

UTILIZACION DE HARINA DE DESECHOS DE MATADERO DE AVES Y HARINA DE PESCADO EN DIETAS PARA POLLOS EN INICIACION^{1/}

Mario E. Zumbado *
Mario Murillo *

ABSTRACT

Poultry offal meal and fish meal in broiler starter diets. Two experiments were conducted to evaluate the effect of replacing poultry offal meal (POM) for Costa Rican fish meal (FM) in broiler starter diets (1-28 days). Exp. 1 involved a total of 189 Hubbard broilers distributed in 7 treatments: 1) Control (Corn-soybean meal diet), 2) 6 % FM, 3) 9 % FM, 4) 12 % FM, 5) 6 % POM, 6) 9 % POM, and 7) 12 % POM. All diets had similar contents of ME (about 3100 kcal/kg), crude protein (23%CP) and methionine (0.50 - 0.52 %). Diets with increasing levels of POM had higher levels of TSAA. Broilers on FM diets showed the best feed conversion ratios but differences were significant ($P < 0.05$) only among the 6 % FM treatment (1.58) and the three treatments with POM (1.65; 1.75 and 1.70 respectively). Considering the individual effects of each meal, birds on the POM treatments showed a higher feed intake (1253 g) than those on FM diets (1045 g feed/bird), were heavier (738 vs 637 g gain/bird) and had better feed conversions (1.63 vs 1.70) at the end of the experimental period. In Exp. 2, treatments consisted of four combinations of FM: POM (12% : 0%, 8% : 4% ; 4% : 8% and 0% : 12%) All diets were formulated by substitution of the POM for FM without considering the differences in their nutritional composition. Consequently, the level of CP increased as the content of POM was raised due to its higher content of CP (64.2% for POM vs 55.1% for FM). No differences were observed among treatments. However, the best weight gains and feed conversions were obtained by those birds eating diets containing both meals (8 % : 4 % and 4 % : 8 %). It seems that 9% FM, 12 % POM or 12 % of a mix of both could be used in broiler starter diets without any detrimental effect on performance.

INTRODUCCION

El elevado contenido de proteína de alto valor biológico y con un excelente perfil de aminoácidos esenciales, así como el aporte de fósforo altamente disponible, son en la actualidad, las princi-

pales razones para la utilización de la harina de pescado y otras materias primas de origen animal en la alimentación de las aves. En el pasado, su inclusión en las dietas se justificaba aún más dado su aporte de factores desconocidos del crecimiento (FDC). El descubrimiento y uso de la vitamina B₁₂, así como la valoración de la significancia nutricional para las aves del selenio, zinc y otros oligoelementos, ha disminuido la importancia de utilizar fuentes de FDC en las dietas. Hoy en día, el uso de harinas procedentes de fuentes animales obedece primordialmente a consideraciones de ti-

¹ Recibido para publicación el 16 de enero de 1986.

* Programa Avícola, Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

po económico y a su aporte de nutrimentos conocidos.

A pesar de que en la mayoría de los casos las dietas a base de maíz y soya, suplementadas con metionina sintética y otros nutrimentos menores, han demostrado ser adecuadas para lograr una máxima eficiencia de crecimiento de los pollos, el uso de proteína animal continúa siendo amplio y en muchos casos justificable. En países con abundante pesca, la harina de pescado se utiliza hasta en un 10 % o más en dietas de iniciación de pollos de engorde. Por el contrario, en muchas regiones su uso es más limitado al ser un producto de importación que usualmente alcanza precios muy elevados. En estos países, las harinas elaboradas con los desechos de las plantas procesadoras de animales, representan una alternativa como fuentes de proteína animal para sustituir a la harina de pescado.

El notable aumento en el consumo de carne de pollo en los últimos años en Costa Rica ha motivado que se genere una elevada cantidad de desechos en las plantas procesadoras. Estos desechos generalmente representan un problema de manejo y su eliminación implica un gasto considerable para el procesador, además que existe el riesgo de crear focos de contaminación ambiental. Por lo tanto, un adecuado procesamiento los podría convertir en productos útiles en la alimentación animal, evitándose a la vez los problemas antes mencionados.

Potter y Fuller (1967), describen tres materias primas obtenidas de los desechos de las plantas procesadoras de aves; éstas son: la harina de plumas hidrolizadas, la harina de desechos de aves (vísceras y sangre) y la grasa. Cuando se trata de plantas pequeñas o medianas, lo más práctico es la elaboración de una harina que mezcla todos esos desechos. En ese caso se obtiene un producto denominado harina de desechos de matadero de aves (HDMA), también conocido en Costa Rica como "tortave".

El mayor problema encontrado al mezclar esos desechos, es que las altas temperaturas alcanzadas durante el tratamiento con vapor, el cual es requerido para la hidrólisis de los enlaces disulfuro de la queratina de las plumas, afecta en forma adversa la disponibilidad de lisina y de otros aminoácidos presentes en la porción cárnica de la mezcla. Generalmente es difícil encontrar una temperatura intermedia óptima para el procesamiento de todos los subproductos mezclados (McNaughton *et al.*, 1977; Doty, 1969). Así mismo, cualquier variación en la proporción de los componentes de la HDMA,

puede afectar la composición y el valor nutritivo del producto final.

A pesar de los problemas antes mencionados, se han informado ciertas ventajas al mezclar los desechos para su procesamiento. Fuller (1967), encontró que la adición de sangre a las plumas favorece el proceso de hidrólisis y mejora el perfil de aminoácidos del producto final. Romoser (1955) y Naber y Morgan (1956), informaron que la combinación de desechos mejora notablemente el balance de aminoácidos del producto, obteniéndose una harina de excelente valor nutritivo para la alimentación de pollos de engorde.

Bhargara y O'Neil (1975), encontraron que la adición de 10 % de tortave en la dieta de iniciación de pollos de engorde produjo buenos resultados siendo éstos aún superiores cuando se adicionó metionina y lisina sintética a la dieta. Resultados similares han sido reportados por Keppens y Reyten (1969) con 10 % de tortave, quienes a su vez notaron que al incluir 15 a 20 % ocurrió una depresión significativa del crecimiento y conversión alimenticia de los pollos. Por su parte, Potter y Fuller (1967) encontraron que la adición de 8 % de tortave en dietas para pollos de engorde produjo resultados semejantes a los obtenidos con un nivel similar de harina de pescado. Por el contrario, Jackson y Fulton (1971) notaron una disminución en el consumo de alimento con la consiguiente reducción en ganancia de peso al aumentar el nivel de tortave en la dieta a expensas de la harina de pescado. Comparada con la harina de pescado, la tortave es más pobre en su contenido de lisina y metionina aunque obviamente es más rica en cistina. Esto último como resultado del desdoblamiento de los enlaces disulfuro de la queratina de las plumas (Eggum, 1970). Ese alto contenido de cistina podría disminuir en cierto grado el requerimiento de metionina de pollos de engorde alimentados con dietas conteniendo tortave (Fuller, 1967).

Con base en los informes existentes sobre el uso de la harina de subproductos avícolas en pollos de engorde, se llevaron a cabo dos experimentos con el fin de estudiar el efecto de sustituir la harina de pescado por HDMA en dietas de iniciación de pollos de engorde y a la vez comparar estas dietas con otras formuladas a base de maíz y harina de soya sin ninguna fuente de proteína animal.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos utilizando pollos de engorde Hubbard x Hubbard de un día

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales (Experimento 1).

Ingredientes	Número de la dieta						
	1	2	3	4	5	6	7
	Porcentaje						
Harina de pescado	—	6	9	12	—	—	—
HDMA ¹	—	—	—	—	6	9	12
Torta de soya (48%PC)	37,86	30,12	27,80	22,71	29,27	25,29	20,88
Maíz amarillo	55,42	58,37	57,72	60,04	58,05	59,05	60,47
Aceite de soya	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Fosfato dicálcico	2,07	1,83	1,83	1,62	2,07	2,07	2,07
Carbonato de calcio	0,93	—	—	—	0,93	0,93	0,93
Metionina, DL	0,22	0,18	0,15	0,13	0,18	0,16	0,15
Sal	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Vitaminas y minerales ²	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Análisis calculado							
Proteína cruda, %	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
EM, kcal/kg	3060	3124	3123	3152	3107	3129	3154
Metionina, %	0,52	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50	0,50
Metionina + cistina, %	0,88	0,86	0,86	0,83	0,94	0,97	1,01
Lisina %	1,32	1,37	1,44	1,43	1,19	1,14	1,08
Calcio, %	0,90	0,90	1,03	1,17	0,91	0,92	0,93
Fósforo disponible, %	0,46	0,51	0,54	0,52	0,52	0,53	0,53

1. HDMA = Harina de desechos de matadero de aves.

2. Premezcla de vitaminas y minerales. Aportó por kg de dieta: 11000 UI, Vitamina A; 2000 UI, Vitamina D₃; 5 UI, Vitamina E, 3 mg, Vitamina K; 5 mg, Riboflavina; 10 mg, Pantotenato de calcio; 35 mg, Niacina; 250 mg, Cloruro de colina; 0,012 mg, Vitamina B¹²; 0,75 mg, Acido fólico; 0,05 mg, D-biotina; 70 mg, Manganeso; 50 mg, Zinc; 80 mg, Hierro, 10 mg, Cobre; 1 mg, Yodo; 1 mg, Cobalto y 0,05 mg, Selenio.

de edad y sin sexar, distribuidos en forma aleatoria en baterías criadoras con calefacción regulada. Ambos ensayos tuvieron una duración de 28 días cada uno y durante este período tanto el agua como el alimento fueron suministrados *ad libitum*.

En el experimento 1, un total de 189 pollos se distribuyeron en 7 tratamientos con tres grupos de 9 pollos por cada tratamiento siguiendo un modelo estadístico de bloques al azar. Los tratamientos consistieron de una dieta control a base de maíz y soya, y tres niveles (6, 9 y 12 %) de harina de pescado o tortave en sustitución de la torta de soya (Cuadro 1). Las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas y se suplementaron con DL-metionina

con el fin de que todas presentaran el mismo nivel total de dicho aminoácido.

En el segundo ensayo se evaluaron, utilizando un modelo irrestrictamente al azar, cuatro niveles de sustitución (0, 33, 66 y 100 %) de la harina de pescado por tortave, que correspondieron a 4 dietas con diferentes combinaciones de HP y HDMA (12 %: 0 %, 8 % : 4 %, 4 %: 8 % y 0%: 12 %). En este caso los demás componentes de las dietas se mantuvieron constantes con el fin de detectar las posibles diferencias en el comportamiento productivo de los pollos como resultado de la sustitución.

La composición y análisis calculado de las dietas se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales (Experimento 2).

Ingredientes (%)	Nivel de sustitución (%)			
	0	33	66	100
Harina de pescado	12	8	4	0
HDMA ¹	0	4	8	12
Torta de soya (48%PC)	20	20	20	20
Maíz amarillo	65,20	65,20	65,20	65,20
Fosfato dicálcico	1,50	1,50	1,50	1,50
Carbonato de calcio	0,60	0,60	0,60	0,60
Metionina, DL	0,15	0,15	0,15	0,15
Sal	0,25	0,25	0,25	0,25
Vitaminas y minerales ²	0,30	0,30	0,30	0,30
Análisis calculado				
Proteína cruda, %	21,8	22,2	22,5	22,9
EM, kcal /kg	3000	3011	3022	3033
Calorías/proteína	138	136	134	132
Metionina, %	0,47	0,45	0,43	0,41
Metionina + Cistina, %	0,86	0,89	0,92	0,96
Lisina, %	1,36	1,26	1,16	1,06
Calcio, %	1,26	1,18	1,09	1,00
Fósforo disponible, %	0,71	0,66	0,62	0,56

1, 2. Ver Cuadro 1.

La tortave o harina de subproductos avícolas utilizada en ambos ensayos se elaboró a partir de la mezcla de plumas, vísceras, sangre y aves enteras que llegan muertas al matadero. Estos desechos fueron sometidos a una temperatura de 140 a 160 C con una presión de vapor de 6-7 kg/cm² durante tres horas, en la planta procesadora de desechos de la empresa La Garita S.A. Al final se obtuvo un producto de color café claro de buen olor y textura, que fácilmente se mezclaba con los demás componentes de las dietas. Por su parte, la harina de pescado para los ensayos se obtuvo de la Empresa Enlatadora Nacional, S.A. La composición proximal (AOAC, 1980) y el contenido de calcio (Fick *et al.*, 1976) y fósforo (Fiske y Subbarrow, 1925, modificado por Fick *et al.*, 1976) de ambos productos aparecen en el Cuadro 3.

La ganancia de peso y el consumo de alimento de cada grupo de pollos se midió al final del período experimental. Asimismo, se mantuvo un registro diario de mortalidad el cual no se informa dado que este parámetro no fue alterado en forma alguna por las diferentes dietas utilizadas.

Cuadro 3. Análisis proximal y contenido de calcio y fósforo de las harinas de pescado (HP) y de desechos de matadero de aves (HDMA)¹

Componente (%)	Harina de pescado (HP)	Tortave (HDMA)
Humedad	9,3	5,7
Proteína cruda	55,1	64,2
Cenizas	20,1	3,7
Fibra cruda	0,5	1,1
Extracto etéreo	6,5	20,5
ELN	8,5	4,9
Calcio	6,4	0,7
Fósforo	1,1	0,5

1. Valores expresados en base "tal como ofrecido".

Cuadro 4. Efecto de la utilización de harina de pescado y tortave sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde (Experimento 1).

Variable de la dieta		Resultados de 28 días		
Harina de pescado %	Tortave %	Consumo de alimento - g	Ganancia de peso g	Consumo/ganancia
-	-	1192 ^{ab}	707 ^a	1,68 ^{ab}
6	-	1098 ^{bc}	691 ^a	1,58 ^c
9	-	1074 ^{bc}	657 ^a	1,63 ^{bc}
12	-	962 ^c	563 ^a	1,69 ^{ab}
-	6	1246 ^{ab}	757 ^a	1,65 ^b
-	9	1315 ^a	751 ^a	1,75 ^a
-	12	1198 ^{ab}	707 ^a	1,70 ^{ab}
Efecto individuales				
Harina de pescado		1045 ^b	637 ^b	1,63 ^a
Tortave		1253 ^a	738 ^b	1,70 ^a

a, b, c Medias dentro de la misma columna con letra diferente son significativamente diferentes entre sí ($P < 0,05$).

Los datos de consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia (consumo de alimento/ganancia de peso) fueron sometidos a análisis de varianza y las diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$) se determinaron utilizando la prueba de rangos múltiples de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis proximal de la harina de pescado (Cuadro 3), demuestra que ésta tuvo un menor contenido de proteína cruda (PC) y grasa (55,1 y 6,5 %) que la tortave (64,2 y 20,5 %). El elevado contenido de ambos nutrimentos en la tortave se debe, en el caso de la proteína, a la presencia de una considerable cantidad de plumas y sangre en la mezcla y en el caso de la grasa, a la grasa abdominal de los pollos procesados. Terpstra (1961) informó un nivel de 86 % de PC en la harina de plumas, mientras que Wisman *et al.* (1950) obtuvieron valores de 69 % de PC en la harina de sangre de aves. El valor de 64 % PC obtenido en este análisis coincide con lo informado por Potter y Fuller (1967) y Keppens y Reyten (1969). Asimismo, estos autores determinaron contenidos de 21,3 y 14,6 % de grasa en la tortave, respectivamente. Otros investigadores han encontrado valores de más de 20 % de

grasa en dicho producto (Cambronero y Chan, 1982; Jackson y Fulton, 1971).

En el primer experimento, se observó que los pollos que recibieron las dietas con 6 y 9 % de harina de pescado ó 6 % de tortave presentaron la mejor conversión alimenticia (valores de consumo/ganancia bajos), la cual fue superior incluso a la dieta control (Cuadro 4), aunque sólo con 6 % de harina de pescado se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) con respecto al control. De los resultados con los tratamientos restantes se puede diferir que es factible utilizar niveles hasta de 12 % de tortave o harina de pescado en sustitución de la harina de soya, si las condiciones económicas lo permiten. En el mismo experimento, la inclusión de harina de pescado causó una disminución en el consumo de alimento la cual fue significativa ($P < 0,05$) cuando se utilizó un nivel de 12 % de dicha harina. El efecto contrario ocurrió con la tortave la cual aparentemente estimuló el consumo. En vista de que las dietas contenían niveles semejantes de energía metabolizable y metionina (Cuadro 1), la única justificación para tal preferencia es una mejor palatabilidad de las dietas que contenían tortave, o quizás también una calidad pobre de la harina de pescado debido a fallas en su procesamiento.

Cuadro 5. Efecto de la sustitución de harina de pescado por tortave sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde (Experimento 2).

Variable en la dieta		Resultados de 28 días		
Harina de pescado %	Tortave %	Consumo de alimento g	Ganancia de peso g	Consumo/ganancia
12	0	1382	819	1,69
8	4	1302	805	1,62
4	8	1366	847	1,61
0	12	1329	777	1,71

No hubo diferencias significativas entre medias ($P < 0,05$).

Aunque no se observó diferencias significativas en la ganancia de peso, es posible ver como la tortave estimuló un mejor crecimiento de los pollos probablemente como consecuencia del mayor consumo de alimento. La tasa de crecimiento más deficiente se observó con los pollos que recibieron la dieta con 12 % de harina de pescado, lo cual probablemente se debió al menor consumo de alimento.

Con los datos obtenidos no se observa un efecto aparente de posibles FDC presentes en la harina de pescado o en la tortave. Esto probablemente se debe a la suplementación adecuada de vitamina B₁₂ y selenio en la premezcla de vitaminas y minerales (12 y 50 mg por 1000 kg de alimento, respectivamente). Ambos factores han sido identificados por Jensen (1975) y Potter *et al.* (1977) como los posibles FDC presentes en la harina de pescado y otros materiales.

Es importante tomar en cuenta que las dietas con 9 y 12 % de tortave contaron con niveles de lisina ligeramente inferiores a los recomendados por el NRC (1984). Es difícil establecer con base en estos experimentos si este factor es el causante del menor rendimiento observado en los pollos que consumieron esas dietas.

En el experimento 2 no se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) al sustituir la harina de pescado por tortave (Cuadro 5). Aún así, se nota que la mezcla de ambos productos (33 y 66 % de sustitución) produjo mejores resultados que cuando éstos se utilizaron individualmente (0 y 100 % de sustitución). Es posible que al mezclar la tortave con harina de pescado se logre un balance óptimo de aminoácidos lo cual estimula el creci-

miento en forma eficiente. Al igual que en el experimento 1, las dietas con niveles altos de tortave presentaron un menor contenido de lisina sin que se afectaran los rendimientos. Esto podría hacer suponer que la disponibilidad de ese aminoácido en la tortave es bastante buena, lo que a su vez indicaría que el método de procesamiento de los desechos utilizado en este experimento es adecuado. Esto contradice lo reportado por Lea *et al.* (1960) y McNaughton *et al.* (1977), quienes encontraron que más de 30 minutos de tiempo de procesamiento a una temperatura de más de 126 C ocasionaron una destrucción de los aminoácidos y una pobre disponibilidad de lisina. Por el contrario, Bhargara y O'Neil (1975) recomiendan cocinar la mezcla por tres horas para obtener un producto de calidad aceptable.

Considerando que ambos ensayos se realizaron con un intervalo de 3 semanas, se nota que la HDMA tendió a presentar resultados más constantes que la HP, lo que demuestra que es un producto de calidad más consistente. Eso se debe a que las proporciones de los diferentes desechos en el matadero tienden a ser los mismos diariamente, probablemente no ocurriendo lo mismo durante la elaboración de HP. Por tal razón y acorde con los presentes resultados, es factible recomendar el uso de hasta un 12% de HDMA en dietas para pollos de engorde como sustituto de HP.

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos con pollos Hubbard de un día de edad durante el período de iniciación, con el objetivo de estudiar el efecto de

sustituir la harina de pescado (HP) de la dieta por harina de subproductos de matadero de aves (HDMA). Asimismo, se comparó el rendimiento de los pollos alimentados con una dieta a base de maíz de soya sin ninguna fuente de proteína animal con el de aquellos que recibieron diferentes niveles de tortave o harina de pescado.

En el experimento 1 un total de 189 pollos fueron distribuidos en 7 tratamientos: 1) Testigo (maíz - soya), 2) 6 % HP, 3) 9 % HP, 4) 12 % HP, 5) 6 % HDMA, 6) 9 % HDMA y 7) 12 % HDMA. Todas las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas. Los pollos del grupo 12 % HP, consumieron significativamente ($P < 0,05$) menos alimento (962 g) que los que recibieron las dietas testigo (1192 g) y las que contenían HDMA (1246, 1315 y 1198 g). Los pollos que recibieron HP mostraron las mejores conversiones alimenticias existiendo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre 6 % HP (1,58) y los tratamientos con HDMA (1,65; 1,75 y 1,70 kg de alimento/kg de ganancia de peso, respectivamente). Dicho tratamiento también fue superior al testigo (1,68).

Para el experimento 2 se evaluaron cuatro combinaciones de HP y HDMA (12 % : 0 %, 8 % : 4 %, 4 % : 8 % y 0 % : 12 %). La sustitución se realizó por peso sin considerar las diferencias en composición nutricional entre HP y HDMA. Esto dio como resultado un incremento en el nivel de proteína cruda de la dieta conforme aumentó el nivel de HDMA en ésta. La EM calculada tendió a ser similar en las cuatro dietas experimentales. A pesar de que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, se observó un mejor crecimiento y conversión alimenticia de los pollos que consumieron las dietas que contenían ambas fuentes de proteína animal (8 % : 4% y 4% : 8%).

En términos generales, los resultados reflejan cierta ventaja al incluir 9 % de HP o 12 % de HDMA en sustitución de la harina de soya en dietas de iniciación de pollos de engorde. Además, pareciera que es posible sustituir HP por HDMA en dichas dietas sin que se afecten los rendimientos de las aves.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1980. Official methods of analysis. 13 ed. Washington, D.C., A.O.A.C.
- BHARGARA, K.K.; O'NEIL, J.B. 1975. Composition and utilization of poultry by product and hydrolyzed feather meal in broiler diets. *Poultry Science* 54: 1511-1518.
- CAMBRONERO, J.C.; CHAN, O.F. 1982. Composición química de materias primas y subproductos agroindustriales de uso común en la alimentación animal en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia.
- DOTY, D.M. 1969. Nutritional constituents in animal and poultry by-products meal. *Feedstuffs* 41 (11): 2-8.
- EGGUM, B.Ö. 1970. Evaluation of protein quality of feather meal under different treatments. *Acta Agric. Scandinavica* 20: 230-234.
- FICK, K.R.; MILLER, S.; SUMK, J.D.; McDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. 1976. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Gainesville, University of Florida, Latin American Mineral Research Program.
- FISKE, C.M.; SUBBARROW, Y.S. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* 66: 135.
- FULLER, H.L. 1967. Feather meal. *Natl. Renderers Ass. Technical Newsletter* no. 307. 11 p.
- JACKSON, N.; FULTON, B.R. 1971. Composition of feather and offal meal and its value as a protein supplement in the diet of broilers. *Journal of Science Food Agriculture* 22: 38-42.
- JENSEN, L.S. 1978. Unidentified nutritional factors of importance to poultry. *Proceedings Georgia Nutrition Conference, Atlanta*. p. 59-66.
- KEPPENS, L.; REYTENS, N. 1969. Comparison of poultry waste meal with fish meal. *Nutrition Abstracts and Reviews* 40: 75.
- LEA, C.H.; PARR, J.L.; CARPENTER, H.K. 1960. Chemical and nutritional changes in stored herring meal. *British Journal Nutrition* 14: 19-113.
- McNAUGHTON, J.L.; PASHA, A.H.; DAY J.E.; DILWORTH, C.B. 1977. Effect of pressure and temperature on poultry offal meal quality. *Poultry Science* 56: 1161-1167.
- NABER, E.C.; MORGAN, L.C. 1956. Feather meal and poultry scrap in chick starting rations. *Poultry Science* 35: 888-895.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. Nutrient requirement of poultry. 8 ed. Washington, D.C.; National Academy of Science.
- POTTER, D.K.; FULLER, H.L. 1967. The nutritional value of poultry offal meal in chick diets. *Poultry Science* 46: 255-257.

- POTTER, L.M.; PUDELKIEWICZ, W.J.; WEBSTER, L.; MATTERSON, L.D. 1962. Metabolizable energy and digestibility evaluation of fish meal for chickens. *Poultry Science* 41: 1745-1752.
- ROMOSER, G.L. 1955. Studies on feather meal, poultry by-products meal and methionine in broiler rations. *Proc. Univ. Md. Nutrition Conference Feed Manufactures Ass.* p. 41-45.
- TERPSTRA, K. 1961. Digestibility of feather meal by chickens. *Nutrition Abstract and Reviews* 31: 1433.
- WISMAN, E.L.; HOLMES, C.E.; ENGEL, R.W. 1958. Utilization of poultry by products in poultry rations. *Poultry Science* 37: 834-838.