico de un 28% de proteína y 2 900 Kcal/Kg de alimento cuya composición nutricional se muestra a continuación en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Composición de alimento balanceado y valor nutricional de la dieta para pacos (*Piaractus brachipomus*, Cuvier, 1818) en estadio juvenil.

Composición del Alimento	
Ingredientes	%
Maíz	36,77
Torta de soya	22,14
Aceite Palma	0,18
Hna. de pescado	18,84
P. de arroz	21,87
Premix	1,02
TOTAL	100,00
Valor Nutricional	
Nutrientes	Aporte de la ración
PB (%)	28,08
EM. (Kcal/kg)	2902,28
Ca (%)	0,82
P Disp. (%)	0,60

3.5. Manejo.

Los pacos (*Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818), fueron pesados con una balanza digital de 5 000 g de capacidad y un gramo de precisión, a su vez medidos con un ictiómetro de 60 cm de longitud; al realizar esta labor se tuvo mucho cuidado para no lastimar a los animales y no generar estrés en ellos, es por ello que se utilizaron técnicas de manejo adecuadas con el fin de evitar el estrés en lo peces.

Durante la alimentación se atrapó a los pacos con la ayuda de un calcal y se procedió a alimentar, previo a ello se llenó en la jeringa de 10 ml con el contenido de dieta de acuerdo al peso, en forma de papilla y se introdujo directamente al estómago del pez para evitar desperdicio de la dieta.

Las incubadoras de forma cónica, se les llenó de agua en un 80 % de su capacidad. Así mismo, el intercambio de agua conjuntamente con la limpieza se realizó todos los días preferentemente antes de alimentar a los peces, para con ello evitar estrés en los peces, además de ello luego del recambio de agua se hicieron mediciones del nivel del oxígeno disuelto en el agua y la temperatura con la ayuda de un medidor de oxígeno perteneciente al Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP), para dar las condiciones favorables para el pez y poder tener mejores resultados.

3.6. Alimentación y colecta de muestras.

El proceso de alimentación se realizó 1 vez al día siendo el horario a las 10: 00 a.m., con el fin de optimizar el ataque enzimático del pez. Antes de comenzar con la colecta de las heces por decantación en los tubos colectores los peces fueron alimentados con las dietas a suministrar a cada uno por 3 días con el fin de adaptarlos al sistema y vaciar el contenido estomacal y así coleccionar material fecal sin contaminación de otros nutrientes. El proceso de alimentación consistió en forzar la ingesta de la dieta colocando el alimento directamente al estómago con la ayuda de una jeringa de 10 ml que se acoplará un manguera transparente de unos 10 cm de longitud y se les introducirá por la boca previo a ello el alimento se le hará como papilla; se utilizó para ello agua destilada con el fin de evitar que haya cambios en la composición de las dietas y así facilitar el pasaje del alimento directo hacia el estómago del pez sin lacerar el tubo digestivo del animal, proceso que fue adaptado a partir del método SIBBALD (1995). La cantidad de dieta a suministrar para cada pez fue calculada en función al peso del mismo y la tasa de alimentación de acuerdo a las escalas porcentuales establecidas para cada fase de alimentación siendo el 3 % de su peso vivo.

Las heces fueron colectadas antes y después de la alimentación, para tal fin el proceso de colecta consistió en cerrar la llave de paso que se adicionó en la parte inferior de la incubadora para facilitar la colecta, luego de ello se sacó cuidadosamente la jeringa (contenido de heces) y verter el contenido en pequeños frascos de vidrio, los cuales serán llevados a la estufa

a una temperatura de 65 °C por un espacio de 24 horas obteniéndose las muestras secas que luego se almacenó y una vez reunido todas las muestras en los 10 días de colecta para posteriormente se molidos y con ello se hicieron los análisis químico en el laboratorio.

El ensayo de digestibilidad tuvo una duración de 18 días: 3 días de adaptación, 10 días de colecta y 5 días trabajos en laboratorio para tener los resultados de digestibilidad de las dos tipos de alimento suministrado.

3.7. Análisis químico de las muestras.

El análisis químico proximal consistió en realizar análisis proximales a las dietas (pelletizado y extruzado) y a las heces colectadas, para determinar los contenidos de humedad, proteína, lípidos, fibra, ceniza y extracto libre de nitrógeno, tanto de los insumos examinados, dietas, como de las heces; los análisis se realizaran por triplicado, siguiendo la metodología de la "American Association of Analytical Chemists" AOAC (1990).

La proteína bruta se estimó a través de la determinación de Nitrógeno total de las muestras por el método de kjeldahl; la energía bruta se determinará usando la bomba calorimétrica modelo Parr.

3.8. Variables independientes.

- Alimento comercial (pelletizado y extruzado).

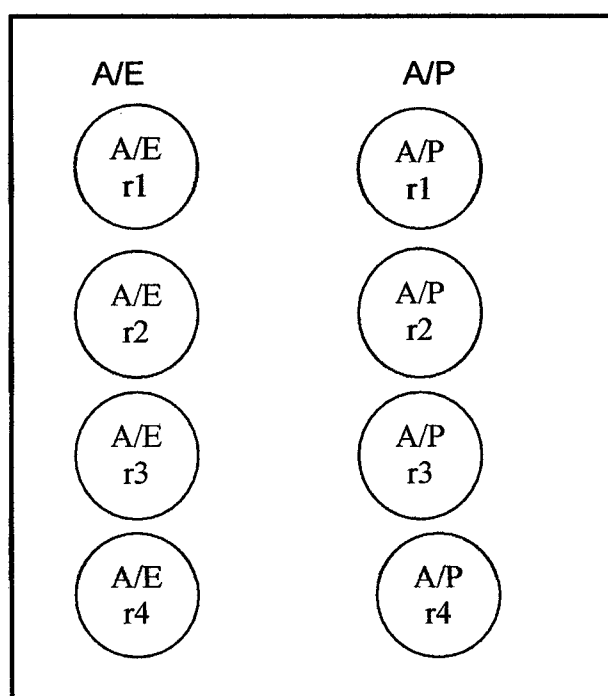
3.9. Tratamientos.

Los tratamientos están conformados por el tipo de dieta a suministrar a los peces en estudio siendo:

T1: dieta con alimento pelletizado (A/E).

T2: dieta con alimento extruzado (A/P).

3.10. Distribución de tratamientos.



A/E= Alimento extruzado.

A/P= Alimento pelletizado.

A/Er_n = alimento extruzado repetición 1, 2, 3,4

A/Pr_n = Alimento pelletizado, repetición 1, 2, 3,4

3.11. Análisis estadístico.

Los resultados de digestibilidad fueron analizados mediante la media $\pm$ desviación estándar para lo cual se utilizó la prueba t student ($p \leq 0,05$) para comparar si existe diferencias significativas entre los alimentos pelletizado y extruzado (STEEL y TORRIE, 1985).

Formula de t student:

$$t = \frac{\bar{Y} - \mu}{S_{\bar{Y}}}$$

Dónde:

$\bar{Y}$ = media de los tratamientos

μ = media de la población

$S_{\bar{Y}}$ = desviación estándar de la media o error estándar

3.12. Variables dependientes.

- ✓ Coeficiente de digestibilidad aparente.

La determinación de los coeficientes de digestibilidad y de la energía digestible, se realizara por el método de determinación indirecta descrito por MATTERSON *et al.* (1965) a través de la siguiente fórmula:

- Energía bruta (%).

$$CD_{EB} = \frac{EB \text{ consumido} - EB \text{ Excretado}}{EB \text{ consumido}} \times 100$$

Dónde:

CD_{EB} = coeficiente digestible de la EB (%).

EB = Energía bruta (Kcal/Kg).

- Materia seca (%).

$$\%CD_{MS} = \frac{MS \text{ Consumido} - MS \text{ Excretado}}{MS \text{ consumido}} \times 100$$

Dónde:

CD_{MS} = coeficiente digestible de la MS (%).

MS = materia seca (%).

- Proteína bruta (%).

$$CD_{PB} = \frac{PB \text{ Consumido} - PB \text{ Excretado}}{PB \text{ consumido}} \times 100$$

Dónde:

CD_{PB} = coeficiente digestible de la MS (%).

PB = proteína bruta (%).

- ✓ Energía digestible (kcal/Kg).

$$ED = EB \times CD_{EB}$$

Dónde:

CD_{EB} = coeficiente digestible de la EB (%).

EB = Energía bruta (Kcal/Kg).

ED = Energía digestible (Kcal/ Kg)

✓ Proteína Digestible (%).

$$PD = PB \times CD_{PB}$$

Dónde:

CD_{PB} = coeficiente digestible de la PB (%).

PB = Proteína bruta (%).

PD = Proteína digestible (%)

✓ Condiciones ambientales y niveles de oxígeno disuelto del agua.

- Temperatura (°C).
- Oxígeno disuelto (mg/L).

IV. RESULTADOS

4.1. Composición química del alimento, coeficientes digestibles (CD), nutriente digestible (ND) y Energía digestible (ED) del alimento pelletizado (AP) y extruzado (AE).

En el cuadro 3, se muestran la composición química de los alimentos en estudio, los coeficientes digestibles (CD), nutrientes digestibles (ND) y Energía digestible (ED) del alimento pelletizado y extruzado.

Cuadro 3. Composición química del alimento, coeficiente digestible y nutrientes digestibles.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	AP	AE
MS (%)	89,91	91,86
PB (%)	26,81	27,12
EB (Kcal/Kg)	4 158,24	4 280,78
COEFICIENTES DIGESTIBLE (CD)	AP	AE
MS (%)	76,50 ± 0,56 ^a	67,50 ± 1,55 ^b
PB (%)	89,89 ± 1,25 ^a	86,00 ± 1,30 ^b
EB (%)	81,33 ± 1,30 ^a	71,33 ± 2,31 ^b
NUTRIENTES DIGESTIBLES	AP	AE
MS (%)	68,78 ± 0,40 ^a	62,01 ± 1,47 ^b
PB (%)	24,04 ± 0,37 ^a	23,32 ± 0,34 ^b
ENERGÍA DIGESTIBLE	AP	AE
ED (Kcal/Kg)	3 381,9 ± 239,37 ^a	3 053,5 ± 127,53 ^a

Letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente ($p < 0.05$)

AP= Alimento pelletizado

AE= Alimento extruzado

MS= Materia seca

PB= Proteína bruta

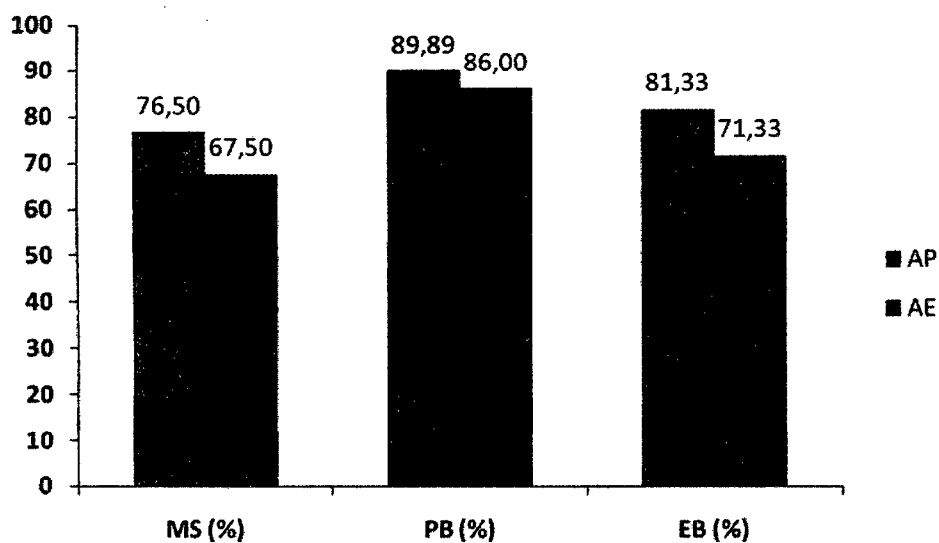


Figura 1. Coeficiente digestible (materia seca, proteína bruta y energía bruta) del alimento pelletizado y extruzado.

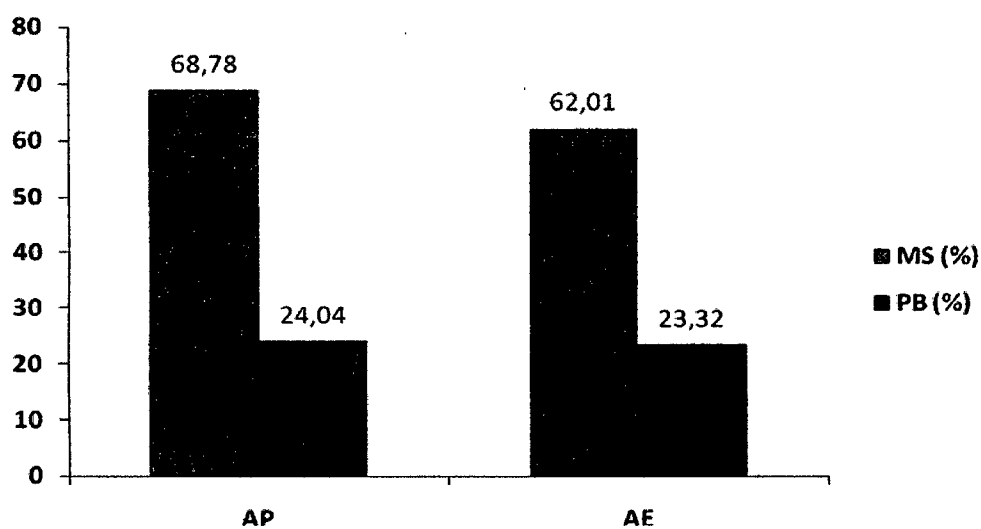


Figura 2. Nutrientes digestibles (materia seca y proteína bruta) del alimento pelletizado y extruzado.

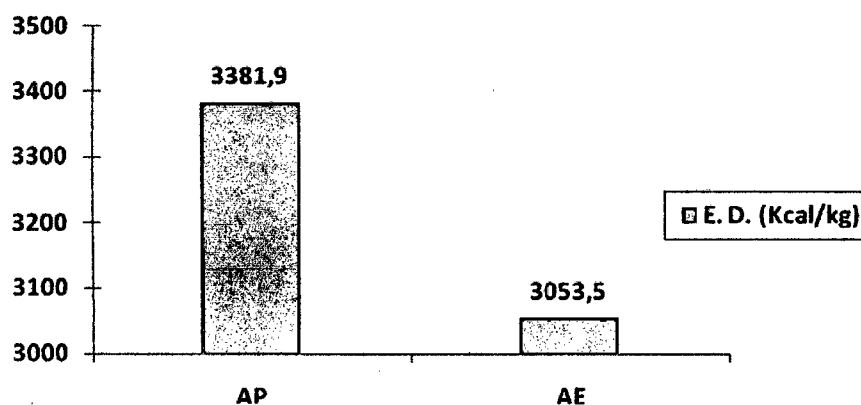


Figura 3. Energía digestible (ED) de alimento pelletizado y extruzado.

4.2. Condiciones ambientales y niveles de oxígeno disuelto (OD).

Las condiciones ambientales de temperatura (T), niveles de oxígeno disuelto (OD) y porcentaje de oxígeno disuelto en el agua son mostradas en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Condiciones ambientales y niveles de oxígeno disuelto (OD).

Alimento	Mañana			Tarde		
	OD (mg/L)	OD (%)	T (°C)	OD (mg/L)	OD (%)	T°
Pelletizado	4,97	60,33	25,73	4,25	53,75	27,89
Extruzado	4,75	59,46	25,96	4,22	54,27	27,88

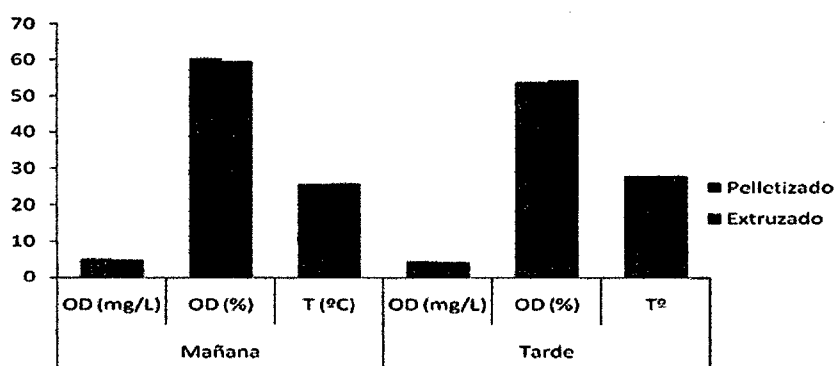


Figura 4. Valores de oxígeno disuelto (OD) y temperatura (T) en el agua de los peces.

V. DISCUSIÓN

5.1. Composición química del alimento, coeficiente digestible (CD), nutrientes digestibles (ND) y energía digestible (ED) del alimento pelletizado (AP) y extruzado (AE).

5.1.1. Coeficiente digestible (CD) y nutrientes digestibles (ND) del alimento pelletizado (AP) y extruzado (AE).

Los resultados obtenidos (Cuadro 3) de coeficiente digestible (CD) y nutrientes digestibles (ND) del alimento pelletizado (AP) y extruzado (AE) se observa que, existen diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el AP y AE.

Los valores de coeficiente digestible de la Proteína bruta (CD PB) del AP (89,89 % CD PB) y AE (86,00 % CD PB) , teniendo la mayor cantidad de proteína digestible el AP a diferencia del AE que nos muestra un valor inferior, esto es debido por el procesamiento del alimento, ya que en el peletizado se procesa a temperaturas inferiores a los 100 °C y tiempo es más corto, lo cual no altera sus nutrientes por efecto térmico y mecánico, en el caso de proceso de extrusión la temperatura puede llegar hasta 180 °C y el tiempo de pasaje por el cañón es más lento, esto posiblemente debe alterar la composición del los nutrientes, bajando su disponibilidad cuando pasan por el

tracto digestivo del animal va disminuir la digestibilidad, MCCracken (2002), indica que si bien es cierto que a una temperatura adecuada destruye una parte importante de los factores anti nutricionales pero si sus condiciones son excesivas en temperatura o tiempo, se corre el riesgo de afectar negativamente la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos.

Los valores del coeficiente digestible de energía bruta (CD EB) del AP (81.33 %) y AE (71.33 %), teniendo el mayor grado de digestibilidad el AP en comparación con el AE, BÓRQUEZ *et al.* (2002), menciona que nutricionalmente la peletización posibilita el aumento natural de la energía líquida de las dietas debido a la gelatinización de los carbohidratos, reduce el gasto energético en la aprehensión de los alimentos e incrementa considerablemente la digestibilidad del contenido proteico, energía y demás nutrientes de la ración.

De acuerdo a CHO y BUREAU (2001), la alta variabilidad que existe en la literatura con respecto a los CD se debe básicamente a diferencias en el método de colección de heces, errores experimentales (condiciones experimentales no óptimas, lixiviación, errores analíticos, cálculos erróneos, entre otras) diferencias en la manufacturación y composición química de los ingredientes (técnicas de procesos, daño por calor, etc.); y diferencias biológicas y ambientales (especie y temperatura del agua).

5.1.2. Energía digestible del alimento pelletizado (AP) y alimento extruzado (AE).

Los valores de energía digestible del AP y el AE (Cuadro 3), se observan que estadísticamente que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo existen diferencias en los valores encontrados para el AP (3 381,5 Kcal/Kg) y AE (3 053,5 Kcal/Kg), lo que se concuerda con HARDY (1992), nos indica que al momento de peletizar, el alimento pasa por un proceso de cocción, el cual favorece la disponibilidad de los nutrientes (almidones y proteínas), lográndose así, un mejor aprovechamiento en el tracto digestivo del animal.

Además a estas investigaciones se sumaron las investigaciones de WILSON Y POE (1985); que compararon la digestibilidad aparente de nutrientes para los alevines de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) alimentados con dietas de prueba de extruzado y pelletizado, en las cuales se obtuvieron pocas diferencias en la digestibilidad de la energía de los alimentos y también los valores obtenidos con el uso de dietas de prueba peletizadas, parecía ser más fiable en comparación a las dietas de prueba extruzado.

PILLAY (2002), nos indica que para el cultivo de truchas se estima que los peces en crecimiento deben de tener continuamente tasas mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/L la trucha en condiciones naturales puede vivir en aguas con temperaturas de entre 0° y 25° C, sin embargo, es necesario mencionar que en términos de cría artificial de trucha los límites de la

temperatura del agua en los cuales su crecimiento y desarrollo son los adecuados es entre los 9° y 17°C.

5.2. Condiciones ambientales y niveles de oxígeno disuelto (OD).

El nivel de OD nos indica que no hay diferencias significativas en la concentración de OD en las incubadoras donde se les suministró el alimento pelletizado (4,97 mg/L en la mañana y 4,25 mg/L en la tarde) y las incubadoras donde se suministró alimento extruzado (4,75 mg/L y 4,22 mg/L en la mañana y tarde), además de ellos estos valores se encuentran dentro de los tenores de OD tal como lo indica GUERRA (1996) que para los peces de agua caliente, se considera que una concentración de oxígeno disuelto menor a 4 mg/l es indeseable, aunque los peces soportan y existe supervivencia a menores concentraciones.

Los niveles de temperatura para las incubadoras que fueron suministradas con alimento pelletizado fue de 26, 81 °C y para las incubadoras que se les suministró el alimento extruzado fue de 26,92 °C, y esto valores se encuentran dentro de los valores deseables de temperatura tal como lo indica RODRÍGUEZ *et al.* (2001), quienes mencionan que pueden tolerar temporalmente temperaturas inferiores a 22° C o superiores a 34° C.

VI. CONCLUSIONES

- 1. Se determinaron los valores de digestibilidad aparente (CDa) del AP y AE, observando que los porcentajes de CD PB del AP fueron mayores con respecto al AE los cuales ss valores son menores, los valores de CD EB del AP fueron mayores con respecto al AE y los CD MS nos indican valores favorables para el AP a diferencia del AE respectivamente.**
- 2. Los valores de Energía Digestible (ED) del AP muestran valores superiores a diferencia de la que nos muestra el AE.**
- 3. Se determinaron los valores ambientales de temperatura de las incubadoras en la que se suministró el AP y AE y los tenores de oxígeno disuelto para las incubadoras que se suministraron AP y AE, nos indican que los valores se encuentran dentro de los rangos normales permisibles para así evitar que estos factores no infieran en los resultados del trabajo de investigación.**

VII. RECOMENDACIONES.

1. **Determinar los coeficientes de digestibilidad de cada ingrediente utilizado en formulación de las dietas.**
2. **Realizar trabajos similares de digestibilidad en otras especies amazónicas y por cada etapa de producción.**
3. **Centrifugar las heces una vez colectadas en su totalidad y así verter lo sobrenadante del tubo de ensayo, para evitar con ello contaminación con otros materiales.**

ABSTRACT

The experimental work was carried out in the laboratories of Fisheries and Animal Nutrition, Faculty of Animal Science at the Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), in Tingo Maria, Rupa Rupa district, province of Leoncio Prado, Huanuco. The experimental work was 18 days duration was conducted in December of 2009. The biological material consisted of 8 pacos (*Piaractus brachypomus*) from ponds of Animal Science Faculty of Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) with an average weight of 150 g and 18 a length of cm. Likewise, these cops were distributed in 8 incubators, which in turn were divided fishe into two different groups giving each group a different diet (extruded and pelleted), further monitoring was performed for temperature (°C) and dissolved oxygen (mg/L). The apparent digestibility coefficients were obtained in DM 76.50% for AT and 67.50% for AF, and TB were 89.89% for AP and 86.00 % for AE, GE were 81,33% for AP and 71,33% for AF, the digestible nutrients in DM obtained were 68,78% for AP and 62.01% for AF, and TB were 24,04 % for AP and 23,32% for AF and in relation to Energy digestible give us values for the AP 3 381,9 Kcal/kg and 3 053,5 for SA. In conclusion, the AP has a higher digestibility compared to AE as indicated by the results and with respect to the environmental conditions of temperature and dissolved oxygen in the water are with in normal ranges favorable.

Key words: pacos (*Piaractus brachypomus*) extruzado, pelleted, coefficient digestible digestible nutrients, digestible energy.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ABIMORAD, G. 2001. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia bruta dos principais alimentos utilizados em dietas comerciais para o crescimento do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). Jaboticabal,: Universidade Estadual Paulista, 2001. 52p. Monografia (Graduação em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista. [En línea]: (www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17853.pdf, artículo, 13 de diciembre del 2009).

ABIMORAD, E. y CARNEIRO, D. 2004. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887), Rev. Bras . Zootec., Viçosa. 33 (5): 1001-1009. [En línea]: (<http://www.scielo.br/documento>, 15 de diciembre del 2009).

ALLAN, G., PARKINSON, S., BOOT, M., STONE, D., ROWLAND, S., FRANCES, J. y WARNER- SMITH, R. 2000. Replacement of fish meal in diets for Australian siver perch, *Bidyanus bidyanus*: I Digestibility of alternative ingredients. Aquaculture. 186: 293 - 310p. [En línea]: (<http://cat.inist.fr>,seminario, 13 de julio 2009).

- ANDERSON, J., LALL P., ANDERSON 1M. y MCNIVEN A.1993. Evaluation of protein quality in fish meals by chemical and biological assays. *Aquaculture*. 115, 305-325. [En línea]: (www.uanl.mx/secciones/publicaciones/nutricion_acuicola/.../25garcia.pdf), documento, 12 de diciembre del 2009).
- ANGELINI, R. y PETRERE, R. 1992. Simulação da produção do « paco » *Piaractus mesopotamicus* em viveiros de piscicultura. *Bol Téc. CEPTA*, 5 (ÜNICO):41-45. [En línea]: (<http://www.scribd.com/doc/16550572/10Hidrobiologia2007>), documento, 23 de julio del 2009).
- ARNDT, R., HARDY R., SUGIURA S., y DONG, F.1999.Effects of heat treatment and substitution level on palatabilit and nutritional value of soy defaltted flour in feeds for chocho salmon, *oncorchynchus kisutch*.*Aquaculture*. 180: 129- 145 p. [En línea]: (<http://cat.inist.fr>), document, 13 de Julio del 2009).
- ARROYO, R. 1984. Curso de Estadística aplicada a la investigación: Diseños experimentales. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 160p. [En línea]: (http://www.regionucayali.gob.pe/ucayali_vende/index.php?view=article&catid=3%3Aacuicultura&id=17%3Aapaco&format=pdf&option=com_content&Itemid=16), 15 de julio del 2009).
- ASCÓN, G. 1987. Producción de Alevinos de “Gamitana” *Colossoma macropomum* y “Paco” *Piaractus Brachypomum*, Mediante el Empleo de dos Técnicas diferentes de Reproducción Inducida. INSTITUTO DE

INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA (IIAP). Tarapoto – Perú. 7p. [En línea]: (<http://www.riiaamazonia.org/PUBS/T15.pdf>, artículo, 12 de julio del 2009).

BÓRQUEZ, A., VALDEVENITO, I., DANTAGNAN, P. y BARILES, J. 2002. Rendimientos productivos de dietas extruidas y pelletizadas en cultivo intensivo de trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Revista de Investigación y Ciencias Tecnológicas, 4:50-55. [En línea]: (http://www.bvcooperacion.Pe:8080/biblioteca/bitstream/123456789/3952/5/BVCI0003904_5.pdf, 15 de julio del 2009).

BOSCOLO, R., HAYASHI C. y MEURER F. 2002. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.2, p.539-545. . [En línea]: (http://www.ferrazmaquinas.com.br/esp/residuos_tilapia_nilo.htm, artículo, 12 de diciembre del 2009).

BOYD, C. 1996. Manejo de suelos y de la calidad de agua en la Acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62p. [En línea]: (http://assets.panda.org/downloads/02_acuicultura.pdf, artículo, 10 de julio del 2009).

CARNEIRO, J. 1983. Níveis de proteína e energia na alimentacao do pacú *Colossoma mitrei*, Berg 1985. Disertacao de Mestrado. Jaboticabal, FCAV-UNESP, 56 p. [En línea]: (http://www.iiap.org.pe/Publicaciones/CD/documentos/Folia8_2.pdf, documento, 9 de julio del 2009).

- CHEFTEL, C. 1986. Nutritional effects of extrusion cooking. Food chemistry, 20: 263-283. (http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X1999000100017&script=sci_arttext, artículo, 15 de julio del 2009).
- CHO, C. y BUREAU, D. 2001. Digestibility of feedstuffs as a major factor in aquaculture waste management. *In*: KAUSHIK, S. J. LAQUET, P. (Eds.). Fish nutrition practice. Paris, INRA. 363-374 p.
- CHOUBERT, G. DE LA NOÛE J. y LUQUET, P. 1979. Continuous quantitative automatic collector for fish feces. The Progressive Fish-Culturist, 41: 64–67p. [En línea]: (<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB482S/AB482S08.htm>), libro, 13 de Julio del 2009).
- COWEY, B. 1978. Protein and amino acid requirements of fishes. Proc. Hamburg, EIFAC/78/Symposium.Hamburg,18-21/04/1978): R/6. 20 p. [En línea]: (http://www.iiap.org.pe/Publicaciones/CD/documentos/Folia8_2.pdf, artículo, 9 de julio del 2009).
- DA, SILVA B., VINATEA, E. y ALCÁNTARA, F. 1988. Manual de reproducción de peces Colossoma (Pacú y tambaquí) Tarapoto, San Martín, Perú. 1 – 24 p. [En línea]: (<http://www.riiaamazonia.org/PUBS/T15.pdf>, manual, 23 de julio del 2009).
- DIAZ, F. y LOPEZ, R. 1993. EL cultivo de la "Cachama blanca" (Piaractus brachypomus) y de la "cachama negra" (Colossoma macropomum). Fundamentos de Acuicultura Continental. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Bogotá, Colombia. 207-

219 p. [En línea]: (<http://www.siamazonia.org.pe/Archivos/Publicaciones/Amazonia/libros/47/texto01.htm>, artículos, 19 de julio del 2009).

GUERRA, H. 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta para la Amazonía peruana Iquitos – Perú. pp.10 – 20. [En línea]: (www.riiaamazonia.org/PUBS/T15.pdf^, 19 de diciembre del 2009)

GUILLAUME, J. 1991. Avances en Nutrición y Alimentación de salmonídeos, 1ª Jornada sobre Nutrición y Alimentación de peces. Mayo 22-23. Santiago-Chile: Universidad de Chile Fac. Cs. Vet. y Pec. [En línea]: (http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X1999000100017&script=sci_arttext, artículo, 15 de julio del 2009).

HARDY, R. 1992. Characteristics of the chilean salmonid feed industry. Sept. 7-10, 1992, Stgo. Chile V International Symposium on Fish Nutrition and Feeding. Fundación Chile. [En línea]: (www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X1999000100017&script=sci_arttext#HARDY1992, artículo, 13 de diciembre del 2009).

HARPER, J. 1981. Extrusion of foods. Fort Collins, Colorado: CRC Press. 1-6 p. [En línea]: ([http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X1999000100017 & script=sciarttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X1999000100017&script=sciarttext), artículo, 13 de julio del 2009).

HILTON, W., CHO, C. y SLINGER, J. 1981. Effect of extrusion processing and steam pelleting diets, on pellet durability, pellet water absorption and the physiological response of rainbow trout. *Aquaculture*, 25: 185-194p.[En

línea]: ([http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X199900_0100017](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X199900_0100017&script=sciarttext) & script=sciarttext, artículo, 13 de julio del 2009).

IBISCH, P. y MÉRIDA, G. 2003. Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación, Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 234p. [En línea]: (http://assets.panda.org/downloads/02_acuicultura.pdf, 14 de julio del 2009).

KHAN, S. 1994. Apparent digestibility coefficients for common in formulated diets for tropical catfish, *Mystus nemurus* (Cuvier & Valenciennes). Aquaculture and Fisheries Management, v.25, p.167-174 [En línea]: (<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17853.pdf>, 13 de diciembre del 2009).

KEARNS, P. 1990. Extrusión de alimentos balanceados. Memorias del seminario. Asociación Americana de Soya. Guadalajara, Jalisco, 6 de Diciembre 1990. México. 73-74 p. [En línea]: (13 de julio del 2009).

LÓPEZ, J. Nutrición Acuícola. 1997. Universidad de Mariño, Facultad de Ciencias Pecuarias. Colombia. Editorial Universitaria. 211 pp.

MCCRACKEN, J. 2002. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. In Poultry Feedstuffs, Supply, composition and nutritive value. Poultry Science Symposium Series Volume 26. Edited by J.M McNab y K.N. Boorman. CABI Publishing. pag. 301- 315. [En línea]: (<http://www.docstoc.com/docs/21076445/FORMULACI%C3%93N-DE->

DIETAS-CON-AMINO-ACIDOS-DIGESTIBLES-%281%29-%E2%80%9CMATERIAS, documento, 19 de febrero del 2010).

MATTERSON, L., POTTER L., SINGER E. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. University Connecticut, Report. 7:3 – 11.

MOYANO, J. 2006. Bioquímica digestiva en especies acuicultivadas. Aplicación en nutrición. Dpto Biología Aplicada. Esc. Politécnica Sup. Univ. Almería 04120. Almería- España. [En línea]: (<http://w3.dsi.uanl.mx>., 17 de julio del 2009).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1981. Nutrient requirements of coldwater fishes. Washington D.C. National Academy Press. 30-32 p. [En línea]: (<http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X1999000100017&script=sciarttext>, 13 de Julio del 2009).

PILLAY, V. 2002. Acuicultura principios y prácticas. Editorial Limusa. México-D.F. 699p. [En línea]: (<http://www.uwsp.edu/CNR/GEM/Manual%20Basico%20para%20el%20cultivo%20de%20trucha%20arcO%20iris-1.pdf>, documento, 11 de marzo del 2010).

RODRÍGUEZ, H., DAZA, P. y CARRILLO, M. 2001. Fundamentos de acuicultura continental, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Cap. II La calidad del agua y la productividad de un estanque en acuicultura. Rodríguez, H. Anzola, E. Santa Fe de Bogotá. 43-73 p. [En línea]: (http://www.fontagro.org/Projects/01_04_Acuicultura/III_INFOTEC/ensayo_de_campo_cachamas.pdf, libro, 14 de diciembre del 2009)

- SALLUM, B. 2000. Óxido crômico III como indicador externo em ensaios metabólicos para o matrinhã (*Bricon cephalus*, Gunther 1869) (Teleostei, Characidae). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras. [En línea]: (<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17853.pdf>, documento, 13 de diciembre del 2009).
- SANZ, F. 2009. La nutrición y alimentación en piscicultura. Fundación Observatorio Español de Acuicultura Consejo Superior de Investigaciones Científicas Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid- España. 803p.
- SILVA, J. 1985. Regime alimentar do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895) no Pantanal de Mato Grosso em relação à flutuação do nível da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12, Campinas. Anais... Campinas. 179 p. [En línea]: (http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/901190.html), artículo, 12 de marzo del 2010).
- SIBBALD, R. 1975. The effect of level feed intake on metabolizable energy values measured with rooster. *Poultry Aci.* 54: 1990 – 1997.
- STAFFORD, A., TACON, G. 1985. The nutritional evaluation of dried earthworm meal (*Eisenia foetida*, Savigny, 1828) included at low levels in production diets for rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture Fisheries Management.*; 16: 213-222 p. [En línea]: (http://www.bvcooperacion.pe:8080/biblioteca/bitstream/123456789/3952/5/BVCI0003904_5.pdf, artículo, 19 de julio del 2009).

- STEEL, R. y ASCONA, O. 1985. BIOESTADÍSTICA: principios y procedimientos. 2 ed. Bogotá. Mc Graw- hill. 622p.
- USECHE, M. 2000. El cultivo de la cachama, manejo y producción. Primer taller Piscícola. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). Colombia. 34p. [En línea]: (<http://www.bvcooperacion.pe:8080/biblioteca/bitstream/123456789/3952/5/BVCI00039045.pdf>, documento, 17 de julio del 2009).
- WEDEMEYER, A. 2001. Fish Hatchery Management. Second Edition. American Fisheries Society, Whashington. 733 pp [En línea]: (www.biblioteca.uct.cl/tesis/tesis-de-grado-carlos-alberto-hettich.pdf, documento, 11 de diciembre del 2009).
- WILSON, P. 1977. Energy relationships in catfish diets. In: Nutrition and Feeding of Channel Catfish. Southern Cooperative Series. Bulletin 218:21- 25. [En línea]: (www.pisciculturah.blogspot.com/2008/10/nutricin-de-los-peces.html, artículo, 12 de diciembre del 2009).
- WILSON, P. y POE, E. 1985. Apparent digestibility protein and energy coefficients of common feed ingredients for Channel Catfish. The Progressive Fish Culturist, v.47, n.3, p.155-158. [En línea]: (www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17853.pdf, 15 de diciembre del 2009).

ANEXO

Anexo 1. Determinación del coeficiente de digestibilidad (CD) de Energía Bruta (EB) y Energía Digestible (ED).

Muestra	EB alimento al 100% MS	consumo de alimento	EB consumida al 100%	EB AL 100% HECES	peso heces (gr)	EB de heces por excreta	CD (%)	ED (Kcal/Kg)
AP	4665.921	14.840	69242.275	3903.871	3.120	12180.076	82.409	3845.162
AP	4617.173	14.120	65194.479	4042.621	3.250	13138.517	79.847	3686.683
AP	5099.789	13.480	68745.151	3651.382	3.480	12706.808	81.516	4157.147
AE	4864.163	14.060	68390.130	4092.873	4.130	16903.564	75.284	3661.918
AE	4835.206	13.360	64598.349	3922.383	4.300	16866.247	73.891	3572.762
AE	4818.975	13.210	63658.653	3975.930	4.680	18607.354	70.770	3410.394

AP= Alimento pelletizado
AE= Alimento extruzado

Anexo 2. Determinación del Coeficiente de digestibilidad (CD) de la proteína Bruta (PB).

Muestra	PB del alimento	consumo de alimento	PB consumida	PB heces	peso heces (gr)	PB heces por excreta	CD	% PD	ND
AP1	29,82	14,84	442,51	12,94	3,12	40,37	0,91	90,88	27,10
AP2	29,82	14,12	421,04	13,43	3,25	43,65	0,90	89,63	26,73
AP3	29,82	13,48	401,96	13,43	3,48	46,74	0,88	88,37	26,35
AE1	29,52	14,06	415,10	12,70	4,13	52,45	0,87	87,37	25,79
AE2	29,52	13,36	394,43	12,70	4,30	54,60	0,86	86,16	25,44
AE3	29,52	13,21	390,00	12,70	4,68	59,43	0,85	84,76	25,02

Anexo 3. Análisis de varianza (ANVA) del Coeficiente digestible de proteína bruta (CD PB).

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0,00201667	0,00201667	12.10	0.0254
Error	4	0,00066667	0,00016667		
Total correcto	5	0,0026833			

Anexo 4. Análisis de varianza (ANVA) del nutriente digestible de PB

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	2,57415000	2, 57415000	17,80	0,0135
Error	4	0,57853333	0,14463333		
Total correcto	5	3,15268333			

Anexo 5. Análisis de varianza (ANVA) del coeficiente digestible de la materia seca (CD MS).

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0,00810000	0,00810000	32,40	0,0295
Error	2	0,00050000	0,00025000		
Total correcto	3	0,00860000			

Anexo 6. Análisis de varianza (ANVA) del nutriente digestible de MS.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	46,78560000	46,78560000	40,33	0,0239
Error	2	2,32000000	1,16000000		
Total correcto	3	49,10560000			

Anexo 7. Análisis de varianza (ANVA) del coeficiente digestible de la energía bruta (CD EB).

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0,00960000	0,00960000	33,88	0,0043
Error	4	000113333	0,00028333		
Total correcto	5	0,01073333			

Anexo 8. Análisis de varianza (ANVA) de la energía digestible (ED).

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	181628.1611	181628.1611	4.94	0.0904
Error	4	147125.5183	36781.3796		
Total correcto	5	328753.6793			