

<sup>a</sup> MÉDICO  
VETERINARIO Y  
ZOOTECNISTA  
<sup>b</sup> DOCENTE DE LA  
ESCUELA PROFESIONAL  
DE MEDICINA  
VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA  
<sup>c</sup> FACULTAD DE  
MEDICINA  
VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA  
<sup>d</sup> UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL  
ALTIPLANO PUNO –  
PERÚ

Artículo recibido:  
28 de Marzo del 2013  
Aceptado para publicación:  
7 de Noviembre del 2013

## ARTICULO ORIGINAL

Rev. Investig. Altoandin. 2013; Vol 15 Nro 2: 275 - 284

*Julio - Diciembre*

# “VALORACIÓN ENERGÉTICA DE NUEVOS ALIMENTOS PARA TRUCHAS ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)”

Marcelino Jorge Aranibar Aranibar <sup>a b c d</sup>  
Enrique Calmet Uria <sup>a b c d</sup>  
Roque Huanca Bernardo <sup>a b c d</sup>

## RESUMEN

La investigación consistió en determinar el contenido de energía digestible (ED) de materias primas noveles (MPN) en truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Se consideró una dieta base con harina de pescado y 10 dietas experimentales que incluyeron 70% de la dieta base y 30% de las materias primas noveles vegetales (harinas de quinua, cañihua, kiwicha, tarwi, trigo, sacha inchi y nuez de Brasil) y el subproducto animal (harina de pota). La energía digestible fue determinada mediante experimentos de digestibilidad convencional con el método indirecto, utilizando cenizas insolubles en ácido como marcador indigestible (Hyflo Super Cel<sup>®</sup>). En la prueba de digestibilidad se utilizaron 180 truchas juveniles de 93 g de peso vivo y 20 cm de longitud total. Las truchas fueron distribuidas al azar en 9 tanques de 500 L de capacidad. Para la prueba de digestibilidad de las materias primas noveles se consideraron periodos de 14 días (7 de acostumbramiento y 7 de colección de heces) y en cada periodo se determinó la digestibilidad de 3 dietas con 3 repeticiones cada una. El contenido energético de los alimentos y las fecas colectadas fue determinado con un Calorímetro de bomba

Parr Instruments 1341<sup>®</sup>. La energía digestible fue calculada mediante una ecuación que involucra las energías del alimento y las heces y las proporciones de la dieta base y las materias primas noveles. Los resultados fueron analizados utilizando la estadística descriptiva, un análisis de varianza y la prueba de Tukey para comparar las medias de las energías digestibles de las materias primas noveles. La harina de pota, la harina de lupino y la harina de sacha inchi tuvieron mayor contenido de energía digestible (4,515; 4,279 y 3,992 cal/g; respectivamente), en relación a las otras materias primas. En conclusión, podemos afirmar que la energía digestible de la harina de pota, la harina de sacha inchi y la harina de lupino fueron mayores que las de los otros alimentos estudiados.

*Palabras clave:* digestibilidad, alimentos, energía digestible, truchas.

## DIGESTIBLE ENERGY OF NOVEL FEEDSTUFFS IN RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*)

### ABSTRACT

A trial was conducted to study the digestible energy value of novel feedstuffs in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). A basal diet was considered with fish meal and 10 experimental diets that included 70% of basal diet and 30% of value of novel feedstuffs in meal presentation (quinoa, cañihua, amaranth, lupine, wheat, sacha inchi and Brazil nut) and an animal by-product (pota meal). The digestible energy was determined by conventional digestibility experiments with the indirect method, using acid insoluble ash as an indigestible marker (Hyflo Super Cel<sup>®</sup>). The digestible energy was determined in 180 rainbow trout with 93 g of body weight and 20 cm in total length. The fishes were randomly distributed into 9 tanks of 500 L of capacity. For then were considered two periods of 14 days (7 days pre-experimental time and 7 days of fecal collection time) and each period of digestible energy from 3 diets were determined with 3 replicates each diet. The energy content of feedstuffs and feces collected were determined with a calorimeter Parr Instruments 1341<sup>®</sup>. The digestible energy of feedstuffs was calculated by an equation involving the energy of feed and feces and the proportions of the basal diet (70%) and value of novel feedstuffs (30%). The results were analyzed using descriptive statistics, analysis of variance and Tukey test for comparing the means of the digestible energy from value of novel feedstuffs. The digestible energy content was greater in pota meal, lupine meal and sacha inchi meal (4,515, 4,279 and 3,992 cal/g, respectively), compare to other feedstuffs. It is concluded, that energy digestible presented in pota meal, sacha inchi meal and lupine meal were greater than other feedstuffs studied.

**Key words:** digestibility, feedstuffs, digestible energy, rainbow trout.

### INTRODUCCIÓN

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*) es una fuente de proteína de alto valor biológico, con un bajo contenido de colesterol, que ha ingresado en el hábito alimenticio de la población. La producción de truchas es una actividad creciente en nuestro país que se desarrolla fundamentalmente en zonas alejadas del litoral marítimo y de centros poblados, en un sistema semi-intensivo en ambientes naturales o estanques, generando ingresos para los productores, así como el intercambio de bienes y servicios.

En las explotaciones intensivas de truchas la alimentación representa el costo más alto de la producción (75%) y las raciones incluyen materias primas altamente proteicas por la naturaleza carnívora de las truchas. El alto costo de los alimentos concentrados y el traslado desde la costa, crean dependencia, situación que limita el desarrollo de la truchicultura en la región. Este hecho, impulsa la búsqueda de materias primas alternativas para la formulación y elaboración de raciones para truchas.

Aun cuando el crecimiento de la industria de alimentos se encuentra en uno de sus mejores momentos, el fantasma del abastecimiento de materias primas se está dejando sentir. Conscientes de esta situación los fabricantes de alimentos están desarrollando estrategias para optimizar el uso de los recursos y buscar otras alternativas más estables en el tiempo (Aquanoticias, 2001).

Uno de los puntos claves en la acuicultura es determinar cuál es la mínima cantidad de alimento requerido, y al precio más bajo para producir la mayor cantidad de peces con tamaño comercial y en el menor tiempo posible. Para conseguirlo, se deben realizar estudios en los procesos fisiológicos de los peces para transformar el alimento, proporcionando con ello, los nutrientes y energía necesarios para mantener la actividad, crecer y reproducirse.

La búsqueda de nuevas materias primas es un desafío que apunta a minimizar el impacto que generan las fluctuaciones en la disponibilidad de recursos marinos. Se espera que a futuro sea cada vez más común que las dietas contengan proteínas y aceites provenientes de vegetales.

La hidrólisis simplifica las moléculas complejas, mejora la calidad de los alimentos y el valor nutritivo de las proteínas (Draper, 1944), y aumenta la disponibilidad de aminoácidos. Las proteínas hidrolizadas tendrían mejor aceptación y digestión, mayor disponibilidad de proteína y energía (Rizwan *et al.*, 2000), y se podrían incorporar como alimentos no convencionales en la alimentación de peces.

La digestibilidad, después del consumo, es el segundo factor de interés en la nutrición, puesto que define el aporte de nutrientes y la energía disponible del alimento para el animal (NRC, 1993). La energía disponible de los alimentos para peces se puede expresar sobre la base de energía digestible y energía metabolizable.

La disponibilidad de materias primas locales en la alimentación de truchas es de gran utilidad para beneficiar a los pequeños productores,

debido a su menor costo y a su efectividad en la producción. Sin embargo, para la formulación de dietas, requerimos conocer los valores energéticos de cada materia prima. Con estos antecedentes se determinó la Energía Digestible de materias primas noveles vegetales (harinas de quinua, cañihua, kiwicha, tarwi, trigo, sachá inchi y nuez de Brasil) y un subproducto de origen animal (harina de pota) en truchas arco iris juveniles.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en la sala de digestibilidad de truchas, en la planta de alimentos Balanceados de Arapa SAC y en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Las muestras de alimentos noveles fueron adquiridas de distintas instituciones que producen y comercializan estas materias primas. La quinua, cañihua y tarwi orgánico fueron producidos por la Asociación Ticaraya (AGD, Puno), mientras que la kiwicha, el trigo y el frijol caballero orgánico fue producidos en Cotahuasi (APCO, Arequipa). La nuez provino de Madre de Dios y el sachá inchi de Cuzco.

Tabla 1. Distribución de las materias primas utilizadas en el experimento.

n	Materias primas noveles	n	Materias primas convencionales
1	Quinua entera	1	Harina de pescado
2	Cañihua entera	2	Aceite de pescado
3	Lupino (Tarwi)	3	Soya integral extruida
4	Torta de Nuez	4	Maíz amarillo
5	Kiwicha entera	5	Harinilla de trigo
6	Trigo entero		
7	Harina de Pota		
8	Sachá inchi		

### Valor energético de las materias primas noveles

Los alimentos fueron molidos hasta harina y la Energía Bruta (EB) fue analizada por triplicado

con el método directo. Para determinar el valor energético de las materias primas noveles, se tomó una sub-muestra al azar de 1 kg desde una muestra de 100 kg de cada materia prima. En la determinación de la EB se utilizó 1 g de mues-

tra comprimida (pellet) y el contenido de energía fue reportado en cal/g por el calorímetro de bomba Parr Model 6772®.

## Digestibilidad

Se utilizaron 180 truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) seleccionadas desde una población homogénea de crianza de la zona llamada Barco de Chucuito. Al inicio del experimento se controló el peso vivo (Balanza Kern®, Alemania), longitud total (Ictiómetro) y con estos resultados se determinó el índice de condición corporal. Durante la biometría las truchas fueron anestesiadas con Tricaine®.

El experimento consistió en la colocación de los peces en nueve tanques circulares de cultivo con suministro permanente de agua (sistema de recirculación cerrado); cada tanque tuvo una capacidad de 500 L, con una tasa de flujo de agua tangencial al tanque, de tal manera que el agua fue impulsada hacia el centro del tanque, creando un flujo rotacional desde la superficie hacia el fondo, a fin de que los materiales sólidos sean desplazados al centro del fondo provisto de un desfogue de salida.

El sistema de recirculación de agua cerrado estuvo equipado con dos hidro-bombas (DAB®, Italia). La primera de 1 HP impulsaba el agua a los 9 tanques de digestibilidad y retornaba por gravedad al tanque colector-1. La segunda de 0.5 HP recibía el agua del colector-1 y 2 y la impulsaba hacia el filtro de grava (STF Filtre System Leri Model 002737), pasando por el filtro de carbón activado, el filtro biológico y el tanque colector 3 y finalmente de allí el agua pasaba al tanque distribuidor, siendo después succionada por la bomba 1 pasando por el filtro UV (X-Ray UV Light Boyo®, China) y finalmente distribuida en los 9 tanques.

Cada tanque estuvo provisto de una unidad de sedimentación para la colección fecal de muestras, con un dispositivo de flujo de agua y sólidos

(dren) de 10 cm de diámetro y un volumen de 7 L para reducir la tasa de flujo, de manera que se tuvo una gradual sedimentación de partículas y la obtención de la materia fecal por el dispositivo de escape.

Los tanques fueron cubiertos con malla rachell para evitar que las truchas puedan salir de los tanques. Asimismo, cada tanque recibió aire proveniente de un compresor de calibre (capacidad de 70 L/min).

Las heces se colectaron por las mañanas, antes del suministro de alimento, directamente del tubo de sedimentación incluyendo 5 cm de agua por encima de las heces. La digestibilidad aparente del insumo en prueba se determinó por el método de colección total de heces, en tanques de digestibilidad. La alimentación se realizó desde 9 am a 14 pm. Las heces se acumulaban en las botellas colectoras desde las 3 pm hasta las 8 am. Las muestras de heces fueron colectadas entre las 8-9 am de cada día, luego fueron trasladadas en cajas de tecnopor hasta el laboratorio. Las excretas fueron conservadas en botes plásticos y bajo congelación hasta su análisis a -15 grados (congeladora Nuaire – 86° C Ultralow Freezer y Thermo Electron Corporation ULT Freezer) y antes de sus análisis fueron secadas al vacío en una estufa VWR Scientific Products (USA). Al final del ensayo, cada serie de muestras, tanto de alimento como de heces fueron molidas y analizadas considerando los métodos oficiales (AOAC, 2011).

La energía digestible del ingrediente de la mezcla, fueron calculados de acuerdo a la fórmula indicada por Forster (1999), la cual toma en cuenta la proporción de los nutrientes aportados por la materia prima o ingrediente presente en la dieta de referencia (70 % dieta base + 30% materia prima en estudio).

$$CDA_{\text{ingrediente}} = [(a + b) CDA_{\text{dieta estudio}} - (a) CDA_{\text{dieta base}}] / b$$

Donde (a) es la proporción de nutriente (energía) del ingrediente en la dieta de referencia, multiplicado por 70% y (b) es la proporción de nutriente del ingrediente en estudio multiplicado por 30%.

Se adiciono el Premix Acuicultura DSM como pre-mezcla de vitaminas y minerales en una proporción de 3 kg por tonelada de alimento. Cada kg de alimento elaborado contenía: Vit A, 14000 UI; Vit D3, 2800 UI; Vit E, 140 UI; K3, 0.008 g; B1, 0.018 g; B2, 0.02 g; Niacina, 0.15 g; Ac pantoténico, 0.05 g; B6, 0.015 g; Biotina, 0.0008 g; Ac fólico, 0.004 g; Ac ascórbico, 0.6 g; B12, 0.00003 g; Cloruro colina, 0.6 g; Mn, 0.04 g; Fe, 0.02 g; Zn, 0.02 g; Cu, 0.0015 g; I, 0.0015 g; Se, 0.0003 g; Co, 0.00015 g; BHT, 0.12 g.

### Análisis estadístico

Los datos de la energía digestible se analizaron mediante el programa SAS (2002). Cuando el análisis de varianza resulto significativo se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias, a una significancia de  $P < 0.05$ .

Tabla 2. Peso y longitud de las truchas experimentales al inicio de la prueba de digestibilidad.

Tanque	1	2	3	4	5	6	7	8	9	EEM (n=20)	P
Peso vivo, g	95.3	96.7	90.0	88.3	90.2	95.7	92.3	96.0	89.1	3.26	0.412
Longitud total, cm	20.8	20.1	19.9	20.7	20.1	19.6	20.3	19.7	19.7	0.34	0.145
Índice de Condición Corporal	1.07 <sup>c</sup>	1.21 <sup>ab</sup>	1.14 <sup>b</sup>	1.04 <sup>c</sup>	1.10 <sup>bc</sup>	1.30 <sup>a</sup>	1.12 <sup>bc</sup>	1.17 <sup>bc</sup>	1.17 <sup>bc</sup>	0.05	0.008

EEM = error estándar de la media (20 observaciones por media).

P = probabilidad.

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) a la prueba de Tukey de SAS.

### Energía Bruta

Los resultados de la composición energética de

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Peces

Al inicio del experimento se controló el peso vivo y la longitud de las truchas juveniles, los resultados se observan en la tabla 2.

Las truchas juveniles tuvieron en promedio 92.6 g de peso vivo y 20.2 cm de largo total, ambas variables analizadas no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Mientras que el índice de condición corporal fue diferente ( $P < 0.008$ ), siendo mayor para el tanque 6 (1.30) y menor para el tanque 4 (1.04). Sin embargo, la distribución al azar de las truchas puede considerarse aceptable dado que en todos los tanques la condición corporal fue superior a 1.

las materias primas utilizadas en la investigación se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Composición energética de las materias primas (como alimento).

n	Materias primas noveles	Energía Bruta, kcal/kg
1	Quinoa entera	4,064 <sup>g</sup>
2	Cañihua entera	4,172 <sup>f</sup>
3	Lupino (Tarwi)	5,008 <sup>a</sup>
4	Torta de Nuez	4,248 <sup>e</sup>
5	Kiwicha entera	4,193 <sup>f</sup>
7	Trigo entero	3,988 <sup>h</sup>
8	Harina de Pota	4,595 <sup>c</sup>
9	Sacha inchi	4,890 <sup>b</sup>
10	Harina de pescado	4,409 <sup>d</sup>
	EEM (n=3)	13.90
	Probabilidad	0.001

EEM = error estándar de la media (3 observaciones por media).

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren

significativamente ( $P < 0.05$ ) a la prueba de LS Means de SAS.

El lupino presento el mayor valor de energía bruta (5,008 kcal/kg). Por su parte, la quinua (4,064 kcal/kg), la cañihua (4,172 kcal/kg) y la kiwicha (4,193 kcal/kg) presentaron valores inferiores, propios de estos granos.

### Dietas

La composición energética de las dietas se observa en la tabla 4. El mayor contenido de

EB fue para las dietas base, lupino, y sachá inchi (5005, 4962, 5009 Kcal/Kg, respectivamente), seguido de la pota (4758 Kcal/Kg), estos valores reflejan el contenido de energía bruta que hubo en las materias primas. Mientras que las dietas que presentaron el menor contenido de EB fueron la quinua, frijol, y trigo (4635, 4650, 4586 Kcal/Kg, respectivamente).

Tabla 4. Composición centesimal y contenido de energía bruta de las dietas experimentales (Format Internacional, 2007).

Materia prima/nutrientes	Dietas experimentales							EEM (n=3)	Proba bilidad	
	Base	Quinua	Cañihu a	Lupino	Nuez	Kiwich a	Trigo			Pota
Harina de pescado	44.00									
Quinua entera		30.00								
Cañihua entera			30.00							
Lupino (Tarwi)				30.00						
Torra de Nuez					30.00					
Kiwicha entera						30.00				
Trigo entero							30.00			
Harina de pora								30.00		
Harina de Sacha inchi									30.00	
Soya integral extruida	24.40									
Harina maíz	8.00									
Harinilla trigo	14.00									
Aceite pescado	8.00									
Sal común	0.30									
Marcador(Hyflo Super Cel®)	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
Premezcla (vit + min)	0.30	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	
Dieta base		70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	
Total	100.00	100.39	100.39	100.39	100.39	100.39	100.39	100.39	100.39	
	0							9		
Nutrientes determinados:										
Materia Seca, %	91.6	89.5	89.9	91.6	92.3	92.7	92.4	89.7	92.4	0.078
Energía bruta, kcal/kg	5,005 <sup>a</sup>	4,635 <sup>c</sup>	4,725 <sup>bc</sup>	4,962 <sup>a</sup>	4,732 <sup>bc</sup>	4,749 <sup>bc</sup>	4,586 <sup>c</sup>	4,758 <sup>b</sup>	5,009 <sup>a</sup>	0.001

EEM = error estándar de la media (3 observaciones por media).

Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente (P<0.05) a la prueba de LSMean de SAS.

## Digestibilidad

Durante la prueba de digestibilidad realizamos algunas observaciones relacionadas con la palatabilidad de las materias primas noveles. Por ejemplo la quinua tuvo un consumo de 3 de una escala de 1 a 5, la cañihua presento un consumo

de 4, tuvo un consumo de 2, la nuez de Brasil fue consumida a una escala de 5. Kiwicha tuvo un consumo de 3, el trigo consumo 4 a 4.5, la pota harina fue consumo 4 a 4.5 sin inconvenientes. La harina de sacha inchi de exportación, sin alcaloides (extruida comercialmente) tuvo un consumo 4.

Tabla 5. Energía digestible de las dietas experimentales en truchas juveniles.

n	Dietas experimentales	Energía Digestible, Kcal/kg
1	Base (100%)	3,765 <sup>b</sup>
2	Base (70%) + Quinoa (30%)	3,380 <sup>c</sup>
3	Base (70%) + Cañihua (30%)	3,238 <sup>cd</sup>
4	Base (70%) + Tarwi (30%)	4,273 <sup>a</sup>
5	Base (70%) + Nuez (30%)	3,511 <sup>bc</sup>
6	Base (70%) + Kiwicha (30%)	3,317 <sup>c</sup>
7	Base (70%) + Trigo (30%)	2,955 <sup>e</sup>
8	Base (70%) + Pota (30%)	4,172 <sup>a</sup>
9	Base (70%) + Sacha inchi (30%)	4,107 <sup>a</sup>
	EEM (n=3)	55.48
	Probabilidad	0.001

EEM = error estándar de la media (3 observaciones por media).

Medias con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) a la prueba de Tukey de SAS.

La dieta 8 y 9 que incluyen pota y sacha inchi fueron las que tuvieron la más alta energía digestible comparado a las 7 dietas restantes. Esto se debió fundamentalmente al contenido de energía sustentado en el mayor nivel de proteína y grasa que llevaban estas dietas.

Después de realizar los cálculos de la determinación de energía digestible de las materias primas, los resultados se aprecian en la tabla 6.

Tabla 6. Energía digestible de las materias primas orgánicas en truchas juveniles.

n	Dietas experimentales	Energía Digestible, Kcal/kg
1	Harina de quinua	2,865 <sup>cd</sup>
2	Harina de cañihua	2,167 <sup>def</sup>
3	Harina de tarwi (lupino)	4,279 <sup>a</sup>
4	Harina de Nuez de Brasil	3,291 <sup>bc</sup>
5	Harina de kiwicha	2,529 <sup>cde</sup>
6	Harina de frijol caballero	1,879 <sup>ef</sup>
7	Harina de trigo	1,585 <sup>f</sup>
8	Harina de pota	4,515 <sup>a</sup>
9	Harina de Sacha inchi	3,992 <sup>ab</sup>
EEM (n=3)		175.74
Probabilidad		0.001

EEM = error estándar de la media (3 observaciones por media).  
Medias con letras diferentes en la misma columna difieren significativamente (P<0.05) a la prueba de Tukey de SAS.

Tanto la harina de pota como la harina de sachá inchi tuvieron mayor contenido de Energía digestible (4,515 y 3,992 cal/g), con respecto a las otras materias primas orgánicas.

La harina de lupino fue otra materia prima que resalto en la prueba de digestibilidad del (4,279 cal/g). Sin embargo, su palatabilidad fue baja por la presencia de alcaloides que no fueron destruidos por el proceso de extrusión.

La NRC (1993) indica que la energía digestible la harina de pescado es de 4,570 Kcal/Kg siendo esta una de las fuentes proteicas más importantes en el uso de la alimentación en peces, mostrándose similar a la harina de pota (4,515 Kcal/Kg), mientras que para la harina de lombriz Isea *et al.* (2007) indica una energía digestible para esta harina de 4,100 Kcal/Kg siendo este dato superior a la harina de nuez e Brasil y sachá inchi (3,291 y 3,992 Kcal/Kg, respectivamente), pero similares a la harina de tarwi (4,279 Kcal/Kg).

Contrastando nuestros resultados con los indicados por la NRC (1993). Se observa que la energía digestible de la harina de trigo es una de

las que menor energía mostro con 1,585 Kcal/Kg se muestra superior a la harina de alfalfa (0,56 Kcal) y afrecho de trigo (0,57 Kcal/Kg), pero no a la harina de maíz (2,52 Kcal/Kg), pasta de algodón (2,69 Kcal/Kg), pero se muestra similar a la harina de trigo (1,81 Kcal/Kg) pero muy inferiores a la harina de subproductos de pollería (3,72 Kcal/Kg), pero inferiores a la harina de pescado (4,57 Kcal/Kg) y harina de soja integral (4,23 Kcal/Kg), Cho (1991) indica una energía digestible de 3,750 Kcal/Kg, para la harina de plumas mostrándose está a la harina de sachá inchi. Rodríguez (2010) determino una energía digestible de 3,300 Kcal/Kg para la harina de cueros de ovino y alpaca (Pioval-2) mostrándose esta similar a la harina de nuez de Brasil, como el caso de la harina de plumas ambas son subproductos de matadero.

Los resultados de la prueba de digestibilidad de las materias primas orgánicas estuvieron dentro de lo esperado. Una materia prima que presento una digestibilidad aceptable fue la harina de lupino. Lo cual fue respaldado por los resultados alcanzados en la *Sparusa urata* (Robaina *et al.*, 1997).

## CONCLUSIONES

La harina de papa y la harina de sacha inchi tuvieron mayor contenido de energía digestible, con respecto a las otras materias primas orgánicas. La harina de lupino es otra materia prima que resalta en el contenido de energía digestible. Sin embargo, su baja palatabilidad, por la presencia de alcaloides disminuye su rango de utilización en la alimentación de truchas.

## REFERENCIAS

- AOAC, 2011. Official methods of analysis of AOAC International. 18th Ed. Gaithersburg, MD. EUA.
- Aquanoticias, 2001. Mercado nacional de alimento para peces: Un gigante con pies firmes. 13 (62):6-15.
- Cho C.Y., y S.J. Kaushik, 1991. Nutritional energetics in fish: Energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). World Review of Nutrition and Dietetics vol. 61: 132-172.
- Draper C.I., 1944. The nutritive value of corn oil meal and feather proteins. Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 326, Iowa State, Collegue, Ames, IA.
- Format International-UK, 2007. MINIMIX: Least Cost Programming Linear. United Kingdom.
- Forster I., 1999. A note on the method of calculating digestibility coefficients of nutrient provided by single ingredients to feeds of aquatic animals. Aquaculture Nutrition 5:143-145.
- Isea F., C. Ble, A.L. Medina, P. Aguirre, G. Bianchi y S. Kaushik, 2007. Estudio de digestibilidad aparente de la harina de lombriz (*Eisenia andrei*) en la alimentación de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) Universidad de los Andes.
- National Research Council (NRC), 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press. Washington, D.C. EUA.
- Rizwan M., M. Akhtar, S.K. Munawar, y M.A. Sial, 2000. Relationship Between Quality of Animal Protein Sources and their Gross and True Metabolizable Energy in Cockerels. Int. J. Agri. Biol. 2 (4): 316-317.
- Robaina L., Izquierdo M., Moyano F., Socorro J., Vergara D., Montero D., and Fernández P., 1997. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implications. Aquaculture 130: 219-233.
- Rodríguez F.H., 2010. Determinación del contenido de energía digestible de hidrolizados de pieles de ovinos y alpacas (PIOVAL-2) en truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis de pregrado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano Puno - Perú.
- SAS-Statistical Analysis Systems, 2002. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute. Cary, North Carolina. USA.