



161
2 Ej

**EL EFECTO DE NIVELES BAJOS DE SUBSTITUTO
DE PESCADO EN DIETAS PARA POLLOS Y LA
RESPUESTA A LA SUPLEMENTACION DE
ISOLEUCINA**

**Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

de la

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
para la obtención del título de
Médico Veterinario y Zootecnista

por

RUBEN ORTIZ PEREZ

Asesor: Ernesto Avila González



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN - - - - -	1
INTRODUCCION - - - - -	3
MATERIAL Y METODOS - - - - -	13
RESULTADOS - - - - -	17
DISCUSION - - - - -	21
CUADROS - - - - -	29

R E S U M E N

ORTIZ PEREZ RUBEN. El efecto de niveles bajos de sustituto de pescado en dietas para pollos y la respuesta a la suplementación de isoleucina (bajo la dirección de: Ernesto Avila González).

Se realizaron dos experimentos en pollos de engorda con el objeto de determinar si la isoleucina es un aminoácido limitante en dietas sorgo y sustituto de pescado y el de evaluar la inclusión de diferentes niveles de sustituto de pescado en dietas sorgo y pasta de soya. Se utilizaron 240 pollos de engorda de un día de edad, los cuales se alojaron -- las primeras 4 semanas en criadoras eléctricas en batería y -- las 4 semanas siguientes en jaulas para aves en desarrollo, -- en donde se les suministró alimento y agua a libre acceso. -- Cada tratamiento tuvo tres repeticiones de 10 pollos cada -- una (5 hembras y 5 machos). Las variables evaluadas fueron -- consumos de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

En el primer experimento, con pollos de 7 a 21 días de edad, se evaluó la adición de 0.0, 0.1 y 0.2% de L-isoleucina a la dieta sorgo y sustituto de pescado. Los resultados obteni-

dos mostraron que no existía ningún efecto ($P > 0.05$) benéfico en las variables en estudio al suplementar la dieta de -- sustituto de pescado con el aminoácido isoleucina.

En el segundo experimento, con pollos de 1 a 56 días de edad, se estudió la inclusión de diferentes niveles de sustituto de pescado (0, 1, 2, 3 y 4%) en dietas sorgo + pasta de soya. En los resultados obtenidos en 56 días, no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos en ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Los datos de este estudio indican que la isoleucina no es un aminoácido limitante en la dieta sorgo + sustituto de pescado, por otra parte la información obtenida indica que el -- sustituto de pescado es una fuente alternativa de protefna que puede emplearse en dietas para pollos de engorda a niveles de hasta 4% con resultados favorables.

I N T R O D U C C I O N

En las empresas agropecuarias el insumo que incide más en el aumento de los costos de producción es el alimento, -- pues representa del 70 al 75% de los gastos totales (4); por lo cual se pretende obtener el mayor rendimiento al menor -- costo posible en las dietas con que son alimentados los animales.

Las fuentes de proteína de buena calidad tienen un papel muy importante en la elaboración de las dietas para pollos de engorda, pues de éstas depende en gran parte la producción que alcancen los animales (20).

Ya que es difícil encontrar un solo ingrediente cuya -- proteína sea de buena calidad, se han buscado suplementos -- proteicos que al combinarse con otras fuentes proteicas proporcionen un balance adecuado de aminoácidos esenciales en las dietas. Uno de estos suplementos proteicos es la harina de pescado, que es muy utilizada en la elaboración de dietas para pollos, pues al agregar niveles pequeños de harina de -- pescado de buena calidad, se eleva el valor nutricional de -- las raciones y se reducen los costos totales, ya que aporta diferentes nutrientes como la lisina y la metionina en canti

dades adecuadas, lo que permite ahorrar en la cantidad de -- otros nutrientes (33).

De acuerdo a la literatura revisada el empleo de harina de pescado en dietas para pollos mejora la ganancia de peso y conversión alimenticia en un 2.4 y 1.9% en promedio respectivamente (34).

En estudios realizados con pollos de engorda se ha observado que la inclusión de 4% de harina de pescado en las dietas mejora el crecimiento (6).

De la misma manera, se encontró que cuando se formulan dietas bajas en protefna y éstas contenfan 2% de harina de pescado, la conversión alimenticia y ganancia de peso de los pollos era similar a la de los pollos alimentados con una -- dieta testigo con mayores porcentajes de protefna (23).

Se han realizado diferentes estudios para determinar el mecanismo por el cual, la harina de pescado, mejora el valor nutricional de las dietas y se ha sugerido que el efecto pudiera deberse a que: a) la cantidad de aminoácidos esenciales que contiene mejora el balance de éstos en la dieta (35, 46); b) su valor de energía metabolizable es alto (17); c) su contenido de ácidos grasos esenciales (29, 30); d) modifica favorablemente la microflora intestinal (17); e) tiene un contenido alto de calcio, fósforo y selenio que ayuda a -- mejorar la producción (10, 35); f) posee factores de creci-

miento no identificados (8, 35).

Por esta razón, tanto productores como consumidores de alimentos balanceados demandan la harina de pescado, dado -- que tiene un alto valor nutritivo en las dietas para monogástricos.

Sin embargo, otros trabajos han determinado que los -- efectos que ocasiona la harina de pescado sobre el desarrollo de la parvada depende de la calidad de la harina que se utilice (39, 45).

Se ha demostrado que la variación en la calidad de la -- harina de pescado es debido a un conjunto de factores como -- son: materia prima utilizada, métodos de manufactura empleados y condiciones de almacenaje (21, 32, 40).

El origen de la materia prima tiene una gran influencia en la calidad, pues las harinas pueden ser elaboradas a partir de una sola especie de pescado, de una mezcla de varias especies, de pescados completos o partes de pescado, de la -- fauna de acompañamiento de la pesca de camarón o de desechos de la industria empacadora de productos marinos dedicados al consumo humano (17, 32).

Los métodos de manufactura son también importantes, -- pues los cambios más frecuentes e importantes que sufren -- las harinas de pescado en su calidad, ocurren por las altas

temperaturas a las que son sometidas durante su cocción y -
deshidratación (5).

En pruebas biológicas realizadas, se ha demostrado que -
a mayor temperatura en el proceso de la harina de pescado --
hay un menor índice de aprovechamiento neto de la protefna -
(5). También se ha determinado con base en análisis quími--
cos que a mayor temperatura durante el cocimiento, la diges-
tibilidad por pepsina es menor (5). En otros estudios se en-
contró que la lisina y la treonina son los aminoácidos que -
más se destruyen con temperaturas elevadas (31, 41).

En el almacenaje hay dos aspectos importantes que desta-
car: en tiempos prolongados de almacenaje se afecta su cali-
dad (36) y el otro, es cuando no se agregan antioxidantes o-
se agregan en cantidades inadecuadas se producen oxidaciones
violentas de los lípidos y por consiguiente, una baja en el-
valor biológico (15).

Cuando se utilizan harinas de pescado tratadas con anti-
oxidantes el valor de la energía metabolizable se mejora en-
un 20 a 30% al compararlas con harinas no tratadas (17).

En México se ha demostrado también que el valor nutriti-
vo de las harinas de pescado nacionales presenta una gran va-
riación en la calidad (2, 5, 17).

Asimismo, se sabe que pocas plantas productoras adicio-
nan antioxidantes (8, 37). Además, es frecuente encontrar -

adulteraciones en algunas harinas de pescado (17).

Otro problema existente en México es la falta de conocimiento de los hábitos y ciclo de vida de los peces explotados, debido a esto hay una mala localización de las plantas-productoras de harina de pescado y por lo tanto, un aprovechamiento lento y variable (23). Por otro lado, también se carece de una infraestructura de recepción del pescado y en muchos casos se utiliza maquinaria obsoleta e inadecuada - - (44); esto ha traído como consecuencia un desperdicio de los recursos invertidos así como de las capturas, lo que ha ocasionado que la producción nacional no alcance a cubrir las necesidades de este producto por lo que se tiene que importar (7).

La proteína de pescado tiene algunos problemas en su utilización, pues no se pueden emplear en porcentajes elevados ya que puede tener efectos adversos como son: la erosión o perforación de la molleja y como consecuencia baja de peso y muerte, esto ocurre principalmente con harinas de mala calidad (24, 25). Otro efecto es la transmisión del sabor y olor a pescado en los productos avícolas (38).

Por estas razones se han tratado de producir otros productos que substituyan la harina de pescado, como el llamado substituto de harina de pescado que está elaborado de subproductos de pescado, subproductos de origen animal, minerales y complementado con lisina y metionina, de tal manera que su

composición de nutrientes se asemeje a la de las harinas de pescado pero con una calidad constante a través de todo el año.

En un experimento realizado en 1969 para comparar una de estas mezclas con la harina de pescado en dietas para pollos, no se encontró diferencia en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia entre las dos dietas probadas, dadas en porcentajes de 5 y 7.5% de la dieta (43).

En 1980 se realizaron dos estudios, uno con pollos alojados en jaulas en batería y otro en piso para comparar este sustituto de pescado con una harina de pescado a niveles de 0, 2.5, 5, 7.5 y 10% de la dieta. Los resultados obtenidos mostraron que no existía ninguna diferencia estadística entre los dos alimentos probados (10).

En 1984 se comparó una harina de pescado de anchoveta con el sustituto, alimentando a peces gato en dietas que contenían un 10% de cada alimento; al final del experimento no se encontró diferencia en cuanto a producción promedio, rendimiento neto y conversión alimenticia (18).

Un año después se realizó un estudio similar pero esta vez con harina de pescado de sábalo y tampoco se encontró diferencia en cuanto a producción neta, producción total y conversión alimenticia. En ambos estudios, se observó que el sustituto reduce los costos de alimentación ya que su pre--

cio es inferior al de la harina de pescado (19).

En estudios realizados en México con un sustituto de pescado, se evaluó la calidad proteica del sustituto en comparación con dos harinas de pescado nacionales usándose como única fuente de proteína en un experimento con pollitos; en otro trabajo con pollos de engorda se evaluó el efecto de la adición de 4 y 8% de estos productos a la dieta, los resultados no indicaron diferencias ($P > 0.05$) en ganancia de peso y conversión alimenticia entre las fuentes de proteína evaluadas y los niveles utilizados (1).

En experimentos posteriores con gallinas Leghorn, se investigó el efecto de la adición de 4 y 8% del sustituto de pescado y harina de pescado. Las aves tuvieron un comportamiento similar en porcentaje de postura, peso del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia (16).

En estudios realizados se ha comparado, en pollitos, dietas sorgo + pasta de soya, sorgo + sustituto de pescado y sorgo + harina de anchoveta a niveles subóptimos de proteína (15%). Los resultados mostraron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, siendo mejor la dieta con pasta de soya, seguida por la de harina de anchoveta y por último la que incluía el sustituto de pescado (16). Lo que sugiere que el empleo de grandes cantidades de sustituto reduce el crecimiento de las aves debido a un desequilibrio de la proteína.

Este desequilibrio puede deberse principalmente a que el - - sustituto de pescado es deficiente en isoleucina con respec - to a las necesidades de las aves (Cuadro 3).

Las dietas que se formulan para aves no sólo requieren todos los aminoácidos esenciales que no pueden ser sintetiza - dos por las aves, sino también debe existir un balance ade - cuado entre éstos, pues es generalmente reconocido que die - tas con un indeseable patrón de aminoácidos provocan un re - tardo en el crecimiento y una baja en el alimento consumi - do (14).

Se ha comprobado que cuando hay una excesiva cantidad - de aminoácidos, se presenta una depresión del apetito y un - retardo en el crecimiento (14).

Por otro lado, proteínas desbalanceadas no permiten ob - tener una máxima ganancia de peso, ni la máxima eficiencia - de conversión alimenticia a cualquier nivel de proteína en - la dieta, aunque los niveles de proteína en la dieta sean su - ficientes para llenar los requerimientos de metionina y lisi - na (14). Estos resultados se deben al balance que debe exis - tir entre ciertos aminoácidos que son afines. Algunas de -- las afinidades que se han demostrado son entre metionina y - glicina, lisina y arginina, leucina isoleucina y valina, - - treonina y triptofano (11, 12, 13).

Se ha propuesto un concepto de agente y blanco para ex -

plicar esta afinidad entre aminoácidos. El agente es el aminoácido que presenta un efecto adverso en el crecimiento - - cuando está en exceso en la dieta y el blanco es el aminoácido que debe ser adicionado para impedir este efecto adverso (13).

En el caso de la interacción entre leucina, isoleucina y valina, el exceso de leucina causa una depresión en el crecimiento, el cual es seguido de una baja en el alimento ingerido. Este efecto adverso es aliviado si se suplementa con las cantidades necesarias de isoleucina y valina, pero si sólo se agregara uno de los dos, este efecto no se suprime por completo. Se ha observado que al agregar estos dos aminoácidos el nivel de leucina en el plasma baja (12, 14).

La interrelación que existe entre estos aminoácidos ha sido definida en términos cuantitativos, teniendo que en concentraciones de 1.40, 2.15 y 2.90% de leucina, los requerimientos de isoleucina son de 0.58, 0.62 y 0.65% de la dieta respectivamente y en concentraciones de 1.40, 2.40 y 3.40% de leucina, los requerimientos de valina son de 0.77, - - 0.89 y 1.01% respectivamente (13).

Debido a esta interacción es muy probable que los requerimientos de valina e isoleucina sean más altos en dietas -- que contengan una alta porción de maíz, harina de gluten de maíz o sorgo, debido a la alta concentración de leucina que hay en estos productos.

En otros trabajos se informa que cuando hay una deficiencia de estos tres aminoácidos en la dieta, también hay una severa reducción de la ganancia de peso, siendo severa cuando la deficiencia es de isoleucina, moderada cuando es de valina y suave cuando es de leucina (26).

Otros autores señalan que la ganancia de peso corporal de pollos es reducida más severamente por una deficiencia en la dieta de isoleucina, seguida en orden decreciente por deficiencias de treonina, arginina, valina, histidina, triptofano, metionina más cistina, fenilalanina más tirosina, leucina y lisina (28).

El objetivo general de este estudio es ampliar la información existente sobre el valor nutricional del sustituto de pescado y así determinar mejor como se puede emplear en dietas para aves esta fuente alternativa de proteína. Para lo cual se realizarán dos experimentos con las siguientes hipótesis: 1) La suplementación de isoleucina a dietas para pollos con niveles elevados de sustituto de pescado mejorará la calidad de proteína, lo que generará una mayor respuesta en los pollos en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia.

2) El empleo de sustituto de pescado en porcentajes bajos en las dietas para pollos, no produce ninguna diferencia en los pollos en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia.

MATERIAL Y METODOS

Los experimentos que se describen a continuación se llevaron a cabo en las instalaciones del Departamento de Avicultura del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos ubicadas en el Centro Experimental "El Horno" Chapingo, Edo. de México.

Para esta investigación se realizaron dos experimentos, en los cuales se utilizó un sustituto de harina de pescado llamado "Propez" del que a través de los análisis practicados, se obtuvo su composición química proximal (Cuadro 1), su descripción microscópica (Cuadro 2) y su composición de aminoácidos en comparación con las necesidades de los pollos (Cuadro 3).

A continuación se describe cada uno de estos experimentos, en los cuales se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

Experimento 1.- Este experimento tuvo como objetivo determinar si la isoleucina es un aminoácido limitante en las dietas sorgo + sustituto de pescado.

Las dietas utilizadas fueron las siguientes:

Dieta 1: Sorgo + Substituto de pescado (testigo)

Dieta 2: Sorgo + Substituto de pescado + 0.1% de isoleucina

Dieta 3: Sorgo + Substituto de pescado + 0.2% de isoleucina.

La composición de la dieta testigo se presenta en el Cuadro 4, su contenido de proteína es de 15% y cubre los demás requerimientos señalados por Cuca et al. (9).

En este experimento se utilizaron 90 pollos de engordade una línea comercial (Arbor Acres), sexados, de 7 días de edad los cuales fueron alimentados los primeros 6 días de vida con una dieta sorgo + pasta de soya la cual contenía un 23% de proteína. Posteriormente fueron repartidos en 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno.

Al inicio del experimento los pollos fueron pesados individualmente con el objeto de contar con grupos lo más homogéneos posible y se alojaron en criadoras eléctricas en batería, en grupos de 10 aves (5 hembras y 5 machos).

Los datos de consumo de alimento, ganancia de peso y -- conversión alimenticia, de las dos semanas de duración del experimento, se sometieron estadísticamente a un análisis de varianza (42).

Experimento 2.- Este experimento tuvo como objetivo eva

luar la inclusión de diferentes niveles de sustituto de pegado (0, 1, 2, 3 y 4%) en dietas de tipo práctico sorgo + -- pasta de soya. Estas dietas se suministraron durante 8 semanas a 150 pollos de engorda de una línea comercial (Arbor -- Acress), sexados, de un día de edad, siendo agrupados en 5 - tratamientos con 3 repeticiones cada uno.

Las dietas de iniciación (primeras 4 semanas) y las de -- finalización (4 últimas semanas) fueron diferentes en su contenido de protefna, 21 y 19% respectivamente, y cubrieron -- los requerimientos señalados por Cuca et al. (9) (Cuadros 5- y 6).

Al inicio del experimento los pollos se distribuyeron - al azar y se alojaron en criadoras en baterías eléctricas, - en grupos de 10 aves (5 hembras y 5 machos). Al concluir la etapa de iniciación, los pollos se cambiaron a jaulas para - aves en desarrollo, en donde permanecieron hasta concluir el trabajo.

Los pollos y el alimento fueron pesados cada semana pa- ra recabar los datos en estudio que se indicaron para el ex- perimento anterior, así como un análisis de varianza de los- datos obtenidos tanto de las etapas de iniciación (0 - 4 se- manas) y finalización (5 - 8 semanas), así como de los datos obtenidos durante todo el experimento (0 - 8) semanas.

Los pollos, en ambos experimentos, fueron vacunados contra las enfermedades de Marek, Newcastle, Viruela aviar, Laringotraqueitis y Coriza infecciosa en diferentes fechas.

RESULTADOS

Experimento 1.- Los resultados obtenidos pueden observarse en el Cuadro 7, en donde se muestran los datos promedio de las dos semanas de experimentación.

El análisis estadístico no indicó diferencias significativas ($P > 0.05$) de las variables estudiadas. Se puede apreciar que el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia fueron similares entre los diferentes tratamientos.

Los resultados de este experimento revelan que no existe ninguna mejora en el crecimiento de los pollos al adicionar isoleucina a la dieta de sorgo + sustituto de pescado, no obstante que por cálculo aparenta ser el primer aminoácido limitante de la proteína de sustituto.

Experimento 2.- En el Cuadro 8 se observan los datos promedio de las variables estudiadas para las primeras 4 semanas del experimento. No hubo diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos en ninguna variable, se puede observar claramente como se tuvieron similares resultados entre tratamientos para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Los resultados promedio obtenidos de la 5a. a la 8a. se

mana del experimento se encuentran resumidos en el Cuadro 9. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Sin embargo, se observa cierta diferencia numérica a un mejor comportamiento en los pollos alimentados con la dieta testigo.

En el Cuadro 10 puede apreciarse el promedio de los resultados obtenidos durante todo el experimento (0-8 semanas). Nuevamente el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre tratamientos para las variables ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Esta información indica que el empleo de hasta 4% de sustituto de pescado en dietas sorgo + pasta de soya para pollos de engorda no afecta el comportamiento productivo.

D I S C U S I O N

Experimento 1.- En los resultados obtenidos no se demostró ninguna respuesta de los pollos en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia, a la suplementación de isoleucina en la dieta con los niveles empleados, por lo que podría decirse que la isoleucina no es el primer aminoácido limitante en las dietas de sorgo + sustituto de pescado.

Por otro lado, este comportamiento puede deberse a la interacción que existe entre los aminoácidos leucina, isoleucina y valina en donde, según experimentos realizados por -- D'Mello (12, 14), cuando existen niveles altos de leucina en la dieta, los requerimientos de isoleucina y valina se ven aumentados, y si éstos no cubren los requerimientos existe un efecto adverso en el crecimiento de los pollos; para contrarrestar este efecto adverso, debe adicionarse isoleucina y valina en los niveles adecuados pues en caso de adicionar sólo uno de estos aminoácidos la respuesta al crecimiento sería mínima. Esto se debe a que se necesita de los dos aminoácidos (isoleucina y valina) para reducir los niveles altos de leucina en el plasma, que es lo que causa el efecto adverso en el crecimiento.

Por esta razón es necesario realizar otros experimentos

en los cuales se adiciona a la dieta isoleucina y valina, para así poder determinar si existe una mejora en el crecimiento de los pollos alimentados con niveles altos de sustituto de pescado en su dieta.

Experimento 2.- En los resultados obtenidos no se observó ninguna diferencia al adicionar el sustituto de pescado en niveles de 0, 1, 2, 3 y 4% a dietas de sorgo + pasta de soya.

Lo que demostró que el empleo de niveles bajos hasta -- del 4% de sustituto de pescado en dietas de iniciación y finalización no presenta efectos adversos en el crecimiento de los pollos, como sucede cuando se emplea en grandes cantidades según trabajos antes realizados (16). El empleo de estos niveles tampoco produce una mejora en cuanto a ganancia de peso o conversión alimenticia de los pollos como lo hace la harina de pescado de buena calidad (17).

El sustituto de pescado puede utilizarse como una fuente alternativa de proteína ya que, al agregarse en niveles bajos hasta del 4% a expensas de la proteína de pasta de soya si bien no mejora el valor nutritivo de la dieta, tampoco produce efectos adversos en el crecimiento de los pollos; -- permitiendo además, un ahorro de otras sustancias ya que su contenido de calcio y fósforo son altos, además de ser bueno su contenido de energía metabolizable.

LITERATURA CITADA

1. Aguilar, C. J., Ascencio, R. G., Flores, C. E., y Avila, G.E.: Valor nutritivo de un sustituto de pescado. I.- Calidad de la protefna y evaluación en dietas para pollitos. Memorias de la reunión de investigación pecuaria en México, 1985. 149. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias- Secretaría de Agricultura y Recursos-Hidráulicos, México, D. F. (1985).
2. Aguilera, A.A., Avila, G.E., Shimada, S.A., Carmona, N. C. y Chávez, F.A.: Calidad y determinación biológica de la lisina disponible de harinas de pescado nacionales y extranjeras. Tec. Pec. Méx., 26: 7-13 (1974).
3. A.O.A.C.: Official methods of analysis. 13th. ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. 1980.
4. Bachtold, E., Aguilar, A., Alonso, F., Juárez, J., Casas, B. M., Meléndez, R. Huerta, E., Mendoza, E. y Espinoza, A.: Economía zootécnica, Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 1982.
5. Beltrán, A.B.L.: Contribución al estudio biológico para

- estimar el valor nutritivo de las harinas de pescado. - Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 1974.
6. Bird, H.R., Sullivan, T.W., Karrick, N.L. and Grau, C.- R.: Two methods of evaluating fish meal proteins by chick growth. Poult. Sci., 44: 865-868 (1965).
 7. CANACINTRA: La industria alimenticia animal en México.- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, - México, 1985.
 8. Cantor, A. H. and Johnson, T.H.: Effects of unidentified growth factor sources on feed preference of chicks. Poult. Sci., 62: 1281-1286 (1983).
 9. Cuca, G.M., Avila, G.E. y Pro, M.A.: Alimentación de las aves. Colegio de postgraduados, Chapingo, México, - 1982.
 10. Day, E.J. and Dilworth, B.C.: Comparison on menhaden fish meal and a fish meal substitud in broiler diets. - Poult. Sci., 59: 91-94 (1980).
 11. D'Mello, J.P.F. and Lewis, D.: Aminoacid interactions in chick nutrition 1.- The interrelationship between lysine and arginine. Br. Poult. Sci., 11: 299-311 (1970).
 12. D'Mello, J.P.F. and Lewis, D.: Aminoacid interactions -

- in chick nutrition 2.- Interrelationship between leucine, isoleucine and valine. Br. Poult. Sci., 11: 313-323 (1970).
13. D'Mello, J.P.F. and Lewis, D.: Aminoacid interactions in chick nutrition 3.- Interdependence in amino acid requirements. Br. Poult. Sci., 11: 367-385 (1970).
14. D'Mello, J.P.F. and Lewis, D.: Aminoacid interactions in chick nutrition 4.- Growth food intake and plasma amino acid patterns. Br. Poult. Sci., 12: 345-358 - -
15. El- Lakany, S. and Marsh, B.E.: Chemical and nutritive changes in herring meal during storage at different temperatures with and without antioxidant treatment. J. Sci. Fd. Agric., 25: 899-906 (1974).
16. Flores, C.E., García, S.G.J. y Avila, G.E.: Valor nutritivo de un sustituto de pescado 2.- Efecto del reemplazo de la pasta de soya y evaluación en dietas para gallinas. Memorias de la reunión de investigación pecuaria en México, 1985. 150. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias - Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D. F. (1985).
17. Flores, C.E., Rojas, R.E., Avila, G.E. y Aguilera, A.A.: Valor nutritivo de tres harinas de pescado nacionales en dietas prácticas para pollos en engorda. Vet. Mex., -

16: 239-250 (1985).

18. Greenland, D.C., Dupree, H.K. and Long, L.H.: Growth - studies conducted on channel catfish feed diets with -- fish meal or fish meal substitute. Feedstuffs, 56: 20 (1984).
19. Greenland, D.C., Tackett, D.L. and Long, L.H.: Growth - of channel catfish feed sinking pelleted feed contain- - ing either fish meal or a substitute studied. Feed -- stuffs, 57: 28 (1985).
20. Hebert, J.A., Cerniglia, G.L. and Kamus, N. L.: Protein and energy levels during phase feeding of broilers. - Poult. Sci., 58: 1619-1620 (1979).
21. Kellenbarger, S.: Available lysine as an index of fish-meal quality. Poult. Sci., 40: 1756-1759 (1961).
22. Kesteven, E.L.: La significación de los recursos naturales de la planeación de la harina de pescado. Memorias de la reunión sobre la industria de la harina de pescado en México. Guaymas, Son., 1968. 29-33. Secretaría de Industria y Comercio. México, D.F. (1968).
23. Koreleski, J. and Rys K.R.: Effect of reduced dietary-protein and amino acid levels on the performance of - - broiler chickens. Feedstuffs, 51: 39-42 (1979).

24. Kubena, L.F., Salder, C.R., Haynes, R.L., Vardament, T. H. and Deaton, J.W.: Effect of fish and poultry by product meal on the small intestine and gizzard of broilers. Poult. Sci., 55: 30-33 (1966).
25. Massumura, T., Horaguchi, H. and Horikawa, H.: Gizzard-erosion and ulceration in broiler 3.- Toxic substances in fish meal. Jap. Poult. Sci., 18: 98-104 (1981).
26. Mori, S. and Okumura, J.: The valine, leucine and isoleucine requirements of white leghorn chicks. Br. Poult. Sci., 25: 19-25 (1984).
27. N.R.C.: National Research Council: Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press. Washington, D.C., (1984).
28. Okumura, J. and Mori, S.: Effects of deficiency of single essential amino acid on nitrogen and energy utilization in chick. Br. Poult. Sci., 20: 421-429 (1979).
29. Opstvedt, J.: Energy value of Norwegian herring fish meal for poultry. Feedstuffs, 48: 19-22 (1976).
30. Opstvedt, J.: Nutritional significance of residual lipids in fish meal. Feedstuffs, 46: 22, 23, 28 y 31 (1974).
31. Ousternhout, L.E., Graw, C.R. and Lundholm, B.P.: Biolo

gical availability of amino acid in fish meal and other protein sources. J. Nutr., 70: 65-73 (1960).

32. Ousternhout, L. E. and Snyder, D.G.: Nutritional evaluation of fish meals using four short-term chicks tests. Poult. Sci., 41: 1753-1757 (1962).
33. Pesti, G.M. and Noles, R.K.: Using linear programming to formulate feed rations. Feedstuffs, 55: 16-17 (1983).
34. Pike, I.H.: Formulation of poultry diets for maximum profit requirements for protein. Feedstuffs, 48: 25, -26, 33 y 52 (1976).
35. Pike, I.H.: Unidentified growth factors of fish meal; - possible nutritional explanations. Feedstuffs, 51: 32-22 (1979).
36. Rand, N.T., Collins, V. K. and Varner, D.S.: Biological evaluation of the factores affecting the protein quality of fish meals. Poult. Sci., 39: 45-53 (1960).
37. Reynaga, V.R.A. y Garcia, M.A.: El empleo de aditivos - antioxidantes en la producción de harina de pescado. Memorias del Ier. Simposio Internacional de Educación y - Organización Pesquera. Cancún, 1979. 1-9. Depto. de Pesca, Cancún, México (1979).

38. Rojas, S.W., Lung, A.B. and Niño, G.R.V.: Effect of peruvian anchovy (engraulis rigens) meal supplemented with Santoquin on growth and fish flavor of broiler. Poult. Sci., 48: 2045-2052 (1969).
39. Scott, M.L., Dean, W.F., Aguilera, A. and Smith, R.E.: - Quality of fish meal in relation to its value as a supplement to corn soybean oil meal chick diets. Poult. - Sci., 41: 1681 (1962).
40. Smith, R.E. and Scott, H.M.: Biological evaluation of - fish meal proteins as sources of amino acid for the - - growing chick. Poult. Sci., 44: 394-400 (1965).
41. Smith, R.E. and Scott, H. M.: Measurement of the amino- acid content of fish meal proteins by chick growth - - assay. Poult. Sci., 44: 401-408 (1965).
42. Steel, G.D.R. and Torrie, J. H.: Principles and procedu- res of statistics. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., -- U.S.A., 1960.
43. Stephenson, E.L., Reed, H. and Thompson, V.: Fish meal- and fish meal substitutes. Arkansas Farm. Research, -- 18: 3 (1969).
44. Tornes, E.: Procesamiento de harina de pescado especial- mente de anchoveta. Programa de Investigación y Fomen- to Pesquero México/PNUD/FAO. Centro de Estudios Pesque

ros de Mazatlán. 7: 13-16 (1974).

45. Waterhouse, H.N. and Scott, M.H.: Supplemental value of fish meal protein in relation to other sources of - - protein in the test diet. Poult. Sci., 41: 1936-1937 - (1962).
46. Wu, Y.C., Kellens, R.O., Holmes, Z.A. and Nakave, H.S.: The effect of feeding four fish hidrolizate meals on -- broiler performance and carcass sensory characteristics. Poult. Sci., 63: 2414-2418 (1984).

CUADRO 1

Composición Química Proximal del Substituto de Pescado⁺

	Fracción %
Proteína	63.33
Grasa	10.32
Fibra	1.14
Humedad	7.06
Cenizas	16.70
Calcio	4.15
Fósforo	2.86
Proteína digestible en pepsina %	89.29

⁺Análisis realizados de acuerdo al A.O.A.C. Official methods of analysis. 13th. ed. Association of Official Analytical-Chemists, Washington, D.C., 1980.

CUADRO 2

Descripción Microscópica del Substituto de Pescado

Características:

Color: Café oscuro
Textura: Granular fina moderadamente
grasosa al tacto.
Olor: A un producto húmedo y grasoso.

Observación microscópica:

Partículas de sangre, pelo y plasma, contenido estomacal (poca cantidad), pescado (tejido muscular), carne y hueso.

Sedimento:

Se obtuvo 17.5% de sedimento compuesto de -
huesos de animales mamíferos y mínima cantidad de pescado, pelo y vestigios de fosfatos (mineral).

Observaciones llevadas a cabo por el Dr. Jesús Soriano-Torres, del Departamento de Nutrición Animal del INIFAP SARH.

CUADRO 3

Contenido de Aminoácidos como % de la Proteína

Aminoácidos	Substituto de Pescado ⁺	Necesidades ⁺⁺
Arginina	6.1	6.26
Treonina	4.6	3.26
Valina	5.1	3.56
Metionina	3.1	2.17
Isoleucina	2.7	3.48
Leucina	9.0	5.87
Triptofano	1.1	1.00
Fenilalanina	4.5	3.13
Histidina	2.5	1.52
Lisina	7.9	5.22

⁺Análisis reportado por Pesquera Zapata S.A. de C.V.

⁺⁺N.R.C. Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press. Washington, D.C., 1984.

CUADRO 4

Composición de la dieta testigo utilizada durante las dos semanas de duración del primer experimento

Ingredientes	%
Sorgo	86.23
Substituto de pescado	11.10
Ortofosfato de calcio	0.98
Carbonato de calcio	1.04
Sal común	0.40
Premezcla de vitaminas ⁺	0.21
Premezcla de minerales ⁺	0.04
Análisis Calculado	
Proteína cruda	15
EM Kcal/Kg	3000
Calcio	1.1
Fósforo	0.7

⁺Las recomendadas por Cuca et al. (9)

CUADRO 5

Composición de las dietas de iniciación (0-4 semanas)
usadas durante el segundo experimento

Ingredientes %	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5
Sorgo	59.00	59.94	60.88	61.81	62.74
Pasta de soya	33.76	32.20	30.63	29.07	27.50
Substituto de pescado	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
Ortofosfato de calcio	1.87	1.76	1.65	1.54	1.43
Carbonato de calcio	1.39	1.34	1.31	1.27	1.24
DL-Metionina	0.25	0.24	0.23	0.22	0.21
L-Lisina HCl	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08
Aceite	3.00	2.79	2.58	2.37	2.17
Sal común	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Premezcla de vitaminas ⁺	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Premezcla de minerales ⁺	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

Análisis calculado: Proteína cruda 21%, E.M. 3000 Kcal/Kg.,
Calcio 1.1%, Fósforo 0.7%, Lisina 1.25%,
Metionina + Cistina 0.86%.

⁺Las recomendadas por Cuca et al. (9).

CUADRO 6

Composición de las dietas de finalización (5-8 semanas)
usadas durante el segundo experimento

Ingredientes %	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5
Sorgo	64.25	65.17	66.09	66.99	67.96
Pasta de soya	28.74	27.18	25.62	24.09	22.49
Substituto de pescado	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
Ortofosfato de calcio	1.97	1.86	1.75	1.64	1.53
Carbonato de calcio	1.39	1.36	1.32	1.29	1.25
DL-Metionina	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11
Aceite	2.46	2.25	2.05	1.84	1.63
Premezcla de vitaminas ⁺	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Premezcla de minerales ⁺	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Sal común	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Pigmento	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

Análisis calculado: Proteína cruda 19%, E.M. 3000 Kcal/kg.,
Calcio 1.1%, Fósforo 0.7%, Lisina 1.0%,
Metionina + Cistina 0.7%.

⁺Las recomendadas por Cuca et al. (9).

CUADRO 7

Valores promedio obtenidos para machos y hembras durante las dos semanas del experimento 1

Tratamientos	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión Alimenticia
Con 0% de isoleucina	446.80	220.33	2.02
Con 0.1% de isoleucina	452.57	213.07	2.13
Con 0.2% de isoleucina	447.10	214.70	2.09

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en ninguna de estas tres variables estudiadas.

CUADRO 8

Valores promedio obtenidos para machos y hembras durante la etapa de iniciación (0-4 semanas) del experimento 2

Tratamientos con Substituto de pescado	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conver- sión -- alimenticia
Con 0%	710.8	1167.2	1.64
Con 1%	709.9	1155.0	1.63
Con 2%	733.2	1200.7	1.64
Con 3%	703.3	1187.4	1.69
Con 4%	712.0	1159.8	1.63

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en ninguna de estas tres variables estudiadas.

CUADRO 9

Valores promedio obtenidos para machos y hembras durante la etapa de finalización (5-8 semanas) del experimento 2

Tratamientos con Substituto de pescado	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión -- alimenticia
Con 0%	1447.1	3321.6	2.30
Con 1%	1217.1	3121.7	2.57
Con 2%	1265.3	3201.6	2.54
Con 3%	1270.2	3294.2	2.59
Con 4%	1323.2	3227.2	2.50

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en ninguna de estas tres variables estudiadas.

CUADRO 10

Valores promedio obtenidos para machos y hembras durante las ocho semanas de duración del experimento 2

Tratamientos con Substituto de Pescado	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	Conversión alimenticia
Con 0%	2157.3	4488.3	2.08
Con 1%	1927.0	4276.7	2.21
Con 2%	1998.5	4402.3	2.21
Con 3%	1973.4	4481.6	2.27
Con 4%	2035.1	4387.0	2.17

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en ninguna de estas tres variables estudiadas.