

Utilización de proteína no convencional en dietas para iniciador de trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss*

Nonconventional protein use in diets for initiator of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*.

Bastardo, H¹; Medina, A² y Bianchi, G²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Venezuela). Email: hbastardo@inia.gob.ve

² Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Lab FIRP, Universidad de los Andes (ULA), Venezuela. Grupo Ecología y Nutrición.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue formular y evaluar una dieta iniciadora para trucha arco iris por sustitución parcial de la harina de pescado por harina de lombriz. Las dietas experimentales, DE1 y DE2, contenían 25% y 50% de harina de lombriz, respectivamente, en sustitución de harina de pescado. En las truchas alimentadas con la DE1 se observó un crecimiento similar a la dieta control la cual contenía 100% de harina de pescado como fuente de proteína animal, entre ellas no se encontraron diferencias significativas, mientras que el crecimiento de las truchas que consumieron la DE2 fue significativamente más bajo ($p < 0,05$). La supervivencia fue similar con todas las dietas utilizadas, siendo superior al 90%. Estos resultados indican que la harina de lombriz puede sustituir en un 25% a la harina de pescado, cuando se utiliza en las primeras etapas de desarrollo de este salmónido.

Abstract

The objective of this investigation was to formulate and evaluate to diet initiator partial for rainbow trout by substitution of the fish flour by earthworm flour. Experimental diets, DE1 and DE2, contained 25% and 50% of earthworm flour, respectively, in fish flour substitution. The trout fed with the DE1 a growth similar was observed to fed with the diet the control, which contained 100% of flour of fish like protein source animal. Whereas the growth of the trout that consumed the DE2 was significantly smaller ($p < 0.05$). The Similar survival was with all the used diets, being superior to 90%. These results indicate that the earthworm flour dog replace in a 25% the fish flour, when is used in the first stages of development of this salmonid.

Introducción

La elaboración de alimentos para peces debe cumplir diferentes requisitos que aseguren su calidad, entre ellos los ingredientes utilizados, la formulación de las dietas y los métodos de procesamiento empleados. Campabadal y Celis (1996), señalan que el tipo de ingrediente y su nivel influirán fuertemente sobre la composición nutricional del alimento, la formulación debe estar acorde con los requerimientos nutricionales de las especies a alimentar. Finalmente, el procesamiento empleado podría afectar las características físicas y químicas del alimento, entre ellos estabilidad en el agua, forma y tamaño, atractabilidad, palatabilidad y disponibilidad de nutrimentos.

Las proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales son nutrientes indispensables en la formulación de dietas. En general, los salmónidos utilizan mejor como fuente de proteína, y consecuentemente de aminoácidos, los alimentos proteínicos de origen animal que aquellos de origen vegetal, lo que los distingue de otros peces (Pokniak, 1999).

Desde el punto de vista nutricional la fuente de proteína animal comúnmente utilizada para preparar alimento para salmones es la harina de pescado, la especie utilizada es tan importante como el proceso al cual es sometida, ya que el perfil de aminoácidos puede variar con la especie (Anderson et al., 1985).

Tacon (1994), señala que para la alimentación de peces carnívoros, se han utilizado numerosas harinas tratando de sustituir la de pescado, muy pocos de estos productos muestran un verdadero potencial para la formulación de dietas para peces, entre ellas las harinas procedentes de organismos unicelulares. Las harinas de soya, algodón, girasol y lupino, tienen como inconveniente una gran variabilidad en su calidad y son poco palatables. Los subproductos de la ganadería (hígado, carne, carne y hueso, sangre), tienen una limitada disponibilidad, calidad errática, y propensos a contaminación microbiana.

Alvarado de Alizo (1995), sustituyendo harina de pescado por harina de carne y hueso en dietas para truchas, encontró que al disminuir la harina de pescado por harina de carne y hueso, desciende el promedio individual de peso final ajustado y no ajustado, ganancia de peso y tasa específica de crecimiento.

El objetivo de esta investigación fue estudiar el crecimiento y la supervivencia de las truchas utilizando dietas con 25% y 50% de harina de lombriz en sustitución de harina de pescado.

Materiales y Métodos

Los bioensayos para determinar la respuesta de la trucha, *Oncorhynchus mykiss*, a las diferentes dietas se realizaron en el Campo Experimental Truchícola La Mucuy del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Venezuela), ubicado en el Parque Nacional Sierra Nevada, a una altitud de 2200 msnm. La caracterización de las harinas y de las dietas se realizó con los métodos oficiales de la AOAC (1999), en el Departamento de Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes.

Se utilizó harina de pescado procesada artesanalmente en el Campo La Mucuy (HPA) y harina de lombriz obtenida a través de un productor. Los demás ingredientes se obtuvieron en el mercado local. El control estuvo representado por una dieta en donde la harina de pescado fue la única fuente de proteína animal (DC1 Control), mientras que en las dietas del grupo experimental (DE2 y DE3) la harina de pescado fue sustituida en un 25% y 50%, respectivamente.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Novecientos alevines fueron distribuidos, a razón de cien peces por estanque, en tres piletas de 3,56 m de largo x 0,34 m de ancho y 0,14 m de profundidad, divididas en tres compartimientos cada una (total 9), con un flujo continuo de agua de 0,345 L/seg..

La formulación se realizó en base seca balanceando los niveles de proteína y grasa de cada ingrediente, hasta alcanzar el 40,5% deseado, para ello se utilizó una hoja de cálculo (Excel). Los ingredientes en cada dieta fueron mezclados manualmente humedeciéndolos hasta obtener una masa compacta, se prepararon los pellets en un molino para carne y se colocaron en la estufa a 60°C durante 40 horas. Se realizó el análisis bromatológico (proteínas, humedad, cenizas, lípidos y carbohidratos) a las dietas experimentales y al control.

El alimento fue suministrado diariamente, los pellets fueron previamente molidos, pesados y entregados manualmente hasta la saciedad, con una frecuencia de dos veces por día. El sobrante fue pesado en cada lote estudiado. La investigación se realizó por un período de 79 días.

El peso y longitud total se determinó cada ocho días durante los primeros 16 días de iniciado el ensayo, luego estos fueron tomados cada quince días, pesando una muestra de treinta ejemplares por tratamiento y por repetición. El peso individual de cada alevín se tomó utilizando una balanza con capacidad de 1610 g y precisión de 0,01 g; la longitud total fue determinada empleando un cilindro de vidrio graduado en cm con una precisión de 0,1 cm, provisto de una llave en su base para controlar la salida de agua, los peces se colocaron de cabeza y se tomó como longitud total la medición desde el hocico hasta el extremo posterior de la aleta caudal. Se llevó control diario de mortalidad. Mediante un análisis de varianza múltiple, se comparó tanto la longitud total, como el peso de los alevines de trucha alimentadas durante 79 días, con las dietas descritas, utilizando el modelo:

$$[peso, longitud\ total] \sim Dieta$$

Dada la falta de homogeneidad en las matrices de covarianza se seleccionó el estadístico de Pillai para efectuar el análisis correspondiente. Se utilizó el software SPSS 13.0 para estimar los estadísticos de prueba.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se muestran los resultados del análisis físico-químico de los ingredientes utilizados. Se observa que todos los de origen animal presentaron porcentajes de proteína dentro de los rangos recomendados para la alimentación de las truchas en esta etapa de desarrollo, la de mayor valor proteico correspondió a la harina de pluma de aves liofilizada, así mismo esta harina presentó mayor porcentaje de minerales, siguiéndole la HPA. El alto contenido de grasas de la HPA, puede deberse al proceso de elaboración de la misma, ya que no se le aplicó operaciones de prensado que normalmente se hace cuando se elabora harina de pescado industrialmente. La preparación de esta harina fue artesanal. Las dietas experimentales y control se muestran en la Tabla 2.

Los estadísticos descriptivos correspondientes a la longitud total y peso de los alevines alimentados durante 79 días con las dietas experimentales se muestran en la Tabla 3. Se observa que las truchas alimentadas con la DE3 presentaron menor crecimiento tanto en peso como en longitud.

Tabla 1.- Análisis físico-químico de los ingredientes utilizados para la formulación de las dietas experimentales y control

Fuente	Humedad	Cenizas	Grasas	Proteínas
Harina de pescado artesanal (HPA)	6,1	14,24	20,55	58,81
Harina de lombriz	8,43	8	8,81	57,96
Afrecho de trigo	9,37		3,2	15,73
Harina de maíz	9,25	6,90	2,28	21,47
Leche en polvo	4		27	26
Harina de pluma de aves (liofilizada-UCV)	13,35	16,98	2,70	62,83

Fuente: Facultad de Farmacia de la ULA.

Tabla 2. Análisis físico-químico de las dietas utilizadas en los bioensayos con truchas

Componentes	Dietas		
	DC1	DE2	DE3
Ceniza	10,55	10,95	9,21
Grasas	21,7	23,57	18,39
Proteínas	52,59	53,13	48,21
Carbohidratos	6,37	5,15	8,91

Fuente: Facultad de Farmacia de la ULA.

DC1= Dieta control (100% harina de pescado como fuente de proteína animal)

DE2= Dieta experimental (25% harina de lombriz en sustitución de harina de pescado)

DE3= Dieta experimental (50% harina de lombriz en sustitución de harina de pescado)

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la longitud y peso de alevines de trucha alimentados con diferentes dietas

Variable	Dieta	Media	Error estándar	Desviación estándar
Peso	DC1	1,39	0,05	0,48
	DE2	1,44	0,04	0,40
	DE3	0,75	0,03	0,28
Longitud	DC1	4,63	0,05	0,46
	DE2	4,73	0,05	0,44
	DE3	3,87	0,05	0,49

Se encontraron diferencias significativas en el tamaño de los alevines alimentados con diferentes dietas (Traza de Pillai = 0,996; $p < 0,001$). Dichas diferencias se encuentran tanto en la longitud total alcanzada como en el peso obtenido luego de 79 días ($F = 88,46$, $p < 0,001$; $F = 787,53$, $p < 0,001$, respectivamente). Los alevines de menor tamaño se alimentaron de la dieta experimental DE3, en la que el 50 % de la proteína de origen animal fue aportada por harina de lombriz. No existen diferencias significativas en el peso y la talla de los peces alimentados con la dieta DC1, a base de harina de pescado, y los que consumieron la dieta experimental DE2, en la que el 25% de proteína animal proviene de harina de lombriz. No existen diferencias estadísticamente significativas en el número de alevines que sobreviven al final del experimento, alimentados con las tres dietas estudiadas ($F = 4,85$, $p = 0,056$).

Estos resultados permiten señalar que bajo las condiciones de esta investigación es posible sustituir en un 25% la harina de pescado por harina de lombriz, sin embargo es necesario continuar evaluando otros niveles de sustitución.

Ibáñez et al. (1991), encontraron que al sustituir parcialmente la harina de pescado por harina de lombriz en un 25% y 50% las truchas presentaron los mayores crecimientos y el menor crecimiento fue observado cuando la harina de pescado fue sustituida 100% por harina de lombriz. En nuestra investigación la sustitución de 25% fue similar al control (100% harina de pescado), mientras que al sustituir 50% de harina de pescado por lombriz el crecimiento fue significativamente más bajo, estas diferencias, entre Ibáñez y la presente investigación, pueden deberse a diversos factores, entre ellos la calidad de los ingredientes utilizados, las condiciones locales para cada ensayo, la calidad del agua, el proceso de obtención de las harinas, entre otras causas.

Stafford (1985) encontró ganancias de peso de 17% en relación al control cuando sustituyó en 10% la harina de pescado por lombriz, al incrementar a 20% solo obtuvo 8,3% de incremento con respecto al control y al utilizar 30% de sustitución obtuvo un crecimiento menor en 8,3% con relación al control. De acuerdo a este autor pareciera que el rango de sustitución no debería alcanzar el 30%, considerando nuestros resultados que a un nivel de 25% es similar al control pudieran tener puntos de coincidencia los resultados nuestros con los de Stafford.

Stafford y Tacon (1985) realizaron estudios con truchas incorporando bajos niveles de harina de lombriz (5, 10 y 20%) en sustitución de harina de pescado, los resultados no evidenciaron ningún efecto adverso en el crecimiento y la eficiencia de utilización de las truchas que consumieron las dietas con bajos niveles de harina de lombriz, lo que si se observó fue un incremento significativo del contenido de lípidos en la trucha en canal. En nuestro trabajo no se observaron cambios en el crecimiento de la trucha cuando la harina de pescado fue sustituida en un 25% por harina de lombriz, coincidiendo estos resultados con el nivel más alto utilizado por dichos autores.

La fuente de origen de la proteína para la formulación de dietas para truchas parece tener una fuerte influencia sobre el desempeño de esta especie. Alexis et al. (1986), estudiaron el efecto de la composición de las dietas y el nivel de proteínas en la tasa de crecimiento, composición corporal y otras características, encontrando que grupos con el mismo nivel de proteínas presentaban crecimientos diferentes, señalando que esto podía estar relacionado con la fuente de proteína utilizada.

En los últimos 15 a 20 años han ocurrido importantes cambios en la composición de dietas para salmónidos. Los niveles de lípidos han aumentado alcanzando valores entre 25-30%. Las proteínas han permanecido alrededor de 45%, y los niveles de carbohidratos han descendido sustancialmente (Talbot, 1995). Además, el concepto de que las dietas de alta calidad son aquellas con altos niveles de proteína ha sido sustituido por aquellas que tienen el perfil ideal de aminoácidos. Además, ha habido una tendencia a disminuir los niveles de proteína cruda en las dietas y a incrementar los niveles de aminoácidos esenciales.

Celis (1996) indica que la alimentación con bajos niveles de aminoácidos esenciales no permite a los animales demostrar todo su potencial genético, por lo tanto no se está produciendo eficientemente. Una de las fuentes de proteína que presenta el mejor perfil de aminoácidos para la alimentación de monogástricos y especies acuícolas es la harina de pescado; sin embargo su eficiencia varía enormemente dependiendo del tipo de procesamiento que se utilice para su fabricación, la especie de pescado, si este está entero o en partes, además puede deteriorarse con gran facilidad.

Los resultados encontrados en esta investigación indican que la sustitución parcial de harina de pescado por harina de lombriz ofrece una alternativa viable para la alimentación de las truchas. Es importante considerar el procesamiento de las harinas, donde el tiempo de secado constituye un factor de fundamental valor por las implicaciones que tiene sobre la calidad de la misma.

Conclusiones

El uso de harina de lombriz como proteína no convencional para alimentar a las truchas pudiera ser una alternativa viable si se utiliza sustituyendo en un 25% a la harina de pescado, sin embargo se deben realizar nuevas investigaciones donde se utilicen otros niveles de sustitución de estas harinas.

Literatura Citada

1. Anderson, J.S., Lall, S.P., Anderson, D.M. and McNiven, M.A. 1985. Availability of amino acids from various fish meals. *Aquaculture* 138:291-301.
2. Alexis, M.N., Theochari, V. & Papaparaskeva-Papoutsoglou, E. 1986. Effect of diet Composition and protein level on growth, body composition haematological characteristics and cost of production of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 58:75-85.
3. Alvarado de Alizo, H. 1995. Sustitución de la harina de pescado por harina de carne y hueso en alimentos para trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss*. *Zoot. Trop.*13(2): 233-243.
4. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1999. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Arlington Virginia USA.
5. Campabadal, C. y Celis, A. 1996. Factores que afectan la calidad de los alimentos acuícolas. *Avances en Nutrición Acuícola III*.

6. Celis, A. 1996. La importancia de los ingredientes de buena calidad para la nutrición animal. Soyanoicias 246: 23-28.
7. Pokniak, R, J. 1997. Nutrición de peces. Tecn. Vet., año 3 (2) http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9163%2526ISID%253D448,00.html
8. Stafford, E.A and Tacon, A.G.J. 1985. The nutritional evaluation of dried earthworm meal (*Eisenia foetida*, Savigny, 1826) included at low levels in production diets for rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Aquacult. Fish. Manage. 16(3): 213-222.
9. Tacon, A.G.J. 1994. Feed ingredients for carnivorous fish species alternatives to fishmeal and other fishery resources. FAO Fisheries. Circular No 881.
10. Talbot, 1995. C. How growth relates to ration size. Fish Farmer 17(1): 3-4.
11. Vielma-Rondón, R., Ovalles-Duran, JF, León-Leal, A y Medina, A. 2003. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). Ars Pharmaceutica 44(1): 43-58.