

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIZACION DE LA HARINA DE POLLO
COMO FUENTE PROTEINICA EN LA
ALIMENTACION ANIMAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

ROBERTO TELLEZ SALAZAR

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1982







1080063259

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIZACION DE LA HARINA DE POLLO
COMO FUENTE PROTEINICA EN LA
ALIMENTACION ANIMAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ROBERTO TELLEZ SALAZAR

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1982

T/
SF95
.T4

040.636
FA 9
1982



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

Fests



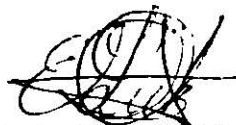
FONDO
TESIS LICENCIATURA

UTILIZACION DE HARINA DE POLLO COMO FUENTE PROTEINICA
EN LA ALIMENTACION ANIMAL.

TESIS PRESENTADA POR ROBERTO TELLEZ SALAZAR, COMO RE-
QUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO -
AGRONOMO ZOOTECNISTA.

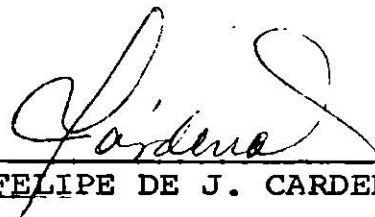
COMITE DE REVISION

ASESOR PRINCIPAL:



ING. M.C. ERASMO GUTIERREZ O.

ASESOR AUXILIAR:



ING. M.C. FELIPE DE J. CARDENAS

FECHA: 9 de Noviembre 1982.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

SR. RUBEN TELLEZ OYERVIDEZ

SRA. MARIA DE LA LUZ SALAZAR DE TELLEZ

Con cariño, quienes me apoyaron y alentaron
siempre para la realización de mi carrera.

A MIS HERMANOS:

RODRIGO

ROLANDO

JUANA MARIA

ROSBEL

RODIMERO

ARACELY

RICARDO

Gracias por su apoyo para que siguiera adelante.

A MI SOBRINO

RODRIGO TELLEZ Jr.

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR:

ING. M.C. ERASMO GUTIERREZ ORNELAS

Por su paciencia y acertada dirección durante el desarrollo del presente trabajo.

A LOS CATEDRATICOS:

ING. M.C. FELIPE DE JESUS CARDENAS G.

ING. AGR. JAVIER FCO. MARTINEZ MONTEMAYOR

ING. MANUEL TREVIÑO CANTU

Por su ayuda brindada con sus conocimientos y experiencias.

A LA Q.I. ROSARIO MIRELES DE SALCEDO e

ING. MA. DEL CARMEN RUSSILDI G.

Por su ayuda en el proceso práctico de este trabajo.

AL D.I.F. DE MONTERREY

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

I N D I C E

	PAGINA
I N T R O D U C C I O N.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	4
I.- IMPORTANCIA DE LAS HARINAS DE ORIGEN ANIMAL..	4
II.- METODOS COMUNES PARA EL PROCESADO DE HARINAS ANIMALES.....	7
III.- CRITERIOS PARA CONOCER LA CALIDAD DE LAS HARI NAS DE ORIGEN ANIMAL.....	8
IV.- METODOS PARA LA VALORACION DE LA PROTEINA DE LOS ALIMENTOS.....	10
V.- FUENTES DE MATERIAS PRIMAS.....	17
MATERIALES Y METODOS.....	18
a) Aspectos Generales.....	18
b) Digestibilidad <u>in vitro</u> de raciones.....	19
c) Digestibilidad <u>in situ</u> de raciones.....	22
d) Digestibilidad de la proteína por el método de la pepsina y ácido clorhídrico.....	23
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
a) Aspectos Generales.....	25
b) Digestibilidad <u>in vitro</u>	30

PAGINA

c) Digestibilidad <u>in situ</u>	31
d) Digestibilidad de proteínas.....	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
R E S U M E N.....	38
B I B L I O G R A F I A.....	40

INDICE DE CUADROS Y FIGURA

CUADRO		PAGINA
1	Comparación entre el contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas de los cereales y de los alimentos animales.....	6
2	Ingredientes y su composición de proteína y energía metabolizable (EM) utilizados en el presente trabajo (Base seca).....	21
3	Raciones utilizadas con 22% de proteína y -- 300 Mcal. de energía metabolizable (EM)/100 Kg. de M.S.....	22
4	Análisis bromatológico de la harina de pollo.	25
5	Contenido de proteína de algunas harinas de origen animal.....	26
6	Producción de pollita vendible de una compañía incubadora de la región en 1981.....	29
7	Medias de digestibilidad <u>in vitro</u> de materia seca (MS) y materia orgánica (MO) de -- las raciones con niveles diferentes de harina de pollo.....	30
8	Porcentaje de digestibilidad <u>in situ</u> de materia seca de raciones con diferentes niveles de harina de pollo.....	32
9	Digestibilidad de proteína de algunos ingredientes proteínicos incluyendo harina de pollo.....	33

FIGURA

PAGINA

- 1 Digestibilidad in vitro de materia seca -
(MS) y materia orgánica (MO) de raciones
con diferentes niveles de harina de pollo. 31

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

La competencia existente entre el hombre y los animales - por algunos alimentos especialmente granos, ha originado una - intensa investigación acerca de la alimentación de los anima-- les domésticos a base de subproductos agroindustriales de dife-- rentes clases y tipos.

Durante el decenio de 1960, se pronosticó que la demanda mundial de proteínas superaría pronto la oferta de las fuentes habituales (Smith, 1978), por lo cual urge localizar alternati-- vas posibles que se puedan utilizar como alimento en cada re-- gión.

La proteína es uno de los nutrientes críticos, particular-- mente para animales jóvenes sometidos a un crecimiento rápido; aunque en algunos momentos su importancia puede ser menor que la correspondiente a la energía u otros nutrientes. Además los suplementos de proteína suelen ser más caros que los alimentos energéticos, por lo que su empleo óptimo adquiere suma impor-- tancia en cualquier sistema de aliment ción práctica.

Las harinas de origen animal, normalmente son subproduc-- tos, que representan en la alimentación de los animales domés-- ticos un grupo de ingredientes muy variado y muy particular.

Dentro de sus propiedades nutritivas, son sobre todo ricas en proteínas, minerales, materias grasas; además son fuentes importantes de ciertas vitaminas, principalmente aquellas del complejo B.

Por otro lado, destacan los suplementos proteínicos ya -- sean de origen animal provenientes de la industria de la carne y lactoquesera (harina de carne, harina de carne y hueso, harina de sangre, harina de plumas, subproductos lácteos) ó fuentes marinas de proteínas (harina de pescado, solubles condensados de pescado, harina de crustáceos, harina de ballena, etc.), por su concentración de nutrientes críticos como los aminoácidos lisina, metionina y cistina, los cuales son muy escasos en las harinas de origen vegetal (Church y Pond, 1977).

Según se agudiza el déficit mundial de proteínas (Church y Pond, 1977), se emprenden investigaciones para identificar y desarrollar fuentes adicionales para su empleo en la alimentación animal. Entre las fuentes potenciales se incluyen los residuos o subproductos de aves en general; y en particular los pollitos no vendibles provenientes del sexado y selección considerados como deshechos de las incubadoras; esto reviste gran importancia ya que en Nuevo León se encuentra el 21.84% de -- las plantas de incubación del país (Industria Avícola, 1970), -

de donde se pueden obtener las materias primas para preparar la harina de pollo, utilizando los siguientes deshechos:

- a) Los pollitos machos recién nacidos, hermanos de las - pollitas ponedoras.
- b) Hembras recién nacidas no aptas para la crianza.
- c) Deshechos recién nacidos de los pollos de engorda.

De acuerdo a lo anterior se elaboró la siguiente investigación acerca de la utilización de la harina de pollo como -- factible fuente proteínica en la alimentación animal, teniendo como objetivos: a) Investigar y dar a conocer las ventajas y desventajas de la posible utilización de la harina de pollo como alimento para los animales domésticos; b) Analizar económicamente el procesado desde la obtención de materia prima hasta convertirla en harina; c) Determinar mediante digestibili-dad in vitro e in situ la posibilidad de incluir en las raciones harina de pollo, substituyendo a otros ingredientes proteínicos como harina de pescado, harina de carne, harina de soya, etc.; d) Estimar la solubilidad de la proteína de la harina de pollo, por el método de la pepsina y compararla con otras fuentes proteínicas.

REVISION DE LITERATURA

I.- IMPORTANCIA DE LAS HARINAS DE ORIGEN ANIMAL.

Durante muchos años las fuentes proteínicas derivadas de los productos animales, han sido de gran valor en la alimentación animal. Se trata de un grupo de alimentos que se distinguen, por una acción nutritiva decididamente estimulante del crecimiento y beneficiosa para la fertilidad de las reproductoras, la puesta, la incubabilidad, la vitalidad, y la resistencia orgánica de los polluelos y de los lechones (Borgioli, 1962).

Scott, et al. (1973), mencionan que la harina de carne es una fuente importante de calcio y fósforo, siendo esto la -- principal limitación para su empleo, además de su calidad nutritiva que es muy variable, debido a la proporción de gelatina que contenga, así como a las condiciones utilizadas en la cocción y el secado del producto.

Cancellon (1967), considera que las materias proteínicas -- forman la parte cualitativa y cuantitativa más importante de las harinas animales. La fracción proteínica de las harinas -- de origen animal está constituida por proteínas cuya composición en aminoácidos es favorable al crecimiento.

McDonald, et al. (1979), menciona que la harina de pescado contiene una composición de aminoácidos superiores a la proteína microbiana, y ésta a su vez posee una composición de aminoácidos apropiada para los requerimientos del animal, siendo mejor en éste aspecto que la mayoría de las proteínas vegetales. Al respecto en el cuadro 1 se presentan algunos alimentos (cereales y de origen animal) y su contenido de aminoácidos.

La importancia de incluir en la ración harinas animales es proporcionar ciertos elementos nutritivos que los alimentos vegetales no poseen o los contienen en cantidades insuficientes como lo menciona Church y Pond (1977).

Reafirmando lo anterior, Crampton (citado por Borgioli, 1962), describe las diferencias en el contenido de aminoácidos esenciales entre los cereales y los alimentos animales, en relación a una proteína estandar como es la del huevo (cuadro 1).

El alto contenido de aminoácidos de un producto alimenticio es interesante ya que aparte de su intervención en la síntesis de proteínas, en la producción de energía y en la gluconeogénesis, muchos aminoácidos operan como precursores en la síntesis de otros compuestos de importancia biológica, (Mitchell, et al. (1978); por ejemplo: glicina en la biosíntesis de purinas, fenilalanina se transforma en tirosina como

primer paso en su catabolismo, etc.

CUADRO 1.- Comparación entre el contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas de los cereales y de los -- alimentos animales.

Aminoácidos esenciales	Cereales (Media)	Alimentos animales (Media)	Huevo estandar
Arginina	4.8	5.7	6.4
Histidina	2.1	3.3	2.1
Lisina	3.1	7.7	7.2
Tiroxina	4.8	3.9	4.5
Triptófano	1.2	1.1	1.5
Fenilalanina	5.7	5.4	6.3
Cistina	1.7	1.2	2.4
Metionina	2.3	2.6	4.1
Treonina	3.4	4.5	4.9
Leucina	7.1*	9.2	9.2
Isoleucina	4.3	4.9	8.0
Valina	5.2	6.6	7.3

* Media excluído el maíz, cuya proteína contiene el 22% de Leucina.

II.- METODOS COMUNES PARA EL PROCESADO DE HARINAS ANIMALES.

En la práctica existen dos métodos de preparación para los subproductos de los grandes mataderos, los cuales se describen brevemente a continuación (Piccioni, 1970, Price y Schweigert, 1976):

a) Con el procedimiento conocido por húmedo y al vacío, en el cual el material debidamente trozado se cuece y se esteriliza en auto clave con vapor, bajo presión; después de la cocción, se retira la grasa y se separa el residuo sólido del sobrante líquido, por otro lado, la parte líquida (caldo de la cocción) se concentra para tomar finalmente una consistencia pastosa, el residuo sólido es sometido a presión para retirar toda la grasa posible. Sucesivamente los residuos del prensado y el caldo concentrado se mezclan y se desecan conjuntamente. El producto obtenido de esta forma recibe el nombre de "Digester Tankage" ó "Feeding Tankage" ó simplemente "Tankage".

b) Mediante el procedimiento conocido por seco, el cual va substituyendo paulatinamente al método al vacío y húmedo, ya que resulta más eficaz y económico, los residuos procedentes del matadero se cuecen en calderas abiertas a las que se les inyecta vapor seco sobrecalentado hasta conseguir una no-

table reducción en el contenido de humedad; de esta forma quedan la grasa sobrenadando y el concentrado semisólido se somete a un prensado para conseguir extraer la máxima cantidad posible de grasa. La torta que se obtiene ofrece una consistencia granulada o bien se muele para transformarla en harina. - El producto recibe las denominaciones de "Meat meal" ó "Meat scrops", es decir, harina de carne o harina de carnicerías. Posteriormente, estos productos secos pueden ser tratados mediante solventes para extraer la grasa restante.

III.- CRITERIOS PARA CONOCER LA CALIDAD DE LAS HARINAS DE ORIGEN ANIMAL (Cancellon, 1967).

La calidad de las harinas animales puede definirse por un cierto número de características subjetivas (color, olor) u objetivas (composición, innocuidad) aquí se expresan brevemente, y se considera que es lo más interesante para el que tiene que comprar materias primas de ésta naturaleza; una harina de buena calidad debe:

- a) Ser fresca y sin olor de amoníaco o de enranciamiento.
- b) No contener en cantidades notables impurezas que provengan de la presencia de sustancias diversas en las materias primas, es decir, que no debe haber cáscaras ni conchas en las harinas de pescado; pezuñas, cuernos, sangre, contenido de la

panza, plumas en las harinas de carne; deshechos de matadero en las harinas de sangre, ó de las condiciones de conservación y de recolección de las materias primas (más del 0.5% de arena; más del 3% de sal).

c) Contenido limitado de humedad como máximo 10% y materias grasas 6% de promedio, sin embargo pueden alcanzar el 10% en los casos de harinas que provengan de pescados grasos.

d) El contenido del producto en materias proteínicas totales, deducción hecha del nitrógeno amoniacal (porcentaje -- máximo 0.3%) y uréico (normalmente ausente en las harinas salvo en ciertos escualos).

e) El porcentaje de digestibilidad péptica in vitro de las materias proteínicas medida por una técnica normalizada (mínimo del 85% para las harinas de los animales enteros).

f) El porcentaje de lisina disponible según Carpenter -- capacita sin duda el índice de más valor en la calidad en las proteínas animales. (En relación a un estándar).

g) La ausencia de substancias tóxicas y de gérmenes patógenos, en general Salmonellas, Pasteurelas y Colis. En términos generales el contaje microbiano no debe pasar de 5,000 -- gérmenes por gramo.

IV.- METODOS PARA LA VALORACION DE LA PROTEINA DE LOS ALIMENTOS

Entre los métodos más comunes para la valoración de las proteínas de los alimentos se encuentran los citados por Mc Donald, et al. (1979), Church y Pond (1977), Hafez y Dyer (1972), Crampton y Harris (1974), AOAC (1975), además Bender y Doell (1957), Duggal y Eggum (1977), citados por Sikka, et al. (1979), y otros descritos por Groninger y Miller (1979), de las cuales sólo describiremos algunos brevemente.

1.- Métodos que no toman en cuenta al animal.

En un principio la valoración de los alimentos como fuentes de proteína se realizó por métodos más bien simples y empíricos, que no tomaban en cuenta la especie a la que el alimento iba destinado, éstos métodos se siguen usando en la actualidad:

1.1.- Proteína Bruta (PB): Las proteínas de un alimento pueden calcularse químicamente a partir de su contenido de nitrógeno, determinado por la técnica clásica Kjeldahl; y se parte de dos suposiciones: primero, que todas las proteínas del alimento contienen un 16% de nitrógeno ($N \times 6.25$), y segundo, que todo el nitrógeno está en forma de proteínas, éste dato tiene importancia ya que algunos requerimientos proteínicos de los animales domésticos se expresan en éstos términos. Church y Pond (1977), mencionan que bajo un punto de vista nutritivo, los

datos de proteína bruta obtenidos, son aplicables a los rumiantes que son capaces de utilizar eficazmente casi todas las formas de nitrógeno, aunque pueden ser de poca utilidad para especies monogástricas (hombre, cerdos y aves), ya que éstos - - tienen necesidades específicas para diversos aminoácidos, y no utilizan eficazmente compuestos de nitrógeno no proteínico, tales como amidas, sales de amonio y urea.

1.2.- Proteína Verdadera (PV): Esta se obtiene al separar los compuestos nitrogenados no proteínicos presipitando con hidróxido cúprico, o en el caso de algunos compuestos vegetales, coagulando por el calor. A continuación se filtra y en el residuo se hace una determinación por el método de Kjeldahl.

1.3.- Proteína Bruta Digestible (PBD): La cifra de proteína bruta nos dá una medida del nitrógeno que existe en el alimento, pero no nos dá idea de la utilidad que este nitrógeno - tiene para el animal. La proteína digestible de un alimento -- puede determinarse por el método de pepsina y HCl, aunque tiene un uso muy limitado, ya que de todas las enzimas que existen en el tracto digestivo no se emplea más que la pepsina y - su acción varía de acuerdo a el grado de desecación y molienda del alimento; en el mejor de los casos puede ser útil con fines comparativos.

1.4.- Chemical Score: Según éste concepto se considera que la calidad de una proteína viene dada por el aminoácido esencial que tiene en ella menor representación cuando se le compara con un estandar.

1.5.- Índice de Aminoácidos Esenciales (IAAE): En este caso se consideran las cantidades que existen de cada uno de los diez aminoácidos esenciales

$$\text{IAAE} = \sqrt[N]{\frac{100a}{ae} \times \frac{100b}{be} \times \frac{100c}{ce} \times \dots \times \frac{100j}{je}}$$

donde a, b, c, ...j es el porcentaje de los aminoácidos esenciales en la proteína del alimento, y ae, be, ce, ...je el porcentaje de los mismos aminoácidos esenciales en la proteína de huevo, y N el número de aminoácidos que intervienen en el cálculo.

2.- Métodos que si toman en cuenta al animal, basados en el consumo de proteína con aumentos de peso.

La determinación de la proteína digestible no es un dato absolutamente satisfactorio para juzgar una proteína, ya que la eficiencia con la que la proteína absorbida se emplea varía considerablemente según su procedencia. Con objeto de considerar éste punto se han ideado métodos para la valoración basan

dose en la respuesta de los animales de experimentación a la proteína en estudio.

2.1. Razón de Eficiencia Proteínica (REP): Se define como la ganancia de peso de un grupo de animales por unidad de peso de proteína ingerida.

$$\text{REP} = \frac{\text{Aumentos de peso vivo (gr)}}{\text{Proteína consumida (gr)}}$$

Normalmente se emplea una dieta con 10% de proteína, que se da ad libitum a ratas machos en crecimiento durante un período de cuatro semanas.

2.2.- Utilización Neta de Proteínas (UNP): Mide la eficiencia del crecimiento mediante comparación del contenido en nitrógeno del organismo, resultante del consumo de una proteína sometida a comprobación, con el contenido resultante del consumo por parte de un grupo, comparable de animales de una dieta exenta de proteína durante el mismo tiempo, así:

$$\text{UNP} = \frac{(\text{N corporal con la proteína estudiada}) - (\text{N corporal con dieta sin proteína})}{\text{Consumo de Nitrógeno Total}}$$

2.3.- Valor Proteínico Bruto (VPB): Se comparan las ganancias de peso de tres lotes de pollitos, uno de los cuales recibe una dieta basal con un 8% de proteína bruta, otro la

dieta basal más un 3% de la proteína problema y el tercero, la dieta basal más un 3% de caseína. La ganancia de peso adicional por unidad de proteína problema consumida, expresada como porcentaje de la ganancia de peso adicional por cada unidad de caseína consumida, es el valor proteínico bruto de la proteína problema.

$$VPB = \frac{A}{A_0} \times 100$$

donde: A = aumento de peso en gramos/gramo de proteína - problema.

A_0 = Ganancia de peso en gramos/gramo de caseína.

VPB = Valor proteínico bruto.

3.- Métodos que si toman en cuenta al animal, basados en la utilización de Nitrógeno.

En estos experimentos se mide el nitrógeno ingerido con el alimento y el eliminado con las heces, orina o cualquier otro producto que contenga nitrógeno, como leche, lana, huevos. Cuando la ingestión de nitrógeno es igual a la excreción, el animal está en equilibrio nitrogenado. Cuando la ingestión supera a la pérdida, el balance de nitrógeno es positivo, y en caso contrario es negativo.

3.1.- Valor de Sustitución de las Proteínas (VSP): Median

te éste valor se mide hasta que grado una proteína problema da el mismo balance que una cantidad igual de una proteína estandar (huevo ó leche); es decir, indica el grado en que una proteína dada puede sustituir a cualquier otra proteína.

$$VSP = \frac{A - B}{\text{Ingestión de N}}$$

donde: VSP = Valor de sustitución de las proteínas.

A = Balance de nitrógeno para la proteína estandar en mg. por Kcal basal.

B = Balance de nitrógeno para la proteína ensayada en mg. por Kcal basal.

3.2.- Valor Biológico (VB): Constituye una medida directa de la proporción de la proteína del alimento que puede ser utilizada por el animal para sintetizar sustancias orgánicas y tejidos corporales, y puede definirse como el porcentaje de nitrógeno absorbido que es retenido por el animal.

$$VB = \frac{N \text{ ingerido} - (N \text{ fecal} + N \text{ urinario})}{N \text{ ingerido} - N \text{ fecal}} \times 100$$

A éste valor obtenido se le denomina valor biológico aparente ya que no toma en cuenta el N fecal metabólico y el N urinario endógeno. El valor biológico verdadero está dado por la ecuación de Thomas-Mitchell, citado por Hafez y Dyer (1972),

$$VB = \frac{N_I - N_F + N_{FM} - N_U + N_{UE}}{N_I - N_F + N_{FM}} \times 100$$

donde: N_{UE} = Nitrógeno urinario endógeno (dieta sin nitrógeno).

N_{FM} = Nitrógeno fecal metabólico (dieta sin nitrógeno).

N_I = Nitrógeno ingerido con la dieta comprobada.

N_U = Nitrógeno urinario de la proteína comprobada.

N_F = Nitrógeno fecal de la proteína comprobada.

Crampton y Harris (1974), definen el valor biológico verdadero para mantenimiento y producción por la ecuación:

$$VBV_{m+p} = \frac{N_I - (N_F - N_{FM}) - (N_U - N_{UE}) + P_{CN}}{N_I - (N_F - N_{FM})} \times 100$$

donde: P_{CN} = Pérdidas cutáneas de N; está constituida por el N del pelo caído, deshechos cutáneos y sudor.

Blair, et al. (1959), citado por Hafez y Dyer (1972), menciona que para los rumiantes se ha empleado un método para determinar el valor biológico, basado en el porcentaje de N que se elimina en forma de creatinina, éste procedimiento puede --

ser valioso y merece más importancia de la que ha recibido.

V.- FUENTES DE MATERIAS PRIMAS.

Las harinas animales provienen de animales enteros, de despojos y de subproductos de matadero o de industria pesquera, además huesos, residuos del fileteado de la carne, la sangre y las plumas de las aves (Cancellon, 1967).

Church y Pond (1977), indican que los suplementos de proteína derivados de tejidos animales, se obtienen principalmente de porciones no comestibles en las factorías donde se empaqueta carne o se funden canales animales, de leche exedente o de subproductos lácteos, o de fuentes marinas.

Para el caso del presente trabajo, las materias primas se mencionan en la sección de Introducción.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se dividió en cuatro partes:

- a) Aspectos generales
- b) Digestibilidad in vitro de raciones
- c) Digestibilidad in situ de raciones
- d) Digestión artificial de la proteína por el método de la pepsina y ácido clorhídrico (HCl).

a) Aspectos Generales:

Primero se obtuvo harina de pollo, al sacrificar, deshidratar y posteriormente molturar los pollitos; éste proceso se realizó en una estufa a 60°C. y en un molino Wiley - - con una malla N° 20 respectivamente. En esta operación se tomó en cuenta la cantidad de materia seca, de tal manera que se puede determinar la cantidad de pollitos necesarios para obtener una unidad de peso de harina preparada. A ésta harina de pollo se le realizó un análisis bromatológico por los métodos convencionales para conocer, el valor nutritivo desde el punto de vista químico, además, saber el contenido de proteína para utilizarlo en el balanceo de raciones de experimentos posteriores. Lo anterior se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Fac. de Agronomía de la U.A.N.L. en Marín, N.L.

Por otro lado, se visitaron compañías incubadoras de la región, para conocer la cantidad de materias primas disponibles (pollitos de deshecho) en cierto tiempo. Así como también el costo real de dichas materias.

También se visitó una empresa donde elaboran harina a partir de subproductos de origen animal, para ver la posibilidad de cuantificar el costo del proceso de elaboración; es decir, conocer el costo desde que se tiene la materia prima, hasta convertirla en harina.

Al ir relacionando la información antes mencionada, podemos tener una idea clara de la factibilidad de usar harina de pollo en la alimentación animal como suplemento proteínico. - Esto desde el punto de vista económico.

b) Digestibilidad in vitro de raciones:

Se elaboraron seis raciones isoproteínicas e isocalóricas, balanceadas a 22% de proteína cruda y 300 Mcal energía metabolizable por cada 100 Kg. de materia seca utilizando los ingredientes presentados en el cuadro 2.

La diferencia entre tratamientos fueron los niveles 0, 10, 20, 30, 40 y 50% de la proteína total de la ración en base a harina de pollo. Los tratamientos o raciones se presentan en

el cuadro 3.

Para analizar dichos tratamientos se usó un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento, siendo un total de 18 unidades experimentales, a los cuales se les determinó digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica, según la técnica de Tilley y Terry (1963), modificada por Barnes (1969). Esta técnica consta de dos etapas: primero, involucra la incubación de una muestra con microorganismos del rumen (inóculo ruminal) el cual se extrae de animales fistulados ruminalmente, previamente adaptados con alimento similar al que se va a trabajar, en un medio adecuado (solución buffer con un pH de 6.7 - 7.0), esta primera etapa dura 48 horas en condiciones anaeróbicas, colocando una aguja en la cubierta del tubo de ensaye para la salida de gases; la segunda etapa involucra la incubación del residuo de la primera etapa en una solución de pepsina y HCl. Esta segunda etapa dura 48 horas; posteriormente se filtra el residuo, y lo que retiene el filtro es el material no digerido. Deben incluirse tubos testigos (blancos), estos contienen todo, excepto la muestra de alimento. Todo este proceso se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Fac. de Agronomía de la U.A.N.L. Marín, N.L.

El modelo experimental es:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij},$$

Las hipótesis son:

$$H_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5$$

H_1 = Que al menos un tratamiento sea diferente a los demás.

CUADRO 2.- Ingredientes y su composición de proteína y energía metabolizable (EM) utilizados en el presente trabajo (Base seca).

Ingrediente	Proteína (%)	E.M. (Mcal/Kg)
Grano de sorgo	12.36 ^a	3.10 ^b
Heno de alfalfa	17.07 ^a	2.00 ^b
Harina de soya	42.10 ^b	3.55 ^b
Harina de pollo	78.86 ^a	3.44 ^c
Melaza	2.43 ^a	3.43 ^b
Premezcla	-	-
Sal	-	-

a = Datos obtenidos en el Laboratorio de Bromatología, FAUANL.

b = Datos obtenidos de las tablas de NRC (1979).

c = Dato obtenido mediante la fórmula: EM (Mj/Kg) = 0.012PB + 0.031GB + 0.005FB + 0.014ELN (Gough, 1978).

Nota: 1 cal. = 4.184 julios (J).

CUADRO 3.- Raciones utilizadas con 22% de proteína y 300 Mcal de energía metabolizable (EM) 00 Kg. de M.S.

Ingrediente (%)	R A C I O N E S					
	1	2	3	4	5	6
Grano de sorgo	39.59	44.29	49.18	52.86	58.82	63.39
Heno de alfalfa	18.79	17.35	15.63	14.02	12.32	11.05
Harina de soya	32.62	26.58	20.63	14.66	8.71	2.62
Harina de pollo	-	2.78	5.56	8.36	11.15	13.94
Melaza	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Premezcla	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Sal	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Proteína (%)	21.99	21.99	21.98	22.00	22.00	21.98
E.M. (Mcal/100 Kg)	300.10	299.23	300.07	300.11	300.26	299.87

c) Digestibilidad in situ de raciones:

Para este experimento se utilizaron las mismas raciones del experimento anterior; esta técnica se basa en el uso de animales fistulados del rumen con cánula permanente. Para esto se utilizaron los animales debidamente preparados y con las características necesarias para realizar esta operación, que se encuentran en los corrales de la F.A.U.A.N.L. en Marín, N.L. y bolsas de nylon de 12 por 6 cm. con un tamaño de poro de 0.02 - 0.04 mm².

Estas bolsas se llenaron a 1/3 de su capacidad (peso de todas las bolsas fueron iguales). Posteriormente se suspenden las bolsas con muestra en el rumen a través de una cánula ruminal por un período de 24 horas; además se incluyen bolsas con material indigestible para corrección (blancos), después del tiempo indicado se extraen, se lavan, se secan, se pesan y así determinar digestibilidad de materia seca por diferencia de peso.

En este experimento se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

d) Digestibilidad de la proteína por el método de la pepsina y ácido clorhídrico:

Para este experimento se utilizaron los siguientes ingredientes:

- a) Harina de carne
- b) Harina de carne y hueso
- c) Harina de pescado
- d) Harina de pollo
- e) Harina de soya

Cada ingrediente corresponde a un tratamiento a los cuales se les sometió a digestión artificial en una solución --

con pepsina y ácido clorhídrico a 45°C bajo agitación constante a 15 RPM (AOAC, 1975). Este proceso fué realizado en el Laboratorio de Alimentos y Toxicología de la Facultad de Ciencias Químicas de la U.A.N.L. en San Nicolás de los Garza, - - N.L. Se analizaran estadísticamente las diferencias de proteína digestible, y así darnos idea de que tan posible será utilizar la harina de pollo como sustituto parcial o total de -- otros ingredientes o subproductos proteínicos en términos de digestibilidad.

El diseño experimental fué un completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento, dando lugar a 15 unidades experimentales.

En los tres experimentos, donde fué necesario, se -- compararon las medias de tratamiento por el método de Tukey (Steel y Torrie, 1960).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Aspectos Generales:

Como se menciona en la sección anterior, se obtuvo harina de pollo al sacrificar, deshidratar y molturar los pollitos recién nacidos de deshecho, el análisis bromatológico de la harina obtenida se presenta en el cuadro 4.

CUADRO 4.- Análisis bromatológico de la harina de pollo.

Concepto	%
Materia seca	23.64
Proteína (N x 6.25)	78.86
Materias grasas	15.80
Carbohidratos	7.8
Fibra cruda	0.9
Cenizas	7.74
Calcio	2.76
Fósforo	1.45

En los resultados del análisis es interesante observar el contenido de proteína, que es alto en relación a otras harinas proteínicas, como las presentadas en el cuadro 5. Además

de la alta energía metabolizable que pose siendo el valor de 3.44 Mcal/Kg. (deducción hecha de la fórmula propuesta por -- Gough, 1978).

CUADRO 5.- Contenido de proteína de algunas harinas de origen animal.

Harinas	% Proteína
Arenque y sangre	70
Pescados enteros	60 - 67
Crustáceos	37
Hueso	25 - 40

Cancellon (1967).

Tomando en cuenta la materia seca, tenemos que cada unidad (pollito) rinde en promedio 11.4 gr de materia seca por lo que aproximadamente se necesitan 87.7 pollitos para obtener 1 Kg. de harina.

Ahora bien, analizando el costo de las materias primas -- (deshechos) tenemos que algunas plantas incubadoras venden -- los pollitos de deshecho en cajas con 100 unidades, teniendo éstos un valor entre \$40.00 y \$50.00 cada una; aquí se incluye tanto el valor de los pollitos como el valor de la caja que es de \$20.00 aproximadamente, éste valor es importante tomarlo

en cuenta, ya que en un momento dado, se puede buscar la manera de reducir el costo de los pollitos, eliminando el costo de la caja, lo cual nos dá como resultado que cada ciento de pollitos tenga un costo entre \$20.00 y \$30.00; este precio es relativamente caro debido a la escasa cantidad de materia seca que contienen (23.64%), por lo tanto, el costo por kilogramo de materia seca sería de \$17.54 a \$26.31, sin tomar en cuenta los costos de producción o procesamiento para la obtención de harina.

Basándonos en lo anterior, se debe buscar la manera de -- que los costos disminuyan. Una forma puede ser estableciendo -- contratos con las compañías incubadoras, para que los deshe-- chos sean gratuitos, o bien a un precio aceptable o permisi-- ble, a cambio de retirarlos de la planta, de esta forma se bene fician ambas partes. La planta incubadora se beneficia por-- que no le va a costar que le retiren tales desperdicios (cla-- ro que ellos ya cargaron el costo de producción de los deshe-- chos a los productos vendibles).

Se observa que las plantas que venden los desechos es -- porque no hay seguridad o constancia de que alguien se los -- compre, además de que así recuperan algo de dinero, cuando menos para pagar el sexado, entonces cuando alguien solicita --

éstos deshechos esporádicamente, se los venden.

Se cree que las personas que tengan fábricas donde elaboren harina de origen animal, establezcan contratos, estipulando cierta seguridad en retirarlos de la planta, las veces que sea necesario, y así podrían salir, si no gratuitos a un costo mucho menor.

Aún así falta por considerar los costos de transportación de las materias primas, y éstos van a depender principalmente de la distancia entre la compañía incubadora y la fábrica procesadora de harinas, éste costo puede ser relativamente caro - ya que se transporta también mucha humedad.

En una fábrica de la región, el costo por concepto de -- acarreo y materia prima de otros deshechos es de \$3,446.57 por tonelada; mano de obra \$1,170.36 /tonelada; gastos de fabricación \$2,627.87 /tonelada; si restamos el valor de materias -- primas y acarreos dá \$3,798.23 /tonelada, éste valor corresponde a los costos del proceso.

Sobre la disponibilidad de materias primas es un punto - importante y muy difícil de obtener. Tomando en cuenta que de lo producido, el 50% son machos y 50% son hembras, se estimó - la producción de machos de deshecho indirectamente a través de

la producción de hembras vendibles (cuadro 6).

CUADRO 6.- Producción de pollita vendible de una compañía incubadora de la región en 1981.

Mes	Nº de Aves
Enero	287,800
Febrero	253,100
Marzo	285,000
Abril	219,400
Mayo	229,200
Junio	280,900
Julio	225,400
Agosto	229,100
Septiembre	192,800
Octubre	197,400
Noviembre	241,700
Diciembre	257,400
Total:	2'899,200/año

Con los datos de el cuadro 6, se puede deducir que una planta incubadora produce aproximadamente 33 toneladas de materia seca anual.

b) Digestibilidad in vitro

Los resultados de digestibilidad in vitro de raciones se presentan en el cuadro 7.

CUADRO 7.- Medias de digestibilidad in vitro de materia seca (MS) y materia orgánica (MO) de las raciones con - niveles diferentes de harina de pollo.

% Proteína substituida por harina de pollo de la proteína total	Digestibilidad <u>in vitro</u>	
	MS	MO
0	85.12 ^a	91.74 ^a
10	82.38 ^a	89.19 ^a
20	82.65 ^a	89.38 ^a
30	83.05 ^a	89.37 ^a
40	75.75 ^b	82.36 ^b
50	73.88 ^b	79.42 ^c

a, b, c = Medias con distinta letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

Ilustrando las medias de tratamientos del cuadro anterior, podemos observar los efectos en la figura 1.

Como se puede observar gráficamente, hay un decremento en la digestibilidad, cuando se aporta un 40 y 50% de la proteína por harina de pollo, encontrándose diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) tanto para materia seca como materia orgánica.

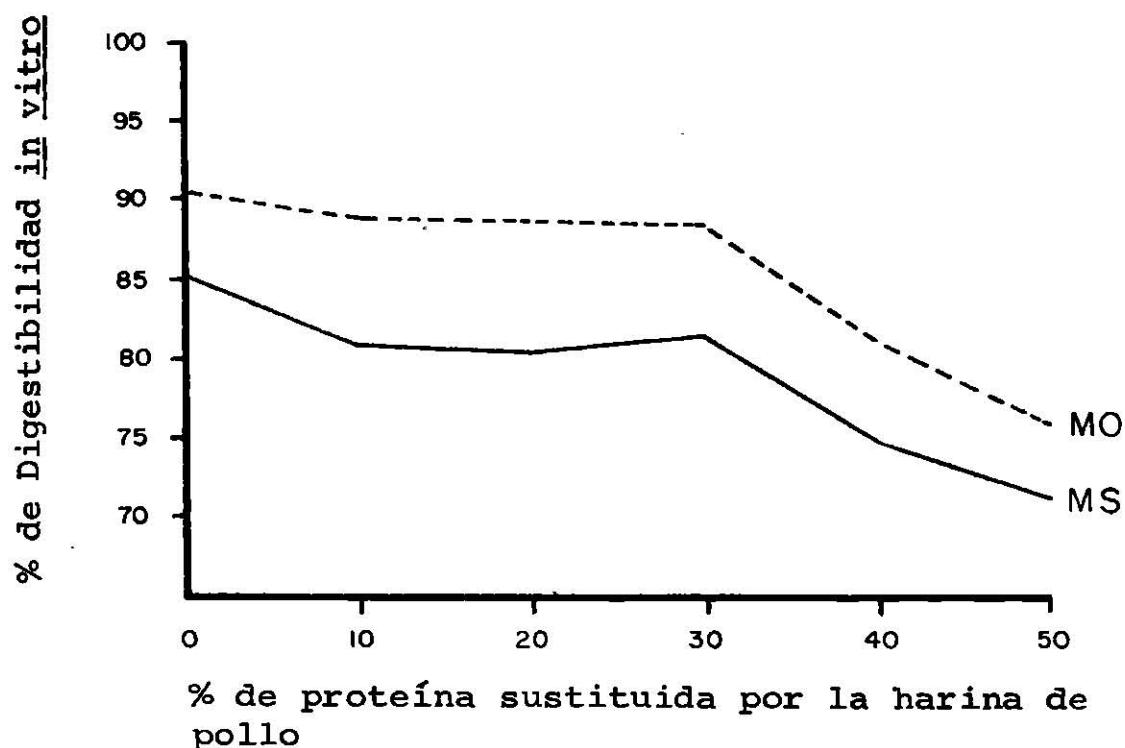


FIGURA 1.- Digestibilidad in vitro de materia seca (MS) y - materia orgánica (MO) de raciones con diferentes niveles de harina de pollo.

c) Digestibilidad in situ

Los resultados de la digestibilidad in situ de raciones se presentan en el cuadro 8. En este experimento no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos - - (P > 0.05).

CUADRO 8.- Porcentaje de digestibilidad in situ de materia seca de raciones con diferentes niveles de harina de pollo.

% Proteína sustituida por harina de pollo de la proteína total	% Digestibilidad	
	MS	(\bar{X})
0	52.59	
10	51.80	
20	51.29	
30	55.63	
40	54.18	
50	54.17	

En la figura 1 se observa un decremento tanto en DMS como DMO por efecto de la alta sustitución de proteína en base a harina de pollo. Considerando los resultados del experimento in situ (cuadro 8) donde no existe diferencia en cuanto a digestibilidad por efecto de la misma sustitución, es muy probable que el decremento observado en el experimento in vitro esté determinado en el desarrollo de la segunda etapa de la prueba. En esta etapa como se mencionó en la descripción del método, sólo interviene la pepsina que es solo una de las enzimas responsables de la degradación de la proteína, y tal vez no fué suficiente para digerir las altas cantidades de --

proteína a partir de harina de pollo.

Por otro lado al agregar altos niveles de harina de pollo se está agregando también cantidades elevadas de grasa -- (cuadro 4) y si observamos la metodología de la técnica in vitro, en su desarrollo existe poca posibilidad de que las -- grasas sean digeridas, sobre todo cuando son cantidades elevadas (Dukes y Swenson, 1977).

Tal vez de mayor importancia está el efecto negativo de altas cantidades de grasa sobre la DMS de la ración, ya que -- las grasas pueden impedir el ataque de los microorganismos ruminales sobre los demás principios nutritivos de la ración -- principalmente carbohidratos, proteínas y fibra cruda (Schneider y Flatt, 1975).

d) Digestibilidad de proteínas

CUADRO 9.- Digestibilidad de proteína de algunos ingredientes proteínicos incluyendo harina de pollo.

Ingrediente	% Proteína	% Prot. Digest.
Harina de soya	50.9	81.7
Harina de pollo	78.8	87.8
Harina de carne	45.3	87.5
Harina de carne y hueso	35.6	77.6
Harina de pescado	65.3	85.9

C.V. = 7.27%

En este experimento se comparó la digestibilidad de la proteína de harina de pollo con otras fuentes proteínicas y se observó que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$); siendo el valor para la proteína de la harina de pollo de 87.8% de digestibilidad (cuadro 9), este valor sobrepasa el requisito planteado por Cancellon (1967), en el sentido de que las harinas de origen animal deben de tener una digestibilidad péptica mínima de 85%.

Por otro lado se observa que el valor de proteína digestible es alto en relación a lo esperado, si tomamos en cuenta que parte de la proteína de la harina de pollo son queratinas y éstas se encuentran en la porción epidérmica de la piel, plumas y uñas, etc. y son normalmente insolubles dependiendo del contenido de cistina; y éste depende de ciertos factores como edad, raza, sexo, etc. (Harper, 1975).

Price y Schweigert (1976), reportan una digestibilidad péptica de 83.3% para la harina de subproductos de las aves que consiste en el producto que se obtiene de partes limpias fundidas en húmedo o seco, del cuerpo de las aves sacrificadas, tal como cabeza, patas, huevos en desarrollo e intestino, excluidas las plumas salvo cantidades vestigiales que no pueden evitarse en buenas condiciones fabriles.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De lo expuesto en la sección anterior, se puede concluir que la harina de pollo posee un contenido aceptable de principios nutritivos, sobre todo en proteína bruta y proteína bruta digestible, de éste último dato se puede deducir que la harina de pollo puede substituir en forma parcial o total a otra harina proteínica (en términos de proteína digestible), siempre y cuando se realice un análisis actualizado de costos. Los resultados obtenidos hasta la fecha son alentadores para continuar investigando en ésta rama.

Por otro lado durante el desarrollo del trabajo, se observaron algunos puntos problemáticos:

a) Se dificultó la molienda de los pollitos deshidratados; ésto puede ser debido al alto contenido de grasa o probablemente porque no se deshidrataron adecuadamente.

b) Es probable que pueda haber enranciamiento de la harina por efecto de la oxidación de las grasas.

c) Existe la posibilidad de que haya un desarrollo microbiano durante el almacenamiento.

d) Puede dificultarse la recolección de materias primas,

debido a lo distante entre compañías incubadoras y diferentes días de nacimientos.

Dentro de las recomendaciones se pueden citar entre - -
otras:

1) Realizar pruebas in vivo de la harina de pollo mezclada con otros ingredientes, tanto en rumiantes como en no rumiantes y observar parámetros de producción.

2) Realizar de nuevo pruebas de digestibilidad in vitro utilizando raciones isocalóricas e isoproteínicas, variando los niveles de harina de pollo, pero con un nivel de proteína total inferior a 22%.

3) Observar y calcular económicamente el proceso de convertir los pollitos íntegramente en harina en fábricas elaboradoras de harinas de origen animal.

4) Preparar harina de pollo y observar cambios posibles por efecto del alto contenido de materias grasas que posee -- (15.8%).

5) Evaluar la calidad de las proteínas por otros métodos como REP, UNP, VPB, VSP, IAAE, etc.

6) Hacer un estudio más profundo acerca de la disponibilidad de materias primas tanto en Nuevo León como en México.

En términos generales no se recomienda aún el uso de la harina de pollo a nivel comercial, hasta que se tenga información más amplia y profunda.

R E S U M E N

Los subproductos de origen animal son alimentos importantes como fuentes proteínicas, algunos son considerados solo como potencialmente útiles, tal es el caso de los desechos de las incubadoras y en particular los pollitos no vendibles provenientes del sexado y selección; éstos son considerados como materias primas para posteriormente convertirlos en harina.

En el presente trabajo se evaluaron algunas características acerca del valor nutritivo de la harina de pollo usando pruebas de laboratorio como fueron: análisis bromatológico, digestibilidad in vitro e in situ y digestión proteínica por el método de la pepsina.

En el análisis bromatológico se obtuvo que los pollitos contenían 23.6% de materia seca, además 78.8% de proteína cruda; tomando en cuenta el análisis completo se estimó su contenido energético para los rumiantes siendo de 3.44 Mcal. de EM/Kg de M.S. (Gough, 1978).

Para la prueba de digestibilidad in vitro se formularon seis raciones isocalóricas e isoproteínicas (22% de proteína cruda y 3.00 Mcal. de EM/Kg de M.S.) la diferencia entre trata

mientos fueron los niveles 0, 10, 20, 30, 40 y 50% de la proteína total que fué en base a harina de pollo. Los resultados de digestibilidad in vitro de la materia seca fueron respectivamente de 85.12, 82.38, 82.65, 83.05, 75.75 y 73.88%; resultando mayores los primeros cuatro tratamientos a los dos restantes ($P \leq 0.05$).

Usando la técnica de la bolsa de nylon, se probaron las mismas raciones para observar la digestibilidad de la materia seca in situ, en ésta prueba no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$).

Respecto a la digestibilidad de la proteína de la harina de pollo, se comparó con cuatro ingredientes proteínicos, éstos fueron las harinas de soya, carne, pescado y harina de carne y hueso; estadísticamente las digestibilidades de la proteína de estos ingredientes fueron iguales ($P > 0.05$), siendo los valores de: 81.7, 87.83, 87.53, 84.33 y 85.9% para las harinas de soya, pollo, carne, carne y hueso y pescado respectivamente.

B I B L I O G R A F I A

- AOAC, 1975. Association of Official Analytical Chemists, - -
"Official Methods of Analysis", 12th ed., Washington, -
D.C. pp. 130, 857.
- Avila, E.G. S/F. Investigación pecuaria sobre fuentes prote-
ínicas en México. Departamento de Avicultura. Instituto
Nacional de Investigaciones Pecuarias. p. 27.
- Barnes, R.F. 1969. Collaborative research with the two stage
in vitro rumen fermentation technique. In: Proc. Nut. -
Conf. on Forage quality evaluation and utilization. - -
Lincoln, Nebraska.
- Borgioli, E. 1962. Alimentación del ganado. Ediciones G.E.A.
Barcelona, España. pp. 357-383.
- Cancellon, A.M. 1967. Nutrición Animal Práctica. Ed. AEDOS. -
Barcelona, España. pp. 213-228.
- Crampton, W.E. y Harris, E.L. 1974. Nutrición animal aplicada.
Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 86-99.
- Church, D.C. y Pond, W.G. 1977. Bases científicas para la nu-
trición y alimentación de los animales domésticos. Ed. -
Acribia. Zaragoza, España. pp. 16, 24, 51-64, 385, 386.

- Dukes, H.H. y Swenson, M.J. 1977. Fisiología de los animales - domésticos. Tomo I. Ed. Aguilar. Madrid, España. pp. 631.
- Fisher, P.M. y Bender, A.E. 1972. Valor nutritivo de los alimentos. Ed. Limusa-Wiley, S.A. pp. 72, 74.
- Gough, H.C. 1978. Aportes energéticos y sistemas de alimentación de los rumiantes. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 111.
- Groninger, H.S. and Miller, R. 1979. Some chemical and nutritional of acylated fish protein. J. Agric. Food Chem. Vol. 27(5):949-955.
- Hafez, E.S. y Dyer, I.A. 1972. Desarrollo y nutrición animal. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 368-389.
- Harper, H.A. 1975. Manual de química fisiológica. 4a. Edición. Ed. El Manual Moderno, S.A. México, D.F. pp. 552.
- Industria Avícola. 1979. Guía de las plantas de incubación. - Mount Morris. Illinois. 26(10):90-104.
- Mc Donald, P., Edwards, R.A. y Greenhalgh. J.F.A. 1979. Nutrición Animal. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 184-257.
- Mitchell, S.H., Rynbergen, J.H., Anderson, L. y Dibble, U.M. 1978. Nutrición y dieta. Nueva Editorial Interamericana.

pp. 38-39, 44, 149.

NRC. 1979. Necesidades nutritivas del ganado lechero. National Research Council. 2a. Edición. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

Ørskov, E.R., De B Hovell, F.D. y Mould, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. Producción Animal Tropical. 5:213-233.

Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 166-175.

Price, J.F. y Schweigert, B.S. 1976. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Quiroga, L.U. 1971. Análisis de alimentos utilizados en Nutrición Animal. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Monterrey, N.L. México. pp. 58-62.

Schneider, B.H. and Flatt, W.P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The University of Georgia Press Athens. pp. 261-264.

Scott, M.C., Nesheim, M.C. y Young, R.L. 1973. Alimentación de las aves. Ed. G.E.A. Barcelona, España. pp. 406-410.

Sikka, K.C., Singh, R., Gupta, D.P. and Duggal, S.K. 1979. -
Comparative Nutritive Value of Fish Protein Concentrate
(PPC) from Different Species of Fishes. J. Agric. Food -
Chem., Vol. 27(5):946-949.

Smith, L.W. 1978. Excremento deshidratado de aves de corral
como suplemento de proteínas brutas para rumiantes. In:
Estudio F.A.O. Producción y Sanidad Animal. N° 12. Rev.
Mundial de Zootecnia. Nutrición de Rumiantes: Artículos
seleccionados. Roma, Italia. pp. 74-79.

Stell, R.G. and Torrie, J.H. 1960. Principles and Prodedures
of Statistics. McGraw-Hill Book Company. Inc. U.S.A. - -
pp. 109.

Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. A two-stage technique --
for the in vitro digestion of forage crops. J. British -
Grasse. Soc. 18:104-111.

