

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EMPLEO DE HARINA DE CARNE Y HUESO EN LAS DIETAS DE
GALLINA DE POSTURA DE PRIMER CICLO

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

MERCEDES PÉREZ RAMÍREZ

Asesores

MVZ MC Benjamín Fuente Martínez
MVZ EPA Tomás Jínez Méndez

México, D.F.

Junio, 2010



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 esta 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.

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a:

- ♥ mi mamá,
- ♥ mi papá
- ♥ y a mi tía Rosario

Son quienes siempre han estado conmigo, tanto en mi vida como en la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por todo el apoyo que me brindaron, tanto moral como económico, a lo largo de toda mi trayectoria escolar.

A mi tía Rosario, cuyo apoyo siempre me ayudó para lograr mis objetivos.

A mis abuelitos, quienes me ayudaron cuando tenía que salir de práctica.

Al Doctor Benjamín que me ayudó con la tesis y siempre me impulso para alcanzar mis objetivos.

Al Doctor Ávila y al Doctor Arturo que me dieron la oportunidad de desarrollarme en la granja.

A Lesly, Iván y Mary, son compañeros a quienes aprecio mucho y que me apoyaron en la realización de este experimento.

También agradezco a todo el personal y compañeros de la granja avícola Veracruz que me apoyaron durante toda mi estancia.

Y por último, aunque no menos importante. Le dedico un especial agradecimiento a la empresa Productos para aves y animales S.A. de C.V., por haber donado la harina de carne y hueso, con la cual pude realizar mi experimento.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Situación actual de la avicultura nacional.....	2
Harina de carne y hueso.....	4
Aminas Biogénicas.....	7
Salmonella spp.....	8
Reciclaje de subproductos animales (Rendering).....	9
Control de calidad de la harina de carne y hueso.....	11
JUSTIFICACIÓN.....	14
HIPÓTESIS.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	16
MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES.....	27
REFERENCIAS.....	28
CUADROS.....	31
Cuadro 1. % de aminoácidos que aporta la harina de carne y hueso de acuerdo al porcentaje de proteína contenida.....	31
Cuadro 2. Composición nutricional de las harinas de carne y hueso.....	31
Cuadro 3. Composición de las harinas de carne y hueso en diferentes países.....	32
Cuadro 4. Composición de las dietas experimentales para gallinas empleadas para evaluar la adición de diferentes porcentajes de inclusión de una harina de carne y hueso mexicana en gallinas de postura de primer ciclo.....	33
Cuadro 5. Porcentaje de disminución de ingredientes y precios de las dietas con 3% y 6% de carne con respecto a la dieta con 0% carne.....	34

Cuadro 6. Análisis de observaciones repetidas en el tiempo de las variables productivas por semana.....	35
Cuadro 7. Resultado de las variables productivas por tratamiento.....	36
Cuadro 8. Resultados de la calidad interna del huevo en aves alimentadas con dietas con diferentes porcentajes de harina de carne y hueso.	36
FIGURAS	37
Figura 1. Precios de algunos ingredientes en enero del 2008 y abril del 2010.	37
Figura 2. Costos por kg de las dietas formuladas con 0%, 3% y 6% de harina de carne y hueso.	37
Figura 3. Precio por kg de huevo producido con dietas formuladas con 0%, 3% y 6% de harina de carne y hueso.	38

RESUMEN

PÉREZ RAMÍREZ MERCEDES. Empleo de harina de carne y hueso en las dietas de gallina de postura de primer ciclo (bajo la dirección de: MVZ MC Benjamín Fuente Martínez y MVZ EPA Tomás Jínez Méndez)

Se realizó el presente estudio, con la finalidad de emplear una harina de carne y hueso mexicana como fuente de proteína y fósforo para reducir el costo de la dieta de gallinas de postura. Se utilizaron 180 gallinas Bovans blanca de 71 semanas de edad y 54 semanas en producción, alojadas en jaulas. Se emplearon 3 tratamientos con 5 repeticiones de 12 gallinas cada una, con un total de 60 gallinas por tratamiento. Se formularon dietas con base en proteína ideal sorgo+pasta de soya para la producción de huevo. Los tratamientos fueron: 1- Dieta testigo; 2- Dieta con 3% harina de carne; 3-Dieta con 6% harina de carne. Durante el experimento, que duró 10 semanas, se registraron el porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevo, porcentaje de huevo roto, porcentaje de huevo fáfara y calidad interna del huevo. Los resultados se analizaron conforme a un diseño de observaciones repetidas en el tiempo. Se encontró que el empleo de hasta 6% de harina de carne y hueso en dietas para gallinas, no afecta los parámetros productivos y abarata el costo de las raciones.

INTRODUCCIÓN

Situación actual de la avicultura nacional.

México es el primer consumidor de huevo fresco para a nivel mundial, en el 2008 se consumieron 21.68 kg por habitante lo que corresponde a un consumo de 347 piezas por habitante al año.¹

El sector avícola mexicano participa con el 63.54% de la producción pecuaria; 35.1% aporta la producción de pollo, 28.3% la producción de huevo y 0.2% la producción de pavo. Es decir el 63.5% incluyen en su dieta productos avícolas como huevo, pollo y pavo.¹

La parvada nacional avícola en 2008 fue cercana a los 450 millones de aves; 131 millones de gallinas ponedoras, 265 millones de pollos al ciclo y 936 mil pavos al ciclo.¹

La producción de pollo, durante el periodo de 1994 a 2008, ha aumentado a un ritmo de crecimiento anual de 5.3% y la producción de huevo a un ritmo anual de 3.3%; actualmente se producen 2.3 millones de toneladas de huevo y se espera un crecimiento en la producción en el 2009 de 2%.¹

En estas dos últimas décadas, la industria avícola ha alcanzado un desarrollo extraordinario, obteniendo altos índices de productividad, asociados a factores

como la genética, nutrición, manejo y ambiente.² La alimentación es un aspecto importante para sustentar y lograr la máxima expresión productiva de las aves.³

El alimento balanceado representa el 61% y 67% del costo de producción de huevo y pollo, respectivamente.¹

La avicultura es la principal industria transformadora de proteína vegetal en proteína animal. En el periodo de 1994-2008 el consumo de alimentos balanceado para aves creció a un ritmo anual de 3.3%. En la actualidad se consumen 13.6 millones de toneladas de alimento balanceado (6.0 millones de toneladas las consume la industria de huevo), de los cuales 8.6 millones son granos forrajeros (maíz y sorgo), 2.7 millones corresponden a pastas oleaginosas y 2.3 millones de toneladas de otros ingredientes.¹

El maíz, el sorgo, la pasta de soya y el ortofosfato son ingredientes cuyos costos se encuentran en constante aumento; por ejemplo, de enero de 2008 a septiembre de 2009 el precio del maíz aumentó en un 18%, el sorgo en 17%, la pasta de soya en 60% y el ortofosfato en 50%. Aunque el precio de la harina de carne y hueso también presenta un incremento del 50% sigue siendo más barato que la pasta de soya y el ortofosfato. (Figura 1) Esto ha motivado a los productores a buscar ingredientes con alta calidad proteica que puedan cubrir las necesidades de las aves, no participen o compitan con la alimentación del hombre y disminuyan el costo de la dieta.^{2,4}

Debido a los cambios y mejoras en la tecnología de procesamiento, el número y disponibilidad de nuevos ingredientes para alimentos balanceados va en aumento.²

La harina de carne y hueso a menudo cuesta más que las harinas de proteínas de origen vegetal; sin embargo, se usa con frecuencia para formular dietas a mínimo costo, debido a que es fuente concentrada de varios nutrimentos.*

Harina de carne y hueso

Es un producto que se obtiene de tejidos y huesos de mamíferos que no incluye sangre, pelo, cuerno, contenido del estómago o rumen y estiércol, excepto pequeñas cantidades que pueden estar presentes a pesar de las buenas prácticas de procesamiento.⁵

La harina de carne y hueso es una excelente fuente de proteína, contiene mayor cantidad y calidad proteica que algunos granos como el maíz, el sorgo y la cebada.⁵ También es una fuente concentrada de calcio y fósforo, y proporciona aminoácidos (lisina, metionina) y energía digestibles.⁶ A medida que se incrementa la proteína cruda en la harina, también aumenta el contenido de aminoácidos.* (Cuadro 1)

* Reciclaje de subproductos animales estadounidenses. Fuente de productos esenciales y de alta calidad. National Rederers Association, INC. EUA.

Sin embargo no tiene un nivel de inclusión establecido debido a la gran variación en su composición nutricional (proteína, energía, calcio y fósforo).⁵ (Cuadro 2)

Los principales factores de variación son:¹⁰

- La heterogeneidad del producto inicial. Variará según la proporción de tejido y hueso que se procese.⁸
- Las mezclas de carne de distintas especies.
- El sistema de extracción de grasa. En cada país es diferente (Cuadro 3)

Actualmente, las empresas registran que las harinas de carne y hueso contienen cerca del 50% de proteína, aproximadamente 12% grasa, 8% calcio y alrededor de 4% de fósforo disponible.^{8,11}

Además tiene un bajo contenido de triptófano y es poco disponible, por lo cual puede resultar limitante si la proporción de harina de carne en la ración llegará a ser superior al 5-6%.^{2,8} Debido a esto la dieta se debe formular a base de aminoácidos digestibles (Metionina, Met+Cis, Lisina y Triptofano), esto nos permitirá cubrir los requerimientos de las aves sin importar las variaciones del ingrediente.³

En algunos países desarrollados, la harina de carne y hueso está prohibida debido a que se considera la principal vía de propagación de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) la cual es transmisible y mortal para los seres

humanos; una alternativa es proporcionar harina de carne y hueso de rumiantes para la alimentación de no rumiantes (monogástricos) y viceversa.²

La utilización de las harinas de carne y hueso están muy relacionadas con el tipo de procesamiento ya que este puede disminuir su valor nutritivo. Entre los principales factores que afectan el procesamiento de las harinas de carne y hueso está el tipo de secado, el rápido procesamiento del subproducto, la conservación de temperaturas de refrigeración y trituración.²

También es el hecho de que los ingredientes de origen animal han sido considerados la principal fuente de contaminación bacteriana de los alimentos terminados, principalmente de Salmonella y Enterobacterias.^{2,6}

Finalmente, se debe destacar que a veces los ingredientes para la elaboración de la harina de carne y hueso derivan de productos que se han mantenido un cierto tiempo en condiciones tales que es posible el desarrollo bacteriano antes de su tratamiento industrial. En tales casos se origina un proceso degradativo de diversos aminoácidos, con la aparición de diferentes aminas biogénicas.^{2,8}

Aminas Biogénicas

Las aminas biogénicas son el resultado de la descarboxilación de los aminoácidos libres en el alimento y la acción de bacterias anaeróbicas.¹²

Los factores requeridos para el desarrollo de aminas biogénicas incluyen la presencia de aminoácidos libres, microorganismos que puedan descarboxilar los aminoácidos, condiciones favorables para el crecimiento de esos microorganismos y presencia de enzimas requeridas durante la putrefacción; las aminas que más se producen en la carne son: feniltiramina, putrecina, cadaverina, histamina, tiramina, espermidina, espermina y triptamina, las investigaciones recientes indican que la tiramina y la histamina se producen paralelamente durante el crecimiento bacteriano.¹²

Altos niveles de ciertas aminas biogénicas en el grano o en los alimentos tienen efectos tóxicos como reducción del crecimiento, pobre emplume, erosión del proventrículo y de la molleja. La histamina es tóxica para el pollo afectando el tracto intestinal produciendo flacidez y altas cantidades de moco en el intestino con distensión, y alimento sin digerir. La erosión de la molleja y la depresión del crecimiento ocurre con aves alimentadas con 4 mg/g de histamina; la introducción de histamina en el intestino causa petequias, eritema o edema de la mucosa del duodeno. En algunas investigaciones se ha encontrado que la histamina actúa como potencializadora de los reovirus, resultando en alta mortalidad de pollo joven.¹²

Salmonella spp

La Salmonelosis es una enfermedad que causa muchas pérdidas económicas. Ésta enfermedad provoca una alta mortalidad sobre todo en aves jóvenes. Las aves que se recuperan de un brote presentan retraso en el crecimiento. Asimismo, pueden existir portadoras asintomáticas, las aves en postura disminuyen la producción hasta en un 30%, además de que existe una baja fertilidad e incubabilidad.¹³

En el caso de la gallina doméstica, la resistencia por parte del hospedador hacia *S. gallinarum* puede ser:¹³

- a) Genética. Las aves de líneas ligeras productoras de huevo son menos susceptibles a una infección por *S. gallinarum*.
- b) Por la edad. Las aves adultas son más resistentes a Tifoidea aviar que las aves jóvenes.
- c) Acidez del contenido intestinal. Las aves alimentadas con dietas que acidifican el tracto intestinal, son menos susceptibles a la colonización por *S. gallinarum*.

Reciclaje de subproductos animales (Rendering)

Se le llama al proceso mediante el cual los subproductos de origen animal (pluma, vísceras, huesos, sebo y otros productos) son transformados en harinas y grasas para ser usados como fuente de proteína y energía.²

Es un proceso de cocción y secado que produce grasas en varios grados, ya sea comestibles o no comestibles, y harinas de subproductos de origen animal y avícola. Hace algún tiempo se separaba la grasa de la materia prima hirviéndola en agua, proceso conocido como reducción húmeda. Ahora se hace en seco, un proceso que libera las grasas, deshidratando la materia prima, en un cocedor por cargas o continuo.*

Cuando las materias primas se procesan, primero se reducen mecánicamente al tamaño adecuado (picados o molidos en pequeños trozos uniformes de 2.5 cm y después se cuecen. A medida que el material se cuece, se libera humedad y grasas.*

En la cocción por lote, un recipiente horizontal se llena con la materia prima y se sella. Después se saca el material cocido, y el ciclo se repite. Un sistema de reciclaje continuo normalmente consiste de una unidad sencilla de cocción, mientras que el sistema de lote consiste en pocas a varias unidades de cocción

* Reciclaje de subproductos animales estadounidenses. Fuente de productos esenciales y de alta calidad. National Renderers Association, INC. EUA.

más pequeñas. Un sistema continuo de cocción generalmente tiene mayor capacidad que un sistema por lote y permite que se procese más material en menos tiempo.*

Los cocedores se descargan ya sea a través de mallas vibradoras o el material se transporta a una malla perforada (gusano de drenado) para permitir que las grasas corran libremente hacia la salida. Este proceso separa el producto graso cocido de la grasa libre. Estos sólidos grasos proteínicos se procesan en una prensa (expeller) y se reducen los residuos de grasa en la proteína comprimida de un 8% a un 12%, llamados chicharrón. Los chicharrones a veces se venden como productos comerciales, de otra manera, se filtra el chicharrón, y se muele en un molino de martillos para producir harina de carne (menos del 4% de fósforo), o harina de carne y hueso (más del 4% de fósforo).*

Para cuando el producto sale de los cocedores, el proceso de reciclaje ha matado a todas las bacterias, sin embargo, las harinas pueden volver a contaminarse debido al ambiente predominante durante el almacenaje, manejo y distribución.*

Debido a que las proteínas animales proporcionan una fuente de alimento que favorece el crecimiento bacteriano, deben tomarse más precauciones que las usuales para poder prevenir la contaminación por bacterias y del agua cuando se

* Reciclaje de subproductos animales estadounidenses. Fuente de productos esenciales y de alta calidad. National Rederers Association, INC. EUA.

manejan y almacenan las harinas. Para incrementar la vida de anaquel, se pueden agregar antioxidantes, ya sea antes o después de la cocción.*

Control de calidad de la harina de carne y hueso

Las grasas y las harinas de proteínas de origen animal y avícola recicladas se sujetan a varias pruebas de laboratorio para asegurarse que el producto alcance las especificaciones.*

- Las cenizas, es el porcentaje de materia mineral que permanece después de la incineración. Refleja la relación entre el hueso y los tejidos suaves procesados.
- La relación calcio:fósforo en las harinas de carne y hueso siempre debe ser cercana a 2:1 tal como ocurre en los huesos^{11,14}, siendo el contenido real de aproximadamente 9 a 10% de calcio y 4.0 a 4.5% de fósforo.*
- La digestibilidad es el porcentaje de alimento que llega al tracto digestivo y que es absorbido por el organismo. Las harinas de carne y hueso son generalmente 90% digestibles.*
- El contenido de grasas son los residuos de grasa que quedan después de aplicar centrifugación y presión, y generalmente está en el orden del 8 al 11% de las harinas de carne.*
- La fibra son carbohidratos relativamente indigestibles de poco valor para casi todos los animales con excepción de los rumiantes. El contenido de fibra en las harinas de carne y hueso es normalmente de menos del 2%.*

- El análisis microscópico, revela impurezas tales como partículas de arena, vidrio o metales.*
- El contenido de humedad en las harinas, es el residuo de agua que queda después de que la materia prima ha sido cocida; típicamente varía del 4 al 6%, con un máximo del 10%. Un porcentaje muy bajo indica sobrecocción.*
- Los residuos de pesticidas son los niveles de tolerancia para la grasa residual, que son los mismos que para las grasas libres (0.5 ppm para el DDT, DDD, DDE; 0.3 ppm para el dieldrin y 2.0 ppm para el PCB).*
- El contenido proteínico varía de acuerdo al producto: Pontes y Castello⁹ señalan que el contenido de proteína puede variar de 47 a 67%.*
- La contaminación por *Salmonella* spp puede reducirse agregando medidas preventivas a las buenas prácticas de fabricación (GMC), y en el tránsito de los trabajadores y equipo del área de manejo de las materias primas hacia el área de productos terminados y controlando el polvo y humedad excesivos en el producto terminado, equipo, y área de almacenamiento. Los programas de control de insectos, aves y roedores también son esenciales.*

En trabajos realizados en gallinas de postura entre 1989 a 2009, Lund y Herstad, encontraron que al utilizar el 6% de harina de carne y hueso en la dieta de gallinas Leghorn blanca se obtiene una excelente calidad de cascarón.¹⁵

* Reciclaje de subproductos animales estadounidenses. Fuente de productos esenciales y de alta calidad. National Rederers Association, INC. EUA.

Koelkebeck *et al*, determinaron el efecto del golpe agudo de calor en la digestibilidad de aminoácidos en gallinas Leghorn blancas al final del ciclo de postura (61 semanas de edad), utilizando 3 dietas: 1- maíz+pasta de soya; 2- maíz+pasta de soya+15% harina de carne y hueso; y 3- maíz+pasta de soya+5% harina de alfalfa+20% salvado de trigo. Concluyeron que el estrés que ocasiona el calor no tiene efecto sobre la digestibilidad de aminoácidos; además las gallinas que consumieron la dieta 2 presentaron una mejor digestibilidad de alanina, leucina, fenilalanina, treonina y valina a comparación de las otras dietas.¹⁶

Bozkurt *et al*, utilizaron dietas que contenían hasta un 6% de harina de carne y hueso, en gallinas Brown Nick de 80 semanas en producción. En sus resultados se observa que las dietas con harina de carne y hueso deprimen el peso del huevo, sin embargo, tiene un efecto benéfico en la calidad de cascarón ya que se obtienen menos huevos rotos. La dieta con 2% de harina de carne y hueso mostró un aumento en la cantidad de huevo/ave/día, y con el 6% de harina de carne y hueso aumentó considerablemente las unidades Haugh.¹⁷

Oruseibio hizo dos dietas para gallina Shaver, con las cuales esperaba mejorar el porcentaje de postura. La primera dieta estaba hecha con pasta de soya+harina de carne y hueso; y la segunda dieta estaba hecha con girasol+harina de carne y hueso. Observó que esta última mezcla mejoraba considerablemente la cantidad de huevo/ave/día.¹⁸

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo debido a la escasa información acerca del uso de harina de carne y hueso utilizada en gallina de postura, al alza de precios en las materias primas proteicas y al alto costo del fosfato de calcio, el cual, es uno de los ingredientes más caros de la dieta. Siendo la harina de carne y hueso sin contaminación una alternativa que puede ser utilizada como fuente de proteína, aminoácidos, energía, calcio y fósforo para disminuir los costos de fabricación del alimento balanceado para gallinas de postura.

HIPÓTESIS

Al adicionar harina de carne y hueso, en un 3% y 6% en la dieta de gallinas de postura, no se modifican los parámetros productivos y se disminuye el costo de la ración.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento productivo (porcentaje de postura, peso promedio del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, masa de huevo, porcentaje de huevo roto, porcentaje de huevo fáfara), y la calidad interna y externa del huevo de gallinas de postura alimentadas con distintos porcentajes de inclusión de harina de carne y hueso mexicana como una fuente alternativa de proteína, calcio y fósforo, a fin de abaratar los costos de producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El cual está localizado en la calle Salvador Díaz Mirón #89, Colonia Santiago Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Distrito Federal. A una altura de 2250 msnm. entre los paralelos 19°15' latitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, siendo Enero el mes más frío y Mayo el más caluroso, con una temperatura promedio anual de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm¹⁹.

Se utilizaron 180 gallinas Bovans Blanca de primer ciclo de 71 semanas de edad con 54 semanas en producción, alojadas en jaulas. Se empleó un diseño completamente al azar, de 3 tratamientos con 5 repeticiones de 12 gallinas cada una, con un total de 60 gallinas por tratamiento.

Se formularon dietas sorgo+pasta de soya con 0%, 3% y 6% de harina de carne y hueso de acuerdo a lo que menciona el manual de la estirpe y la etapa de producción (Cuadro 4)*.

Los tratamientos fueron:

1.- Dieta testigo

* Manual de Bovans White. Gallina Comercial 09-2006

2.- Dieta con 3% harina de carne

3.- Dieta con 6% harina de carne

El experimento duró 10 semanas, las cuales se resumieron semanalmente se colectó la información del porcentaje de postura, peso promedio del huevo en g, consumo de alimento en g. Además se calculó la conversión alimenticia kg:kg, masa de huevo ave día, el porcentaje de huevo roto y el porcentaje de huevo en fáfara. A la mitad y al final del experimento se midieron las unidades Haugh, color de la yema y grosor de cascarón a 4 huevos por replica. Con un equipo de calidad de huevo (producto QCM) de la marca Technical Services and Supplies (TSS) producido en Inglaterra y un software Egware ver 1.06.01 en español. Al final del experimento se compararon los costos para producir un kilogramo de huevo (conversión alimenticia) entre los diferentes tratamientos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A las variables productivas, al porcentaje de huevo roto y porcentaje de huevo en fáfara, al final del experimento, se les realizó un análisis de observaciones repetidas²⁰ en el tiempo mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + d_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde: $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ $j = 1, 2, 3$ $K = 1, 2, 3, 4, 5$

Y_{ijk} = variable de respuesta

μ = media general

α_i = efecto del i -ésima semana

d_{ik} = error aleatorio para los tratamientos en el tiempo

β_j = efecto del j -ésimo tratamiento

$(\alpha\beta)_{ij}$ = interacción entre tratamientos y semanas

e_{ijk} = error experimental aleatorio en las mediciones repetidas

Cuando hubo diferencia estadística, la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey con una significancia de $P < 0.05$

A las variables de unidades Haugh, color de la yema y grosor de cascarón, se les realizó una análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar²⁰ mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde: $i = 1, 2, 3$ $j = 1, 2, 3, 4, 5$

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

e_{ij} = error experimental aleatorio

Comparación de medias, se realizó mediante la prueba de Tukey con una significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS

En el Cuadro 4 se puede observar que hubo una disminución en la cantidad de fósforo adicionado en las dietas de 3% y 6 % (56.09% y 100% respectivamente) con respecto a la dieta testigo. También se observa una reducción en la cantidad de carbonato de calcio (3.1% y 7.2%) y aceite vegetal (16.9% y 31.4%) que se adiciona en las dietas que contenían harina de carne y hueso con respecto a la dieta testigo (Cuadro 5). Por lo que el precio de las dietas con harina de carne y hueso disminuyeron en 5% y 10% con respecto a la dieta que no lleva harina de carne y hueso. En la Figura 2 se puede apreciar la disminución del costo del alimento al utilizar el 3% y el 6% de harina de carne y hueso con respecto a la dieta testigo.

En el Cuadro 6 se pueden observar los promedios semanales de las variables productivas. No se encontraron diferencias estadísticas en el tiempo en postura, peso del huevo y masa de huevo.

En el Cuadro 7 se aprecia que la postura y el índice de conversión fueron similares ($P < 0.05$) entre las dietas. El peso de huevo, el consumo de alimento y la masa de huevo fueron menores en el tratamiento con 6% de harina de carne y hueso a comparación del 0% y 3% de harina de carne y hueso. También se aprecia que el porcentaje de huevo roto y huevo en fáfara son mayores en el tratamiento con 6% de harina de carne y hueso.

En el Cuadro 8 se puede observar la calidad interna del huevo. Donde se puede apreciar que el color de la yema fue mayor en el tratamiento con 6% de harina de carne y hueso y el grosor de cascarón fue mayor en el tratamiento con 0% de harina de carne y hueso ($P < 0.05$). En cuanto a las unidades Haugh no se encontró diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$).

DISCUSIÓN

Los datos obtenidos, indican que la formulación de alimentos con base en aminoácidos digestibles y a proteína ideal, permite emplear con seguridad en las dietas para gallinas de postura, materias primas como las harinas de carne; en las cuales durante el procesamiento se afecta la digestibilidad de sus aminoácidos. Sin embargo, la formulación basada en su digestibilidad, permite un balance adecuado de los aminoácidos.³

Aunque la harina de carne y hueso no es un ingrediente muy barato, sirve para abaratar el costo de la dieta debido a que contiene calcio, fósforo, proteína y aminoácidos esenciales como lisina y metionina.⁵ Por esta razón disminuye la inclusión de otros ingredientes además del fósforo, como sucedió en este experimento. Además, la harina de carne y hueso tiene menor precio que el fosfato y la pasta de soya, los cuales son los más utilizados en las dietas para gallina de postura. (Figura 3)

Lund y Herstad¹⁵ y Bozkurt *et al*¹⁷ concuerdan en que solo se puede utilizar hasta un 6% de harina de carne y hueso teniendo como limitante la cantidad de fósforo que nos proporciona, el cual satisface las necesidades nutricionales de las gallinas. También se puede observar en el trabajo de Koelkebeck *et al*¹⁶ que al adicionar el 15% de harina de carne y hueso en una de las dietas no tuvo que adicionar fósforo. De igual manera, en este experimento se tuvo como limitante el

fósforo, ya que con el 6% de harina de carne y hueso se cubrió al 100% el fósforo requerido por la estirpe Bovans Blanca*.

Los resultados de porcentaje de postura obtenidos en el presente trabajo no afectaron la producción en ninguno de los niveles empleados de harina de carne y hueso; difieren estos resultados por los presentados por Bozkurt *et al*,¹⁷ esto se debe a que él utilizó gallinas al inicio del segundo ciclo y el presente trabajo se realizó al final del primer ciclo de producción, sin embargo, fue mayor la producción de huevo a lo que marca el manual de la estirpe. Orusebio¹⁸ menciona que se puede mejorar la producción de huevo al utilizar harina de carne y hueso mezclada con girasol.

Con relación al consumo de alimento éste disminuyó en las dietas que contenían harina de carne y hueso con respecto a la dieta testigo, siendo menor en un 3.2% en la dieta que contenía la mayor inclusión de harina de carne y hueso. Sin embargo, el consumo de alimento fue mayor a lo que menciona el manual de la estirpe* y esto puede deberse a que el experimento se realizó en invierno lo que ocasionó un mayor consumo de alimento para mantener la temperatura corporal.

Bozkurt *et al*¹⁷ observaron que disminuía el peso del huevo en los tratamientos que contenían harina de carne y hueso; de igual forma se observa una disminución del peso de huevo ($P < 0.05$) lo cual puede deberse a la falta de

* Manual de Bovans White. Gallina Comercial 09-2006

nutrientes la cual se provocó por la disminución del consumo de alimento. Aún así el peso del huevo fue similar a lo que marca el manual de la estirpe.

El índice de conversión no se vió afectado por los tratamientos utilizados en este trabajo y se tiene registrado un índice de conversión menor al que reportan Bozkurt *et al*¹⁷ y el manual de la estirpe.

En los resultados de este trabajo se encontró que la harina de carne y hueso al 6% en la dieta presentó una disminución en la masa de huevo, la cual se pudo haber dado a causa del bajo consumo de alimento lo cual provoca la disminución del peso del huevo que se tiene registrado. Pero, a pesar de ser más baja que en los tratamientos con 0% y 3% de harina de carne y hueso, la masa de huevo de este trabajo es similar a la registrada en el manual de la estirpe*.

Al haber menor consumo de alimento también hay menor consumo de calcio y fósforo, esto puede explicar el aumento de huevo roto y fáfara que se registra en el 6% de harina de carne y hueso. Betancourt y Romero²¹ mencionan que la harina de carne y hueso puede incrementar la acidez del alimento que al ser consumido puede provocar una acidez metabólica en la gallina, esto produce una depresión en el espesor y resistencia del cascarón.²³ Al contrario Bozkurt *et al*¹⁷ obtienen una menor cantidad de huevo roto en los tratamientos que contienen harina de carne y hueso, esto puede deberse a que las gallinas utilizadas en este

* Manual de Bovans White. Gallina Comercial 09-2006

trabajo son de final de primer ciclo y, por lo tanto, no se puede mejorar la calidad del huevo en este tipo de animales.

En las unidades Haugh no se observó ninguna diferencia estadística ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Al comparar estos resultados con Bozkurt *et al*¹⁷ se puede ver que las unidades Haugh fueron mayores en los tratamientos con harina de carne y hueso, sin embargo, el utiliza gallinas Nick Brown, que al ser de línea semipesada tienen una albúmina de mejor calidad.²³

El grosor de cascarón fue mayor en el tratamiento con 0% carne, lo cual puede deberse a que se observa en los resultados un mayor consumo de alimento y, por tanto, una mejor disposición de calcio y fósforo.

También se pudo ver que el color de la yema fue mucho mejor en el tratamiento con 6% de harina de carne y hueso. Sin embargo, se necesitan más estudios con este ingrediente para poder determinar la razón de este resultado.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos bajo las condiciones experimentales empleadas, se puede concluir que el empleo de hasta 6% de harina de carne y hueso como fuente de proteína y fósforo en dietas para gallinas, formuladas en base a proteína ideal, no afecta los parámetros productivos (% postura, conversión alimenticia), ni a las unidades Haugh.

La harina de carne y hueso con el 6% de inclusión disminuyó el consumo de alimento, la masa de huevo y el peso del huevo. Además de que incrementó el porcentaje de huevo roto y en fáfara, y disminuyó el grosor de cascarón.

Sin embargo, la inclusión de 6% de harina de carne y hueso mejoró el color de la yema y resultó en un aumento de la producción de huevo.

Las dietas que contienen harina de carne y hueso son más baratas, debido a que se les adiciona menos fosfato y otros nutrientes que proporciona este ingrediente.

CUADROS

Cuadro 1. % de aminoácidos que aporta la harina de carne y hueso de acuerdo al porcentaje de proteína contenida.

	Promedio	PC <45%	PC 45-50%	PC >50%
Proteína Cruda	49.93	41.76	47.98	54.09
Metionina	0.67	0.50	0.63	0.76
Cistina	0.49	0.32	0.47	0.56
Met+Cis	1.16	0.82	1.10	1.31
Lisina	2.43	1.89	2.30	2.72
Treonina	1.58	1.17	1.48	1.79
Triptofano	0.32	0.20	0.29	0.36
Arginina	3.36	2.94	3.27	3.56
Isoleucina	1.36	0.99	1.27	1.56
Leucina	2.92	2.16	2.73	3.32
Valina	2.14	1.59	2.00	2.42

Degussa⁸

Cuadro 2. Composición nutricional de las harinas de carne y hueso.

	Cuca <i>et al</i> ⁶	Pontes y Castello ⁹	NRC ¹⁰
EM, Kcal/kg	2004	2200	2150
Proteína Cruda (%)	45	45.7	50.4
Cacio %	Np	10.5	10.3
Fósforo total%	Np	5.8	5.1
Fósforo disponible %	Np	5.8	5.1
Lisina total, (%)	2.25	2.26	2.61
Met+Cis (%)	1.19	1.03	1.59
Treonina total (%)	1.47	1.42	1.74
Na (%)	0.7	0.6	0.7
K (%)	0.67	1.3	1.45

Np= No proporcionado

Cuadro 3. Composición de las harinas de carne y hueso en diferentes países.

	USA	Canadá	Japón	Holanda
Proteína Cruda %	50.63	47.55	50.01	50.46
Metionina %	0.70	0.62	0.65	0.66
Cistina %	0.50	0.48	0.43	0.38
Met+Cis %	1.20	1.10	1.07	1.04
Lisina %	2.48	2.33	2.43	2.43
Treonina %	1.62	1.54	1.49	1.58
Triptófano %	0.34	0.32	Np	Np
Arginina %	3.39	3.18	3.33	3.27

Degussa⁸

Np= No proporcionado

Cuadro 4. Composición de las dietas experimentales para gallinas empleadas para evaluar la adición de diferentes porcentajes de inclusión de una harina de carne y hueso mexicana en gallinas de postura de primer ciclo.

Ingrediente	0% Carne	3% Carne	6% Carne
Sorgo	655.387	654.243	652.232
Pasta de soya	195.206	182.017	168.332
Carbonato de calcio	103.512	100.234	96.029
Harina de carne y hueso	0.000	30.000	60.000
Aceite vegetal	19.180	15.935	13.151
Fosfato de calcio	14.826	6.509	0.000
Sal	4.404	3.943	3.483
Secuestrante de micotoxinas*	2.000	2.000	2.000
Pigmento Vegetal amarillo**	1.000	1.000	1.000
L-Lisina HCl	0.989	0.851	0.729
Pigmento Vegetal rojo***	0.800	0.800	0.800
Hidroxianálogo de Metionina sal de Calcio	0.796	0.568	0.344
Premezcla mineral****	0.500	0.500	0.500
Cloruro de colina 60%	0.500	0.500	0.500
Premezcla vitamínica*****	0.500	0.500	0.500
Bacitracina de zinc	0.300	0.300	0.300
Antioxidante*****	0.100	0.100	0.100
TOTAL	1000	1000	1000
<i>COSTO</i>	<i>\$3,987.76</i>	<i>\$3,777.34</i>	<i>\$3,581.98</i>
ANÁLISIS CALCULADO DE NUTRIENTES			
Proteína cruda %	15.228	16.144	17.029
Energía metabolizable Kcal/Kg	2800	2800	2800
Met.+Cis. Digestible %	0.473	0.473	0.473
Lisina Digestible %	0.713	0.713	0.713
Treonina Digestible %	0.480	0.498	0.515
Triptófano %	0.204	0.204	0.204
Calcio total %	4.100	4.100	4.100
Fósforo disponible%	0.400	0.400	0.437
Sodio %	0.180	0.180	0.180

*Toxisorb

**Avelut líquido

***Avired. Pigmentos vegetales del centro S.A. de C.V.

****Cantidad por kg: Manganeseo (120.0g), Zinc (100.0 g), Hierro (120.0g), Cobre (12.0g), Yodo (0.7g), Selenio (0.4g), Cobalto (0.2g) cbp.(1000g)

*****Cantidad por kg: Vitamina A (40,000 MIOU), Vitamina D₃ (8,000 MIOU), Vitamina E (40.0g), Vitamina K₃ (10.0g), Vitamina B₁ (4.0g), Vitamina B₂ (20.0g), B₁₂ (60.000 µg), Ácido fólico (1.2g), Ácido pantoténico (32.0g), Niacina (100.0g), Calcio (149.524/g) cbp.(1000g)

*****IQ, Insumos Químicos, S.A. de C.V.

Cuadro 5. Porcentaje de disminución de ingredientes y precios de las dietas con 3% y 6% de carne con respecto a la dieta con 0% carne.

Ingrediente	0% Carne	3% Carne	6% Carne
Sorgo 9%	100%	0.17%	0.48%
Pasta de soya 48%	100%	6.75%	13.76%
Carbonato de calcio	100%	3.16%	7.22%
Aceite vegetal	100%	16.91%	31.43%
Fosfato de calcio	100%	56.09%	100.00%
Sal	100%	10.46%	20.91%
L-Lisina HCl	100%	13.95%	26.28%
Hidroxianálogo de Metionina sal de Calcio	100%	28.64%	56.78%
COSTO	100%	5.27%	10.17%

Cuadro 6. Análisis de observaciones repetidas en el tiempo de las variables productivas por semana.

Semana	Postura	Peso del huevo	Consumo	Índice de conversión	Masa de huevo	Porcentaje huevo roto	Porcentaje huevo fáfara
1	82.8	63.3	108.6	2.07	52.4	4.3	0.09
2	82.8	63.5	104.2	1.96	53.4	5.0	0.00
3	80.1	63.7	109.9	2.16	51.0	5.6	0.30
4	78.0	63.5	110.6	2.23	49.6	5.2	0.20
5	83.5	63.9	108.3	2.04	53.5	5.6	0.09
6	80.8	63.7	107.5	2.10	51.5	4.8	0.45
7	83.6	64.5	106.6	2.01	53.9	5.0	0.28
8	81.4	64.6	109.8	2.09	53.2	5.2	0.62
9	81.1	64.8	103.2	1.98	52.5	5.8	0.38
10	79.8	64.5	92.5	1.79	51.5	5.4	0.29
Promedio	81.39	64	106.12	2.04	52.25	5.19	0.27
EEM	1.63	0.28	1.25	1.07	0.03	0.88	0.17

EEM=error estándar de la media

P>0.05

Cuadro 7. Resultado de las variables productivas por tratamiento.

Variables productivas	0%	3%	6%	EEM
Postura	81.5a	83.0a	80.0a	0.89
Peso del huevo	64.8a	64.1ab	63.27b	0.15
Consumo	107.5a	106.8ab	104.0b	0.68
Índice de conversión	2.04a	2.02a	2.07a	0.02
Masa de huevo	52.9a	53.3a	50.6b	0.58
Porcentaje huevo roto	4.2b	4.6b	6.8a	0.48
Porcentaje huevo fáfara	0.03b	0.34ab	0.44a	0.09

EEM=error estándar de la media

Valores con distinta letra son diferentes estadísticamente ($P<0.05$)

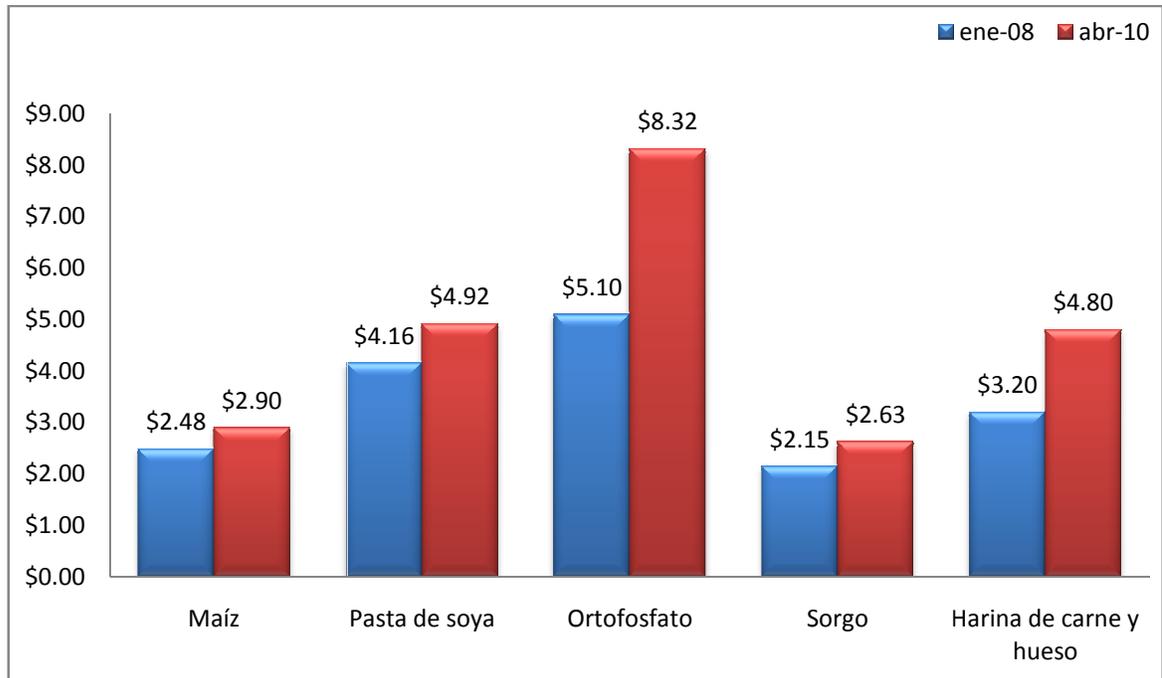
Cuadro 8. Resultados de la calidad interna del huevo en aves alimentadas con dietas con diferentes porcentajes de harina de carne y hueso.

	0%	3%	6%
Unidad Haugh	84.3a	82.1a	83.9a
Color	9.2b	9.4b	10a
Grosor	354.5a	328.7b	329.0b

Valores con distinta letra son diferentes estadísticamente ($P<0.05$)

FIGURAS

Figura 1. Precios de algunos ingredientes en enero del 2008 y abril del 2010.



Tomado de SNIIM²⁴

Figura 2. Costos por kg de las dietas formuladas con 0%, 3% y 6% de harina de carne y hueso.

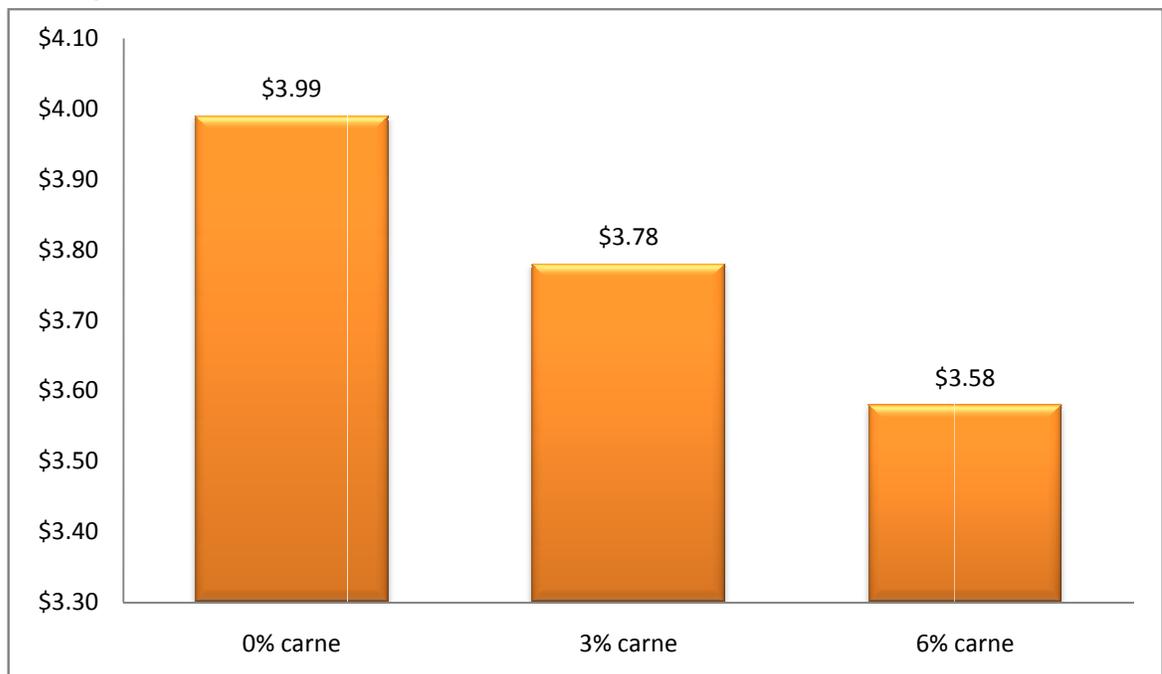
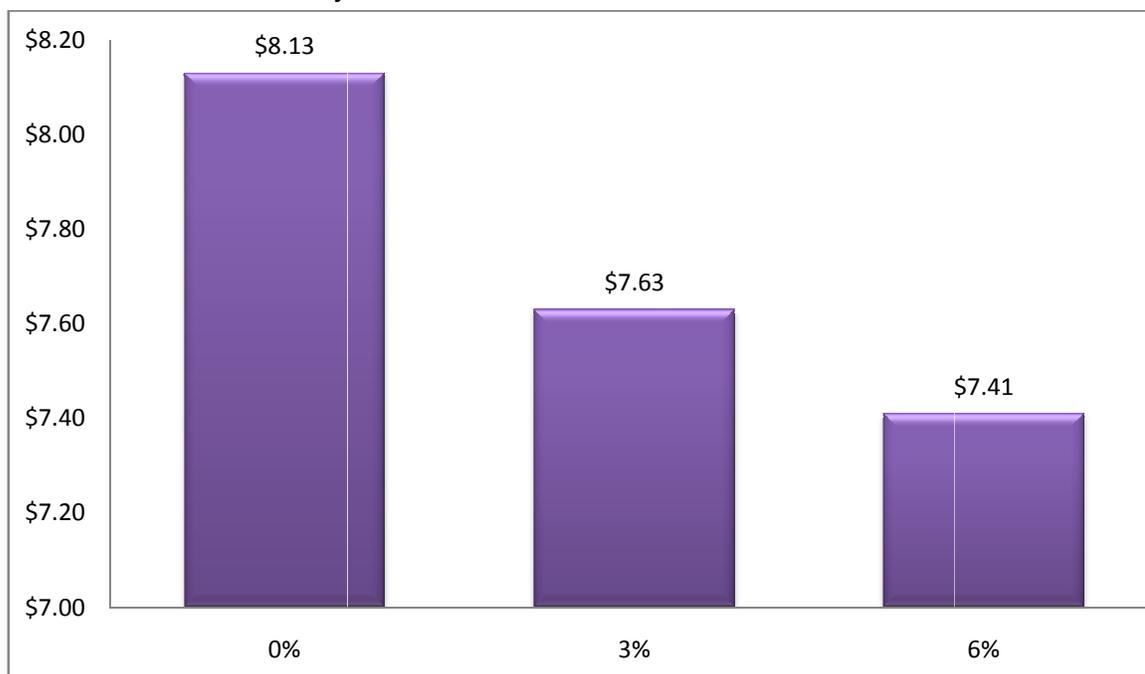


Figura 3. Precio por kg de huevo producido con dietas formuladas con 0%, 3% y 6% de harina de carne y hueso.



REFERENCIAS

1. Unión Nacional de Avicultores. Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola 2009. Dirección de Estudios Económicos. México, D.F.
2. Behnke KC. Procesamiento de alimentos balanceados con subproductos de origen animal. National Renderers Association, INC. Vol. 6. USA. 2000.
3. Santiago GR. Evaluación de tres programas de alimentación en pollos de engorde formulados bajo el concepto de proteína ideal (Tesis de maestría). México, D.F.:Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.
4. Dale N. Ingredientes alternativos: ¿opción para combatir los altos precios del alimento balanceado? Industria Avícola. 2007.10:20-23
5. Cuca GM. Ávila GE. Pro MA. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección de Patronato Universitario. Departamento de Zootecnia. 2ª Edición. México, 2009.
6. Zumbado ME. Uso y control de calidad en harinas, grasas y aceites de origen animal en la alimentación animal. National Renderers Association, INC. Vol. 2. USA, 2000.
7. Degussa. The Amino Acid Composition of Feedstuffs. Degussa. 5th. Completely revised Edition. USA, 2001
8. Pontes PM, Castello L.JA. Alimentación de las aves. Ed. Real Escuela de Avicultura. España, 1995
9. National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press. 9th Revised Edition. Washington, D.C., 1994.

10. Blas C, Mateos GG y Rebollar PG. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Departamento de producción animal. Universidad Politécnica de Madrid. Ed. Pancosma. España, 1999.
11. Leeson S, Summers JD. Comercial Poultry Nutrition. 3rd. Edition. University books. Canada 2005.
12. Rosiles MR, Fuente MB. Módulo III: Alimentación y Nutrición de las Aves II. Diplomado en producción avícola. 2000 febrero 28 a marzo 4; México, D.F.: UNAM, FMVZ, División de educación continua y Departamento de producción animal: Aves, 2000: 1-7
13. Urquiza BO. Purificación y caracterización parcial de proteínas con actividad enterotóxica tipo CT de *Salmonella gallinarum* (Tesis maestría). México, D.F. UNAM, 1995.
14. Zumbado M. Uso de subproductos de origen animal en alimentos para aves. La experiencia de Costa Rica. National Renderers Association, INC. Vol. 10. USA. 2000.
15. Lund, S.; Herstad, O. Fosforinnholdet i foret til verpehoner. Norsk Landbruksforskning. 1990. 4: 3, 213-222.
16. Koelkebeck K.W., Parsons C.M., Wang X. Effect of acute heat stress on amino acid digestibility in laying hens. Poultry-Sci. 1998. 1393-1396.
17. Bozkurt, M., Alcicek, A., Cabuk, M. The effect of dietary inclusion of meat and bone meal on the performance of laying hens at old age. South African J.Anim.Sci. 2004. 34:1, 31-36.

18. Orusebio, S. M. Comparison of straight protein diets with mixed protein diets on egg production. *Discovery and Innovation. Journal of African Academy of Sciences* 1995. 7:2, 151-162
19. INEGI. Tláhuac: Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México 1992.
20. Kuehl, R.O. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2^a. Edición. Thomson Learning. México, 2001.
21. Betancourt L., Romero H. Una revisión del metabolismo ácido-base y su relación con la nutrición en aves. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 2002. 15:2, 198-206.
22. Cabrera, M.C., del Puerto, M., Ramos, A., Saadoun, A., Marchesoni, A. Evaluación de la biodisponibilidad del fósforo orgánico e inorgánico a través de la solubilidad *in vitro* y utilización *in vivo*. *Agrociencia.* 2002. 6:1, 69-78
23. Castro M.I. Examen general de calidad profesional. Material de estudio área: Aves. Consejo Nacional de Educación de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, A.C. Sistema Universidad Abierta (UNAM). Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. México, D.F. 1997
24. www.economia-sniim.gob.mx (Página principal en la internet). Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados.