

GRUPO DE ECOLOGÍA Y NUTRICIÓN

PROYECTO FONACIT G-200-5000-869



El proyecto “La lombricultura como fuente de nutrición animal” tiene como objetivos fundamentales el estudio de las propiedades nutricionales, físico-químicas y de inocuidad en la alimentación animal, de diferentes harinas suplementadas con carne de lombriz, del género *Eisenia spp*, principalmente en el área acuícola. Tras la obtención de una subvención económica otorgada por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, un grupo de cinco instituciones, representadas por sus investigadores, han venido desarrollando modelos experimentales para cumplir con estos objetivos y, de igual forma, aproximarnos al conocimiento de los fenómenos y consecuencias de la introducción de esta dieta en las diferentes especies animales, principalmente la trucha.



Después de cuatro años de intenso trabajo, los resultados parciales obtenidos comienzan a conformar un cúmulo de conocimientos importantes, que estimamos puedan ser de utilidad para todos los que deseen iniciarse en esta fascinante actividad.



Nuestro compromiso moral y social es transferir esta información a todas aquellas instituciones -universitarias, tecnológicas, acuícolas, comunales, de investigación y aplicación agropecuarias, pequeños y medianos empresarios y truchicultores- para de esta manera contribuir al desarrollo tecnológico de la región andina, y si es posible, al desarrollo tecnológico nacional.

Las próximas páginas muestran los resultados de la experiencia obtenida, a lo largo de estos años de trabajo, en la alimentación animal con harina de lombriz.

Grupo de Ecología y Nutrición
Mérida, 23 de Abril de 2010

CONTROL DE VARIABLES PARA OPTIMIZAR EL CULTIVO DE LOMBRICES.

Bonive A., Francisco R., Bianchi P., Guillermo.

Cuilamide. Estación de lombricultura en Santa Rosa. Universidad de Los Andes.

El trabajo realizado y presentado en este simposio refleja 4 experiencias que permitieron establecer el efecto de las variables como Acidez, Sustrato, Humedad y Temperatura en la Crianza de la Lombriz roja (*Eisenia andrei*), especialmente en la fertilidad. La humedad, la densidad poblacional y la temperatura dentro del cantero se estudio con el uso de coberturas diferente, El papel de la cobertura en un lombricultivo conforma una interfase la cual debería contribuir al control de maleza, al aislamiento térmico, a la percolación del agua y al intercambio gaseoso, disminuir las perdidas por evaporación y proteger de depredadores. La naturaleza de los materiales cotidianamente usados como cobertura de los lombricultivos suelen ser de origen sintético, vegetal o ambos. Con la finalidad de determinar ventajas y desventajas como consecuencia del uso de estas coberturas y paralelamente establecer criterios objetivos para seleccionar la cubierta más idónea.

Se tomaron 2 segmentos de un cantero de 20m x 1m, estos segmentos son de 4m x1m ambos con sustrato de café, se sembraron de lombrices *Eisenia Andrei*, los segmentos se subdividieron en 3 sectores cada uno para reducir el efecto por la pendiente de los mismos. Los segmentos estudiados se le llevó a una humedad inicial promedios altas de 88% y 89% respectivamente, luego cada sustrato se tapo con cobertura de estudio, uno con material sintético (mantas de polietileno de alta densidad) y el otro pasto seco, se muestrearon variables como temperatura, porcentaje de humedad, pH y densidad poblacional por un tiempo de 2 meses o 60 días. Se constató que la cubierta de cortes de pasto seco no disminuye la perdida por evaporación en los sustratos dispuesto en los canteros, que decae la humedad superficial en los primeros 15 días, en un 30 % aproximadamente, de 89% a 61%. En cambio con la cubierta plástico de polietileno de alta densidad, la perdida de humedad superficial fue muy baja, y

podemos decir que permaneció constante a lo largo de la experiencia; 89% a 87,2%. La relación de la densidad poblacional con respecto a la humedad para ambos canteros dieron curvas con máximo de densidades, siendo la que tiene la cubierta plástica la que presenta la mejor densidad con un valor de 22,3 kg lombriz/m³ de sustrato y la otra de 13,5 kg lombriz/m³ de sustrato, se noto que la humedad optima para esas densidades son del 96 % y del 90% respectivamente. La temperatura del cantero tapado con la cubierta sintética se mantuvo constante, es decir no varió como la ambiental, podemos decir que la cubierta sintética ejerce un efecto de invernadero que permite a la lombriz mantenerse a este nivel (0-10cm) por debajo de la capa.

Los aportes de materia orgánica de plantas y animales, están sometidos a continuos ataques por parte de organismos vivos, que los utilizan como fuente de energía frente a su propio desgaste. Dentro de la materia orgánica de la tierra, el humus representa del 85 al 90 % del total; por consiguiente, hablar de la materia orgánica de la tierra y de la fracción húmica es casi equivalente, y para este fin aparece la lombriz compostera ó roja californiana. El objetivo de este trabajo es comparar la fertilidad de las capsulas o huevos de la lombriz *Eisenia Andrei* nutridas con tres sustratos diferentes, compost de cascarilla (mucílago) de café, estiércol bovino y una mezcla de ellos. Las variables de respuestas fueron: el número de capsula utilizadas, el número de individuos por capsula y el número de capsulas eclosionadas y no eclosionadas. A los cuales se le realizó un estudio estadístico de análisis de frecuencia de datos (probabilidad) vs numero de individuos, con lo cual se determina que sustrato es mejor ó sí ambos son buenos en la fertilidad embrionaria. Obteniéndose que la mezcla de mucílago de café y estiércol en una proporción de 50/50, cuya media de individuos fue del 6,20 ind/ovoteca en comparación con el café y el estiércol puro, con valores de 2,63 y 2,83 ind/ovoteca respectivamente.

El efecto del pH se observó al poner cantidades similares de lombrices óptimamente reproductivas (Clitelo desarrollado) sobre un sustrato con pH acido (5,13) y otro con pH de 8,1 (valor optimo), el sustrato fue mucílago de café. Al cubrir con una cubierta sintética se observa que las lombrices colocan sus

ovotecas debajo de esta, lo cual permitió realizar fácilmente el conteo de capullos. En este estudio se demostró que para el café la acidez óptima que permite una mejor reproducción, es la de 8 específicamente, y no el rango establecido por la literatura (6-8,5).

La tasa de crecimiento individual de las lombrices del género *Eisenia* depende tanto de las características ambientales en las que se desarrolla, como de la calidad de alimento suministrado y la densidad poblacional. Con el objeto de determinar el efecto de las altas densidades sobre el tamaño alcanzado por *E. andrei* alimentadas con estiércol, se procedió a colocar de una a cinco lombrices en repeticiones de 10, recién eclosionadas en frascos de 120 ml que contenían 20 g de estiércol homogeneizado. A los 45 días se determinó el peso promedio de los individuos y la biomasa total de lombrices por tratamiento. Se concluye que existe el efecto de densidad dependiente y que el tamaño promedio de los individuos decrece con la densidad, pudiéndose describir este efecto mediante una regresión no lineal de la forma $peso = 0,0121densidad^2 - 0,1247densidad + 0,4661$. Se puede concluir que la tasa de conversión alimenticia es cercana a 50 g por kilo de sustrato incorporado (ambos expresados en peso húmedo), en un periodo de 45 días.

Al final al recolectar todos los resultados de estos ensayos sobre los principales parámetros en el manejo de Lombricultivos se puede llegar a la recomendación de:

Cubrir el cantero con una capa sintética de alta densidad de color negro después de regar el cantero para que el porcentaje de humedad sea por encima del 90 % pero hay que evitar el encharcamiento, compostar el sustrato para llevar su acidez al valor óptimo de pH de 8, durante 15 días, alimentar en capas no mayor a 10 cm para que el anélido pueda desplazarse para evitar los gradientes de temperaturas. Alimentar con una mezcla de estiércol con mucílago de café, en proporciones de 50/50, da altas cantidades de individuos, cabe afirmar que en sistemas productivos en los que se incorpora alimento exclusivamente al inicio, la densidad poblacional máxima no debe ser mayor a 100 lombrices por kg de pulpa de café,

estiércol o mezcla incorporada, ya que densidades mayores conducen a lombrices de baja talla que complican la cosecha mecánica de las mismas.

Palabras clave: lombricultivos, Canteros, biomasa, *Eisenia andrei*.

Agradecimientos:

Al Fonacit Proyecto G 200 5000 869.

ELABORACIÓN DE HARINA DE LOMBRIZ: FACIL Y ECONOMICO

Elil Márquez

Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Departamento de Ciencia de los Alimentos, Universidad de los Andes. Grupo de Ecología y Nutrición.

La Lombricultura como disciplina agroindustrial ha logrado despertar la atención de innumerables inversionistas en el país, atraído principalmente, por la sencillez del proceso de reciclar los excedentes orgánicos que se producen en todos los niveles y estratos de una sociedad moderna, obteniendo beneficios productivos, higiénicos, ambientales y ecológicos. En efecto, las lombrices transforman la materia orgánica en humus, un abono natural balanceado de alta calidad y por su alta tasa reproductiva de excedente poblacional puede aprovecharse como carne y transformarse en harina, la que ha demostrado ser un alimento de alto valor nutricional aprovechable íntegramente en la alimentación animal: avicultura, cunicultura, piscicultura, ranicultura, etc.

La producción de alimentos para animales, a partir de alimentos no convencionales, en los países en vías desarrollo se ha convertido en una actividad prácticamente obligada para la población. La escasa disponibilidad de las fuentes convencionales y sus elevados precios constituyen un obstáculo para cualquier actividad agropecuaria.

La harina de lombriz se caracteriza por un elevado contenido de proteínas (> 60 % p/p, base seca) de interés nutricional ya que proporciona aminoácidos esenciales para la dieta humana, así como también ácidos grasos y minerales.

La finalidad del presente trabajo es entregar una visión rápida, pero a la vez profunda de todo el proceso de elaboración de la harina de lombriz, detallando cada una de las operaciones unitarias involucradas. Como lo son la cosecha que está vinculada con la obtención de la biomasa o carne de lombriz. Seguidamente se realiza el lavado del tracto digestivo, el cual se hace con la finalidad de limpiar el internamente del anélido, luego se continua con el beneficio el cual se hace mediante un choque térmico y por último se someten secado para eliminar la

humedad excedente quedando una pasta seca que es molida para posteriormente ser utilizada.

Agradecimientos:

Al Fonacit Proyecto G 200 5000 869.

GENERALIDADES SOBRE LAS NECESIDADES NUTRICIONALES DE LOS PECES

Ana Luisa Medina.

Grupo “Ecología y Nutrición. Departamento de Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida – Venezuela

La alimentación de peces de cría que en la antigüedad dependía de los alimentos naturales, en los actuales momentos depende de los alimentos aportados por el hombre, luego nos interesa conocer a cabalidad cuales son los requerimientos nutricionales de los peces para lograr el aporte necesario a través de alimentos formulados. Para empezar debemos precisar ciertos conceptos: la **nutrición** la definiremos como el conjunto de procesos que permiten asegurar el aporte de energía, y de nutrientes necesarios para los procesos vitales de los peces. La **alimentación** la entenderemos en este contexto, como la interface que va desde la nutrición a la producción animal, por lo tanto nos ocuparemos de las **raciones alimentarias** (noción de cantidad y se expresa por unidad de masa corporal o en algunas ocasiones en porcentajes) y su **distribución** (frecuencia).

Cuando se trata de elaborar ciertas dietas no podemos dejar de pensar en la etapa de **formulación** (concepción de la formula) tomando en cuenta el tipo de pez, estado fisiológico etc, así como la parte del **proceso tecnológico de fabricación** de dicha dieta (la dieta se entiende como alimentos experimentales).

La nutrición animal comprende diferentes etapas:

- a) Comportamiento y toma del alimento, (apetencia)
- b) Digestión y absorción corresponde a la **fase digestiva**
- c) Metabolismo de los nutrientes será la **fase metabólica**
- d) Excreción y eliminación de los desechos

Uno de los conceptos más utilizados en nutrición animal, es el de la **digestibilidad** que no es otra cosa que, la cuantificación global del balance resultante entre la digestión y la absorción.

En acuicultura la digestibilidad tiene un triple objetivo:

- a) Un mejor conocimiento de la utilización potencial de nutrientes
- b) Un aumento de la calidad del alimento para peces y
- c) Una disminución de los desechos de origen alimentario permitiendo conservar mejor el ambiente

La digestibilidad se mide como el **coeficiente de utilización digestiva** (CUD).

También tenemos la **retención** que se obtiene de la diferencia entre la absorción y la excreción.

Debemos mencionar de igual manera la **eficiencia de utilización de un alimento** se calcula con la relación entre el alimento ingerido / ganancia de masa corporal (comúnmente llamado también ganancia de peso)

La investigación en el campo de la nutrición acuícola, nos debe permitir dilucidar diferentes incógnitas: se puede aclarar las estimaciones de una necesidad nutricional particular (vitaminas, ácidos grasos, amino ácidos etc) o las estimaciones de un coeficiente de digestibilidad, o de algunos parámetros económicos etc.

En acuicultura, la adecuación entre la cantidad de alimento distribuido y la cantidad de alimento ingerido es el mejor parámetro para determinar una buena **gestión de alimentación**. Muchas veces la cantidad de alimento distribuido sobrepasa las necesidades, lo que conduce a un sobrepeso innecesario para el productor y a una contaminación del agua. Si por otro lado, la distribución del alimento es inferior a las necesidades tendremos como consecuencia un crecimiento de los peces limitado y un aumento de la heterogeneidad de las tallas.

Necesidades básicas de los Peces:

Energía: Todos los animales necesitan energía para realizar sus funciones vitales. En condiciones aeróbicas, la sola energía utilizable por el organismo es la que se obtiene de la oxidación de compuestos orgánicos (lípidos, glúcidos y proteínas) que proviene de la digestión de los alimentos.

Las necesidades energéticas de cada pez varían con la especie, estado fisiológico y además de los factores ambientales particularmente la temperatura del agua, el

carácter ectotérmico (calor corporal proviene del medio exterior) de los peces, lo que le da a su metabolismo energética una originalidad muy específica.

Proteínas: Los niveles de las necesidades proteicas de los peces son muy superiores a la de pájaros y mamíferos. La composición óptima del alimento en proteínas para los peces, es más o menos dos veces superior a la de los mamíferos y aves recién nacidas, es decir en el estadio donde los animales son más exigentes. Por el contrario las necesidades de mantenimiento en los peces son inferiores a la de los mamíferos.

Para entender este comportamiento, se ha trabajado para definir las necesidades en **amino ácidos esenciales** (AAE) al menos en algunas especies.

Tabla 1 Carácter indispensables, semi-indispensables y no indispensables de aminoácidos

A. Distinción clásica en el caso de los peces

Esenciales		No esenciales y Semi - esenciales	
1	Arginina		Alanina
2	Histidina		Asparagina
3	Isoleucina		Acido Aspartico
4	Leucina		Acido Glutamico
5	Lisina		Glutamina
6	Threonina y		Glycina
7	Triptofano		Prolina
8	Valina		Serina
9	Metionina	*	Cysteina
	→ Fenilalanina	*	Tirosina
0	→		

Lípidos: La ingestión de lípidos es muy importante en los peces, para poder satisfacer las necesidades de **ácidos grasos esenciales** (AGE) necesarios para

el metabolismo celular, para el mantenimiento de la integridad de las estructuras de las membranas. Los lípidos son vectores también para la absorción intestinal de vitaminas liposolubles y de pigmentos tipo carotenoides. También son importantes para el aporte de energía, sobre todo considerando que los peces digieren mal los glúcidos complejos.

Las necesidades lipídicas de los alimentos para salmonidos, en las últimas décadas han aumentado hasta valores de 30%.

Glúcidos: Solo algunos carbohidratos tiene una función en la nutrición animal, se trata especialmente de las hexosas (glucosa) de disacáridos y de algún homopolisacárido entre ellos el almidón. Otros polisacáridos pueden tener un efecto negativos por Ej los azucares fermentables o las fibras.

Vitaminas: En la práctica los márgenes de seguridad muy buenos son: aportar un complemento vitamínico que llegue al doble de los requerimientos. Las vitaminas de las materias primas no se toman en cuenta.

Minerales: Los peces tienen necesidades de minerales, ya que son constitutivos de ciertos tejidos (formaciones esqueléticas sobretodo) o de ciertas moléculas que sirven de co-factores enzimáticos y participan en el equilibrio iónico intra y extra celular así como reguladores de funciones endocrinas.

Conclusión:

- 1.- La composición de dietas experimentales debe ser rigurosamente controlada. Para realizar un gradiente de concentración en proteínas alimentarias, estas últimas son generalmente sustituidas por glúcidos a fin que el nivel energético sea poco modificado.
- 2.- Se debe verificar la ingesta de amino ácidos esenciales así como de ácidos grasos esenciales también.
- 3.- En los salmónidos, se estima que un valor de lípidos de 15 a 20% permite disminuir la concentración de proteínas de 48 a 35% sin alterar la performance zootécnica.
- 4.- A pesar que los glúcidos no son indispensables en la alimentación de peces, ellos constituyen una fuente de energía poco costosa.

5.- Tanto lasw necesidades vitamínicas como minerales se deben investigar mas para poder determinar las dosis exactas.

Bibliografía

1.- Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. 1999. J.Guillaume, S Kaushik, P Bergot, R Metailler, Ed INRA – IFREMER.

Agradecimientos:

Al Fonacit Proyecto G 2005 000869

Al INRA (Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas) Saint Pee sur Nivelles Francia, con quienes tenemos relaciones de investigación.

LA HARINA DE LOMBRIZ (*EISENIA ANDREI*) Y SU EFECTO SOBRE LA NUTRICIÓN Y DIGESTIBILIDAD APARENTE EN LA ALIMENTACIÓN DE TRUCHA ARCO IRIS

Isea, F.; Blé, C.; Medina, A. L.; Kaushik, S.; y Aguirre P.

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR) Venezuela.
fernandoisea@yahoo.es . Grupo Ecología y Nutrición. Universidad de los Andes (ULA-Mérida) Venezuela. INRA, Saint Pée sur Nivelles. Francia.

La harina de lombriz, por su composición en proteínas y ácidos grasos, ha sido considerada como una materia prima con potencial para la alimentación de peces, en función de ello se efectuaron dos ensayos con el objeto de determinar a) el valor nutricional sustituyendo la harina de pescado por harina de lombriz en un 40% en alimentos para alevines y b) evaluar el coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de la harina de lombriz, en dietas para truchas arco iris, de manera a compararla con otras materias primas ya evaluadas como el afrecho de trigo (AT) y torta de soya (TS). La primera experiencia fue realizada en las instalaciones de la Estación Experimental Truchícola INIA, La Mucuy, ubicada en el Parque nacional Sierra Nevada del estado Mérida, Venezuela, a una altitud de 2300 msnm, latitud norte 8° 40' y longitud oeste 71° 5'. El agua utilizada para mantener los alevines de trucha es de origen glacial, naciente de la Sierra Nevada a 4200 msnm. Se utilizaron un total de 1500 alevines de trucha de 2 meses de eclosionados. Se colocaron 100 alevines/tanque por triplicado. Se tomó el peso inicial y a los 30 días. Durante el transcurso de este estudio se tomaron datos diarios del % de mortalidad de los alevines, cantidad de alimento consumido (g). Los peces provenientes del ensayo biológico fueron sacrificados, congelados a -20 °C, posteriormente se sometieron a molienda y liofilización. A la harina de carne liofilizada se le efectuó el análisis proximal para después efectuar los cálculos de parámetros zootécnicos. El otra experiencia se realizó en la Sala de Digestibilidad del INRA en Saint Pée sur Nivelles, Francia; para ello se utilizaron 15 individuos por tanque, con 100 g de pesos promedio, distribuidos en 8 tanques conectados a un

sistema automático de recolección de heces, con una temperatura promedio del agua de más o menos 17 °C, los peces fueron alimentados dos veces al día, por un periodo de 2 semanas. Los tratamientos se evaluaron por duplicado. **Los resultados fueron los siguientes:** El alimento 1 (70% harina de trucha de descarte), mostró los mejores resultados en todos los parámetros zootécnicos-nutricionales evaluados. En segundo lugar, se ubicó la fórmula comercial (Trucharina), con valores adecuados de ganancia de peso (%)/día; % crecimiento; eficiencia alimenticia; CUP (%) y retención de grasa (%). El alimento 3 (70% harina de pescado venezolana) fue el siguiente en presentar buenos resultados para los parámetros ganancia de peso (%)/día, % crecimiento, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y retención de nitrógeno; mientras que los alimentos 2 y 4 a base de 40 % de harina de lombriz (*E. andrei*) presentaron los menores valores en todos los parámetros evaluados. Con respecto al segundo estudio: Las harinas de TS y HL presentaron una buena digestibilidad proteica de 90,1 % y 90 %, respectivamente, al compararlas con la el afrecho de trigo (57,2 %). El coeficiente de digestibilidad energética fue superior en la TS (75,4 KJ/g) y HL (72,5 KJ/g). Los valores del porcentaje de proteína digerible fueron superiores en la HL (63,4 %); en comparación con la TS (48,3 %) y AT (8,8 %); con respecto a la energía digerible fue del mismo modo superior en la HL (17,1 KJ/g), seguido por la TS (14,9 KJ/g) y el menor valor para el AT (2,4 KJ/g). **Conclusiones:** en el primer estudio el alimento a base de harina de trucha de descarte en un 70%, fue la que tuvo la mejor respuesta en los parámetros zootécnicos nutricionales, por su parte la harina de lombriz, a pesar de aportar un alto porcentaje de proteína y ácidos grasos esenciales a los alimentos formulados, no permite un crecimiento favorable en los alevines, pero puede tener potencial para las otras etapas de desarrollo de la trucha, como juveniles, engorde y reproductores. Para el segundo ensayo la harina de lombriz posee una excelente digestibilidad proteica y energética, la cual puede ser aprovechada para suplementar formulaciones alimenticias para trucha arco iris en etapas diferentes de desarrollo excluyendo a los alevines.

Palabras clave: *Oncorhynchus mykiss*, Digestibilidad, *Eisenia andrei*, soja.

COMPARACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE DOS HIDROLIZADOS DE PLUMAS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO FÍSICO

Mejias, David; Ramírez, Diana; Mora, Maria y Méndez, Xiulingy.

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, Santa Bárbara de Zulia;
Hacienda La Glorieta; Avenida 5^{ta}. mejiasd@unesur.edu.ve

La harina de hidrolizado de plumas (HHP), de un alto contenido proteico normalmente es un subproducto de desecho de la industria avícola. Considerada una materia prima alternativa ante la necesidad de sustituir la harina de pescado en las dietas para peces. El objetivo principal de este trabajo fue comparar dos HHP, (una comercial y otra experimental), desde el punto de vista de su composición bromatológica. La proteína fue obtenida por el método de Kjeldalh; la grasa mediante el método de extracción Soxhlet; los carbohidratos totales se obtuvieron por diferencia; el porcentaje de humedad se estimó mediante secado en horno hasta peso constante y el contenido de ceniza se obtuvo mediante calcinación en mufla. La HHP experimental se obtuvo sometiendo la harina de plumas (HP), a 1,8 kgf/cm² y 130 °C por 150 minutos. La HHP comercial, también se obtuvo por tratamiento físico. Sin embargo, para esta materia prima no se dispuso de los datos de cantidad, presión temperatura y tiempo empleados. Los porcentajes para proteína, grasa, carbohidratos totales, ceniza y humedad para la HHP experimental, fueron de: 87,56 ± 0,63%; 0,65 ± 0,10; 3,45 ± 1,04; 1,96 ± 0,0058 y 6,38 ± 0,32, respectivamente. Mientras que para la HHP comercial, los porcentajes de proteína, grasa, carbohidratos, ceniza y humedad fueron: 77,45 ± 0,90; 9,58 ± 0,14; 4,2 ± 0,98; 3,75 ± 0,13 y 5,02 ± 0,29, respectivamente. Los altos valores de grasa y ceniza de la HHP comercial, son más consistentes con los reportados para harinas de subproductos de pollo, que con los reportados para HHP.

Palabras clave: hidrolizado de plumas, tratamiento físico, composición físico-química.

EFFECTOS ACTUALES Y POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA ACUICULTURA

Misael Molina M.

Grupo de Estudios Ambientales. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, UNESUR, Santa Bárbara, estado Zulia, Venezuela.

Programa de Doctorado en Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, estado Aragua.

El cambio climático es tal vez el tema central de discusión en las universidades y centros de investigación en todo el mundo actualmente. La mayoría de las personas admiten la importancia que tiene el cambio climático sobre la vida, aunque se conoce muy poco sobre el modo como opera sobre la diversidad biológica y más específicamente en la producción de organismos como alimento a través de la acuicultura. El cambio climático se define como aquella serie de alteraciones en las condiciones regulares del clima, atribuibles al efecto de las actividades del hombre en su afán por lograr sus condiciones de vida. Este concepto se ha venido usando indiferentemente con de alteración climática, lo que ha generado confusión. Estudios recientes definen a las alteraciones climáticas como modificaciones en los factores climáticos, que ocurren y han ocurrido con cierta regularidad en el planeta, más bien producto de fenómenos naturales. En este trabajo se presenta un esbozo de los efectos del cambio climático sobre la acuicultura, con una síntesis de los estudios más recientes. Se hace énfasis en los efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la acuicultura, en términos de biodiversidad, ocurrencia de enfermedades en los peces y alteración de la calidad del pescado como alimento para la humanidad. También se discute el aporte de la acuicultura como emisora de gases de invernadero y en el secuestro de carbono y se recomiendan algunas medidas de adaptación y mitigación que pueden ser implementadas.

Palabras clave: cambio climático, acuicultura.

EFFECTO DE DIETAS SUPLEMENTADAS CON HARINA DE LOMBRIZ (*Eissenia andrei*) EN EL CRECIMIENTO Y LA FUNCION HEPATICA DE ANIMALES EN CAUTIVERIO.

Borges Lerida, Cova José-Angel.

Instituto de Inmunología Clínica, Universidad de Los Andes. Grupo Ecología y Nutrición. e-mail: leridab@ula.ve.

La disponibilidad de materias primas para la elaboración de dietas para peces, cerdos, aves de corral y otras especies de consumo humano ha sufrido, en los últimos años, un descenso debido a que los países productores de estas materias primas no pueden cubrir la demanda mundial. Es por eso que, actualmente, se buscan otras alternativas proteicas para la nutrición animal, entre ellas la soja; pero esta requiere de grandes extensiones de tierra para su cultivo, trayendo como consecuencia una reducción en el espacio destinado al cultivo de vegetales y frutas comestibles para el hombre. La búsqueda de nuevas fuentes protéicas que sean de bajo costo, fácil de producir, que requieran poco espacio y, sobre todo, inocuas (no dañinas) constituye un desafío, de cara a las necesidades alimentarias futuras.

La lombriz, y particularmente la especie *Eisenia andrei* y *Eisenia fetida*, han sido usadas para la alimentación de truchas y cerdos. Sin embargo poco se conoce sobre los efectos de los distintos componentes –proteínas, grasas y carbohidratos- de la harina obtenida a partir de esta lombriz sobre los animales que las consumen.

Esta investigación evaluó el efecto de dietas, para la alimentación animal, basadas en sustitución parcial con harina de lombriz, a diferentes porcentajes, en el crecimiento, ganancia de peso y en la inducción de daño en el hígado de los ratones alimentados con estas dietas.

Un total de 12 ratones fueron incluidos en el estudio y distribuidos en 3 grupos –de 4 ratones cada uno- para recibir la dieta comercial apropiada para estos animales (C); el segundo grupo (G2) recibió una dieta que contenía 75% de harina de

pescado con 25% de harina de lombriz; y el tercer grupo (G3) recibió, en su dieta, un 50% de harina de lombriz y un 50% de harina de pescado. Los animales fueron mantenidos en cautiverio, dándoseles la comida y el agua hasta la saciedad. Durante la duración del estudio, los animales fueron pesados y medidos –desde la punta de la nariz hasta la cola- para observar su crecimiento. A los 28 días, los animales fueron sacrificados y la sangre y el hígado fueron recolectados. La sangre se utilizó para medir el colesterol y una enzima del hígado llamada Aspartato-Amino transferasa (siglas: ASAT), la cual aumenta en el suero cuando hay daño hepático; esta enzima aumenta durante la inflamación del hígado como en las hepatitis; en la intoxicación por tóxicos (tetracloruro de carbono), alcohol, hongos, en el hígado graso y otras. Se determinaron los niveles de colesterol ya que estos pueden disminuir la vida del animal y producir muerte por infartos.

El hígado de los ratones fue evaluado, por microscopia, para investigar la aparición de tumores, inflamación, acumulación de grasa (hígado graso) y otras alteraciones, después de la alimentación con las dietas basadas en harina de lombriz.

La enzima ASAT, en el suero de los ratones, no aumentó significativamente y, sus concentraciones fueron similares a la de los ratones que se alimentaron con la rataharina comercial (figura 2). Esto indica que las fórmulas que usan harina de lombriz como suplemento en la dieta, a las concentraciones usadas aquí, no producen daño al hígado. Por el contrario, el colesterol en la sangre de los animales que se alimentaron con las harinas suplementadas con lombriz, fue mayor que los alimentados con la rataharina tradicional (figura 2).

Los hígados estudiados no mostraron tumores, tuvieron un tamaño normal, no hubo evidencias de inflamación y no se acumulo grasa en los mismos (figuras 3 a 5).

Esta experiencia nos revela que las dietas suplementadas con harina de lombriz, en las proporciones aquí usadas, parecen ser beneficiosas ya que inducen un crecimiento y desarrollo normal del animal, así como no afectan el hígado; solo se evidenció que producen niveles altos de colesterol, en el animal que las consume.

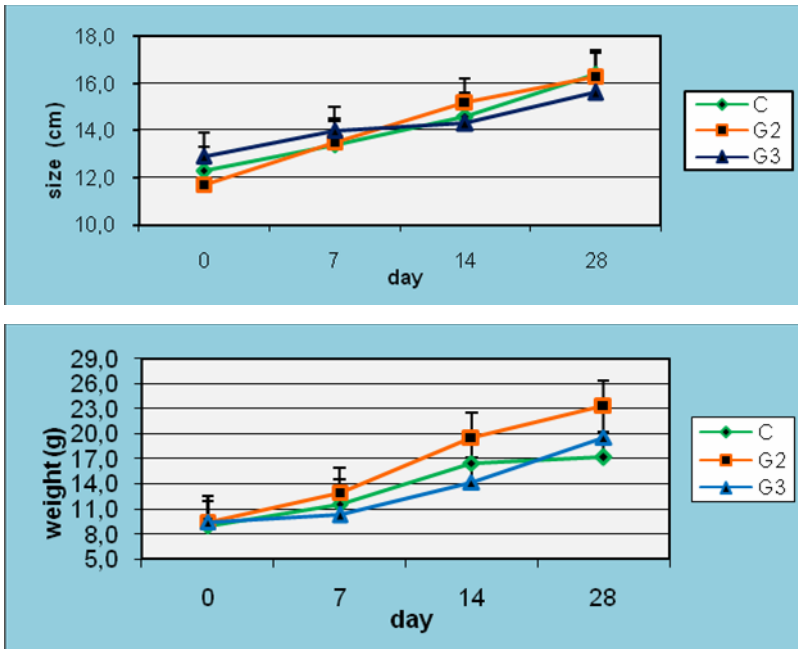


Figura 1: El peso y la talla de los ratones fue medido al comienzo (0 día), durante (a los 7 y 14 días) y al final (28 días) de la alimentación. En los gráficos se observa que todos los animales, tanto los alimentados con la rataharina (C, en verde) como los alimentados con dietas suplementadas con harina de lombriz (G2 en naranja y G3 en azul), tuvieron ganancias en el peso y la talla (tomado de: Cova JA y cols. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Año 2008, volumen 42, páginas: 73-84).

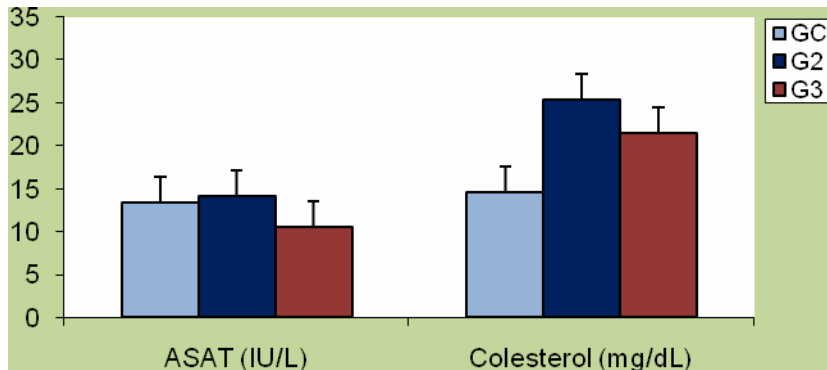


Figura 2: La enzima hepática Aspartato-amino transferasa (ASAT) y el colesterol total, en la sangre de los animales, fue medido a los 28 días de una alimentación diaria con rataharina (GC, en azul claro) y con dietas suplementadas con harina de lombriz (G2 en azul oscuro y G3 en rojo). Nótese que los valores de la ASAT fueron similares en todos los ratones, en cambio, el colesterol fue mayor en la sangre de los grupos 2 y 3, cuando se compara con el grupo que no comió las dietas suplementadas con harina de lombriz (tomado de: Cova JA y cols. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Año 2008, volumen 42, páginas: 73-84).

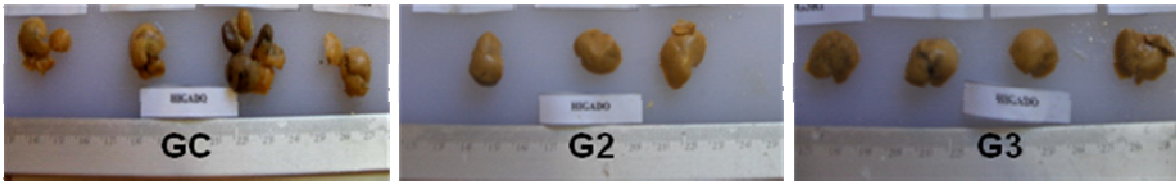


Figura 3. En esta figura se muestran los hígados de los ratones alimentados con una dieta comercial (GC) y dietas suplementadas con harina de lombriz (G2 y G3). No se observaron diferencias en el tamaño, no se apreciaron tumores ni cambios en la coloración del órgano.

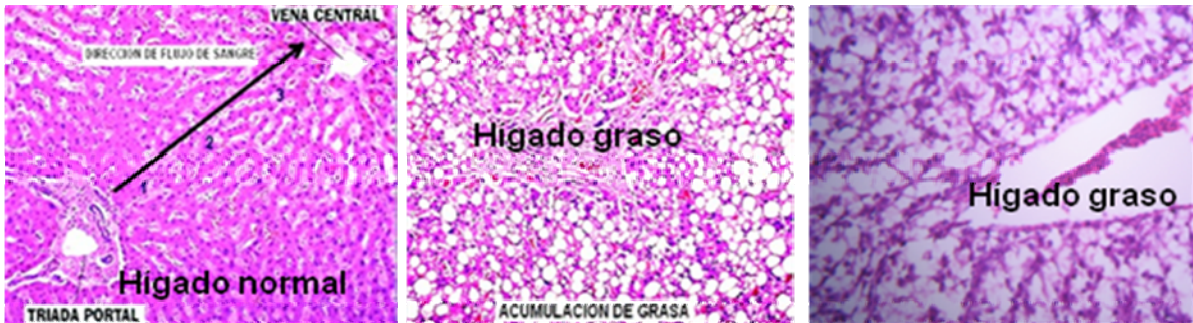


Figura 4. En esta figura se muestran, vistos al microscopio, un hígado normal y un hígado graso. Nótese que el hígado normal tiene células de color rosado, en tanto que en el hígado graso se ven células de aspecto espumoso, llenas de grasa.
(Tomado de <http://www.gastroenterologosecuador.com/patologias/higado.htm>, fecha: 19-04-2010)

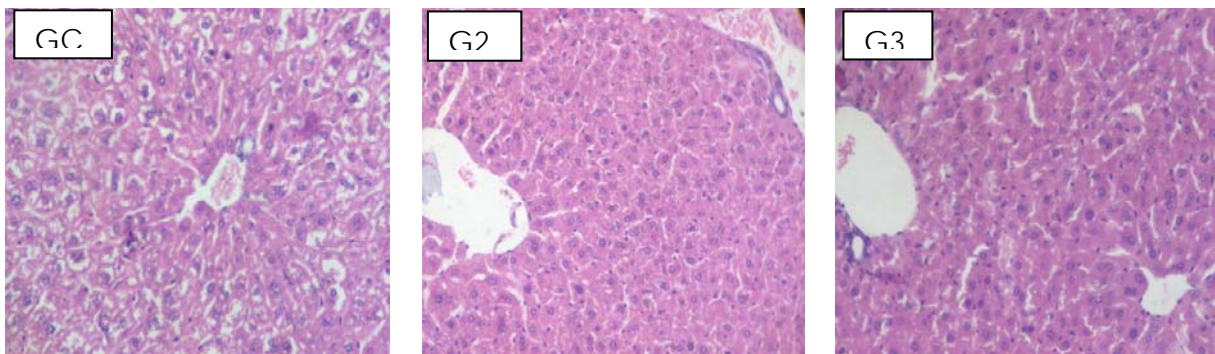


Figura 5. En esta figura se muestran los hígados de los ratones alimentados con una dieta comercial (GC) y dietas suplementadas con harina de lombriz (G2 y G3). El aspecto es igual en los tres grupos (aumento: 400 X). (Tomado de: Cova JA y cols. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. Año 2008, volumen 42, páginas: 73-84).

Agradecimiento: Esta investigación fue posible gracias al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), de la República Bolivariana de Venezuela, quien otorgó la subvención G 200 5000 869 para la realización de este proyecto.

ENFERMEDAD INTESTINAL ALERGICA EN ANIMALES ALIMENTADOS CON PROTEINAS NO CONVENCIONALES.

Borges Lerida, **Cova José-Angel.**

Instituto de Inmunología Clínica, Universidad de Los Andes. Grupo Ecología y Nutrición. e-mail: jacova@ula.ve.

Los problemas alimentarios son una preocupación mundial, pues la disponibilidad de alimentos, basados en proteínas y grasas convencionales, no ha incrementado de la misma forma que el crecimiento poblacional mundial. Esto es particularmente importante en los denominados países en vías de desarrollo. Para Junio del año 2003, en la Conferencia Internacional sobre el derecho a la alimentación y el costo del hambre –auspiciada por la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO)- se estableció que “el derecho a la alimentación es fundamental para la existencia humana, por lo que todos los gobiernos deben comprometerse con el objetivo de eliminar a la mitad, para el año 2015, el número de personas que pasan hambre en el mundo”. Esto implica que debemos incrementar la producción de proteínas animales para el consumo humano, o buscar nuevas alternativas proteicas para cubrir las necesidades mundiales. En ambos casos, el uso de proteínas no tradicionales para el consumo animal, y entre ellos el hombre, deben ser sometidas a rigurosas investigaciones que demuestren su total inocuidad (Del latín *innocuus*. Adjetivo: Que no hace daño) para el consumidor. Entre los efectos más importantes a evaluar esta su potencial para producir alergias, las cuales pueden ocasionar la muerte del animal o una enfermedad al humano. Las alergias alimentarias han aumentado debido a factores ambientales, entre otros (uso de colorantes, saborizantes y conservadores en los alimentos).

Durante una reacción alérgica, en el humano y el ratón, se produce el aumento de algunas sustancias que pueden ser medidas en el suero y la sangre, estas incluyen: la interleucina-4 (IL-4), la Inmunoglobulina E (IgE), histamina (H), triptasa (T), entre otras. Así mismo, si la sustancia que produce la alergia entra por la vía oral, algunas células de la sangre invaden el sistema digestivo (esófago, estómago

e intestinos) y son responsables de los síntomas de alergia alimentaria: diarrea, dolor en abdomen, erupción en la piel, etc. Estas células son llamadas “eosinófilos” y pueden ser observadas, al microscopio, en el intestino del animal que padece de alergia alimentaria a la proteína consumida.

En este estudio evaluamos los niveles, en suero, de IL-4 e IgE y la presencia de las células eosinófilos en el intestino de ratones alimentados con una dieta Rataharina comercial y tres dietas suplementadas con harinas de pescado (HPA) y lombriz *Eisenia andrei* (HL).

Un total de 32 ratones, cepa C57BL7, distribuidos en 4 grupos -de 8 ratones cada uno- recibieron un alimento estándar (Rataharina comercial) para el grupo control (GC) y, tres grupos fueron alimentados con dietas que contenían las siguientes fuentes proteicas: 80% HL y 20% HPA ó Grupo 2 (G2), 65% HL y 35% HPA o grupo 3 (G3) y 45% HL mezclada con 55% HPA o grupo 4 (G4). Se agregaron vitaminas, minerales y grasa a todas las dietas para cubrir todas las necesidades de los animales.

Después de 28 días de alimentación, los ratones fueron anestesiados y se obtuvieron muestras de sangre para la determinación de IL-4 e IgE. Posteriormente, los animales fueron sacrificados y el intestino fue removido para su estudio por microscopía.

Los animales del grupo 2 enfermaron y seis, de los ocho ratones de este grupo, murieron entre el día 8 y 11 del estudio. Los ratones de los otros grupos vivieron durante los 28 días del estudio.

Las concentraciones de IL-4 fueron significativamente más bajas en los grupos G2 y G3, cuando se compararon con el grupo control (figura 1). En este estudio, las dietas con sustituciones a base de HL no indujeron un aumento en los niveles séricos de IL-4 en los ratones.

Para el caso de la IgE, al comparar los promedios entre los grupos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (figura 2). Para el caso de la IgG, los valores promedios fueron significativamente mayores en los grupos alimentados con harina de lombriz, comparados con el control (figura 2).

Al revisar los intestinos, no observamos cambios de coloración, no había presencia de tumores y su longitud fue similar en todos los grupos (figura 3). A la inspección con el microscopio, las células eosinófilas eran escasas, en número no mayor a 5 células por campo de alto poder; tampoco observamos alteraciones en la arquitectura del órgano, en los grupos estudiados.

En este estudio la dieta suplementada con harina de lombriz a un porcentaje del 80%, pudo haber sido la causa de la mortalidad de los ratones. En los grupos donde la concentración de harina de lombriz, en la dieta, fue más baja no hubo muertes en los animales. Así mismo, la IL-4, usada como marcador de respuesta alérgica, fue más baja en los ratones alimentados con dietas a base de harina de lombriz; la IgE de estos ratones fue similar a la observada en el grupo alimentado con la rataharina comercial; esto parece indicar que las dietas suplementadas con harina de lombriz, a las concentraciones más bajas usadas en este estudio, no producen fenómenos alérgicos en los ratones que las consumen. En el intestino de estos animales tampoco evidenciamos la presencia de células responsables de alergias (eosinófilos), así como no hubo evidencias de la aparición de tumores intestinales en los ratones.

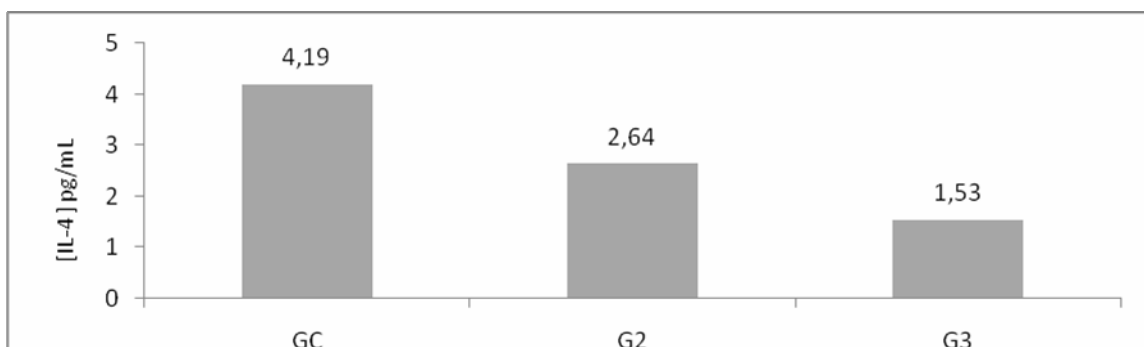


Figura 1. Los niveles de interleucina-4 (IL-4) fueron medidos en el suero de los ratones alimentados con la rataharina comercial (GC) y en los grupos alimentados con dietas suplementadas con harina de lombriz *Eisenia andrei* (G2 y G3). El G1 no aparece en esta gráfica, porque los ratones murieron entre los días 8 y 11 del estudio. Las concentraciones de IL-4, proteína relacionada con los procesos alérgicos, fue menor en los grupos alimentados con dietas suplementadas con harina de lombriz.

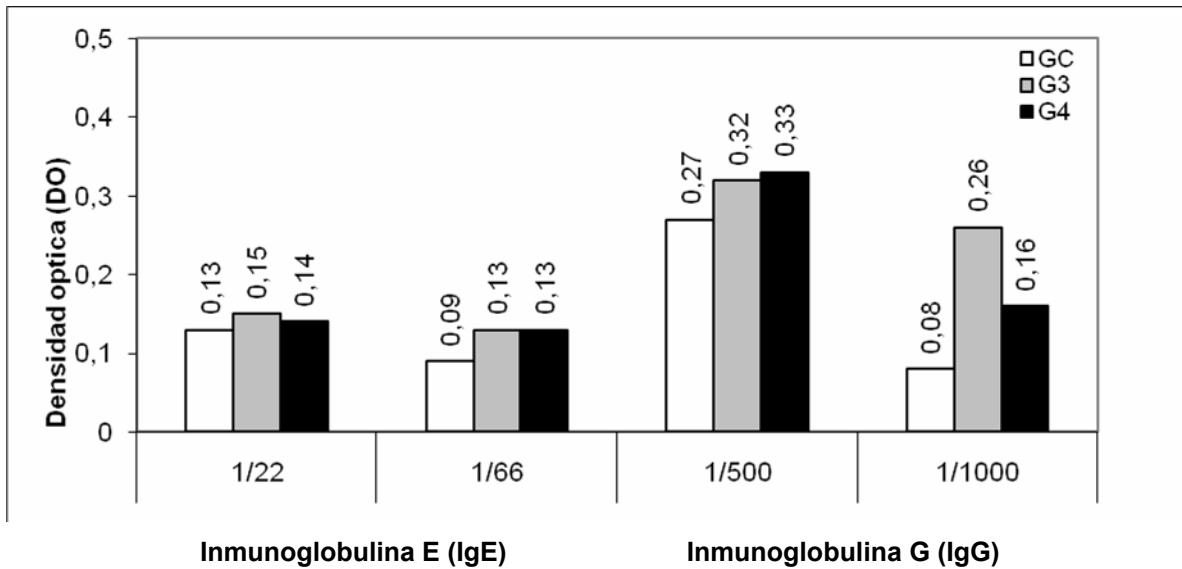


Figura 2. Los niveles de Inmunoglobulina E (IgE) e Inmunoglobulina G (IgG) fueron medidos en el suero de los ratones alimentados con la rataharina comercial (GC) y en los grupos alimentados con dietas suplementadas con harina de lombriz *Eisenia andrei* (G3 y G4). El G2 no aparece en esta gráfica, porque los ratones murieron entre los días 8 y 11 del estudio. Las concentraciones de IgE, proteína relacionada con los procesos alérgicos, fue igual en los ratones alimentados con rataharina comercial y en los alimentados con dietas suplementadas con harina de lombriz. Se usaron dos diluciones del suero (1/22 y 1/66) para corroborar los resultados. Nótese que los niveles de IgG fueron mayores en los grupos alimentados con dietas suplementadas con harina de lombriz, en comparación a los alimentados con una rataharina comercial. Se usaron dos diluciones séricas (1/500 y 1/1000) para la IgG, para confirmar estos resultados.

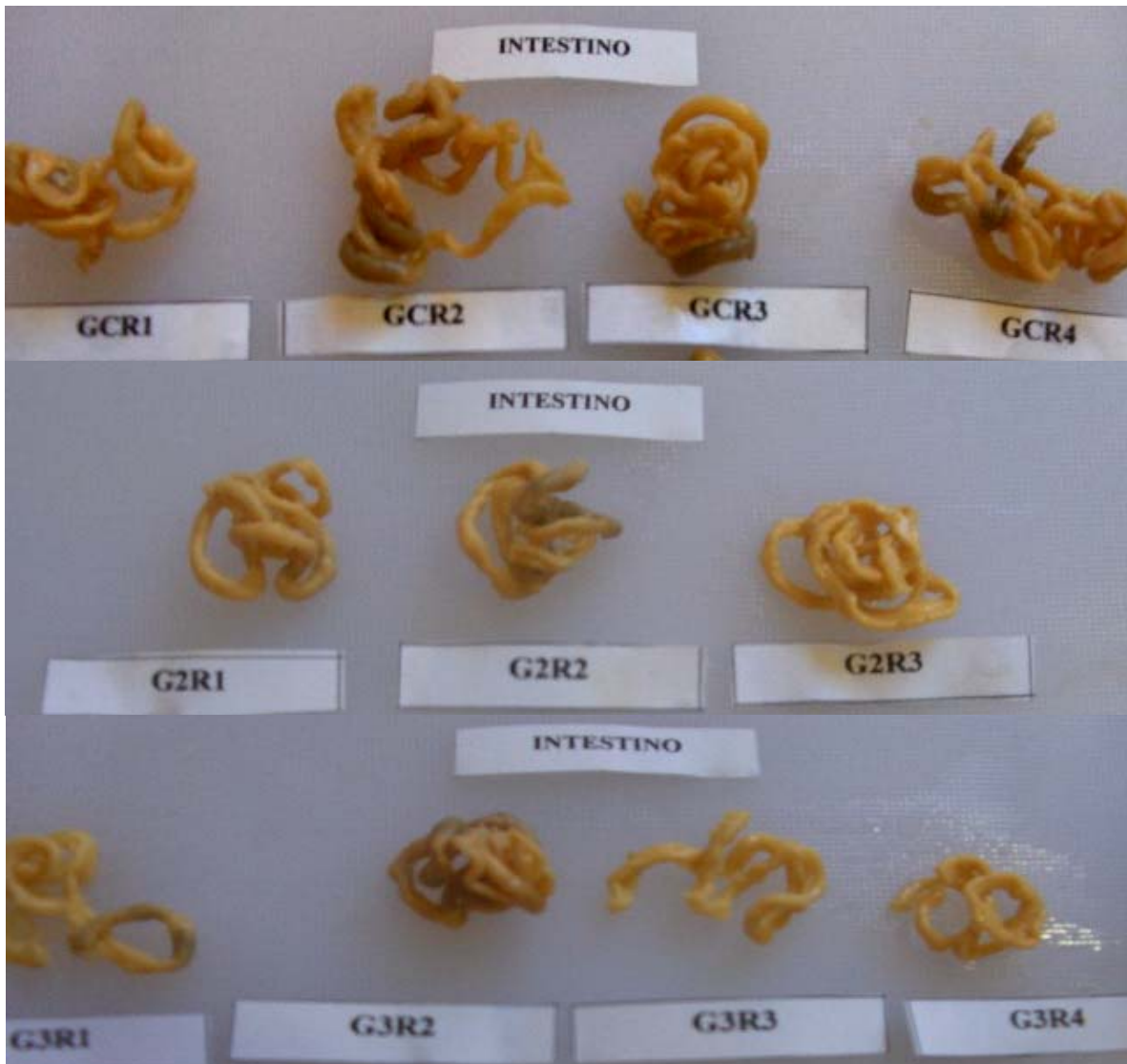


Figura 3. Aspecto macroscópico de los intestinos de los ratones usados en este estudio. No se observan alteraciones externas.

Agradecimiento: Esta investigación fue posible gracias al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), de la República Bolivariana de Venezuela, quien otorgó la subvención G 200 5000 869 para la realización de este proyecto.

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE SECADOR DE BANDEJAS PARA EL SECADO DE LOMBRICES.

Carlos Gutiérrez.

Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería química, Universidad de Los Andes.
Mérida-Venezuela. e-mail: gutierrezc@ula.ve

La producción de harina de lombriz es llevada a cabo a partir de varias operaciones unitarias para obtener este producto. Uno de los procesos de gran importancia es el secado y representa una de las últimas etapas para la obtención de la harina de lombriz. Es por ello que el dimensionamiento de un secador apropiado para cumplir con una humedad de salida del sólido (lombriz) es necesario para llevar en condiciones óptimas el proceso posterior de molienda. Se realizó el dimensionamiento de un secador tipo Bacth para el secado de lombrices a partir de la construcción experimental de la curva de secado para el sólido en estudio, a condiciones constantes de secado de 60 °C, humedad absoluta del aire de 0,017 Kg agua/Kg aire seco y velocidad de 15 m/s. La curva de secado a condiciones constantes muestra solo el periodo de velocidad decreciente descrito claramente en la teoría, lo que indica que la humedad retirada del sólido es mediante mecanismo de tipo capilar o difusión. El cálculo del número de bandejas necesario para secar una carga de 80 Kg de lombrices en 5 horas, fue calculado a partir de la curva de secado arrojando un número de 46 bandejas con dimensiones de 0,7 m x 0,7 m x 0,05 m. El tipo y forma de secador fue definido a partir de datos bibliográficos y se calcularon equipos accesorios tales como la potencia requerida (23 kW) de las resistencias de calentamiento del aire y potencia (29 kW) y dimensión del ventilador (42 cm de diámetro).

EFICIENCIA ALIMENTICIA DE DOS DIETAS COMERCIALES CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA Y DIETAS EXPERIMENTALES CON INCLUSIÓN DE HARINA DE LOMBRIZ EN LEVANTE DE ALEVINES DEL HÍBRIDO CACHAMOTO (*Colossoma macropomum* ♀ x *Piaractus brachypomus* ♂)

Ramírez L. Diana F., Isea Fernando, Mejías David, Méndez Xiulingy, Contreras Edith, Osorio Dagmary, Peña Baudilio.

Universidad Nacional Experimental “Sur del Lago” Jesús María Semprum. Grupo de Investigación de Acuicultura.

El propósito de estas dos investigaciones fue evaluar la eficiencia alimenticia de dos dietas comerciales con diferentes niveles de proteína (estudio preliminar) y de dietas elaboradas con diferentes porcentajes de harina de lombriz en la alimentación de alevines del híbrido cachamoto obtenidos del cruce de cachama (♀), *Colossoma macropomum*, con morocoto (♂), *Piaractus brachypomus*. La fase experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago “Jesús María Semprum” en Santa Bárbara, Estado Zulia. Para la evaluación de las dos dietas comerciales se contó con 90 alevines híbridos de seis semanas de edad con peso promedio de $0,71 \pm 0,02$ g, que fueron distribuidos en 6 acuarios de plástico con capacidad de 68 L cada uno, a razón de 15 individuos por acuario. Se empleó un diseño completamente aleatorio de dos tratamientos con tres réplicas, donde el T1 consistió en una dieta comercial nacional granulada para cachamas “28%” y el T2 consistió en una dieta comercial extruida “30%” importada. Se determinó el nivel de proteína por el método de Kjeldahl , resultando para el T1 de $26,08\% \pm 0,25$ y T2 de $31,85\% \pm 0,80$. El alimento se les suministró a saciedad dos veces al día. La determinación de los pesos se efectuó al inicio del experimento y se repitió cada 15 días desde el momento de la siembra hasta la culminación del ensayo a los 60 días. El porcentaje de supervivencia en ambos tratamientos fue de 100%. Los pesos promedios finales obtenidos en los alevines fueron de $2,82 \pm 0,28$ g para el T1 y $8,00 \pm 0,22$ g para el T2, respectivamente. La ganancia de peso fue de $2,12 \pm$

0,26 g en el T1 y $7,30 \pm 0,23$ g en el T2. La tasa de crecimiento absoluto para el T1 fue de $0,04 \pm 0,01$ g/ día y en el T2 fue de $0,12 \pm 0,01$ g/día. El índice de conversión alimenticia fue de $3,91 \pm 0,11$ para el T1 y de $1,51 \pm 0,07$ para el T2. Se determinó también el índice de eficiencia proteica resultando un valor de $0,98 \pm 0,03$ en el T1 y $2,02 \pm 0,07$ en el T2. Presentando diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) a favor de la dieta “30%” extruida. Los resultados obtenidos en ésta investigación permiten evidenciar que durante la fase de alevinaje del híbrido cachamoto, el nivel de proteína y la calidad y tipo de alimento son determinantes en su eficiencia alimenticia, tomando en cuenta las diferencias observadas en las variables analizadas. Por su parte, en la evaluación de las dietas experimentales con inclusión de harina de lombriz, se utilizaron 225 alevines híbridos de cachamoto de seis semanas de edad con peso promedio de $5,65 \pm 0,26$ g ,los cuales fueron sembrados en 15 acuarios de plástico con capacidad de 68 L cada uno, a razón de 15 individuos por acuario. Se empleó un diseño completamente aleatorio conformado por cuatro tratamientos con tres réplicas cada uno, que consistió en cuatro dietas experimentales isoprotéicas (35% de proteína), tres de ellas con 15, 25 y 35% de inclusión de harina de lombriz y una dieta control exenta de ella. El análisis estadístico reveló que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en los valores de los parámetros evaluados en todas las dietas. De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencia en esta investigación que la harina de lombriz (*Eisenia andrei*) puede ser utilizada como una fuente proteica alternativa en la alimentación de alevines de cachamoto.

Palabras clave: Eficiencia alimenticia, dietas comerciales, proteína, harina de lombriz, alevines, cachamoto.

EVALUACIÓN DE LA HARINA DE HIDROLIZADO DE PLUMA COMO SUSTITUTO DE LA HARINA DE PESCADO EN LEVANTE DE ALEVINES HIBRIDOS DE *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*.

Xiulingy Méndez¹, Edith Contreras¹, David Mejias¹, Diana Ramirez¹

¹ Universidad Nacional Sur del Lago “Jesús María Semprum”. Santa Bárbara de Zulia. xiulin1101@gmail.com, davidmejias@yahoo.com, dianaing75@gmail.com

El propósito del siguiente trabajo de investigación fue evaluar la harina de hidrolizado de pluma como sustituto de la harina de pescado en levante de alevines de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Para ello se empleó un diseño completamente aleatorizado de 5 dietas o tratamientos de las cuales 3 eran dietas experimentales con diferentes niveles de sustitución de harina de pescado por harina de hidrolizado de plumas, una dieta control que estuvo exenta de hidrolizado de plumas y una dieta comercial de referencia. Los tratamientos se aplicaron a 150 alevines distribuidos aleatoriamente en 15 acuarios a razón de 10 peces por cada acuario. Las dietas fueron suministradas hasta la saciedad durante 60 días. Se determinó el peso inicial y el peso final de los peces por cada unidad experimental (acuarios) así como la sobrevivencia que duró el experimento. Se evaluaron los parámetros de ganancia de peso, factor de conversión alimenticia (FCA) e relación eficiencia proteica (REP).

Los resultados evaluados mediante un análisis de varianza, arrojaron que no existe diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos para cada una de las variables evaluadas. Sin embargo, en números absolutos la mayor ganancia de peso ($5,13 \text{ g} \pm 0,98$) correspondió a la dieta experimental de 30% de sustitución. La dieta de 10% de sustitución mostró la menor conversión alimenticia. En cuanto al REP La dieta que mejor resultado arrojó fue la de 20% de sustitución con un valor de ($0,23 \pm 0,02$), no se observó mortalidad en ninguno de los tratamientos.

En vista de lo antes expuesto, se puede inferir que es posible sustituir la harina de pescado por harina de hidrolizado de plumas hasta en un 30%.

Palabras clave: Alevines, *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus*, Harina hidrolizada de plumas, Ganancia de peso, Factor de Conversión Alimenticia, Relación Eficiencia Proteica.